

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

**PARÂMETROS PARA O PROJETO DE
POLTRONAS AERONÁUTICAS: REVISÃO DA
LITERATURA E AS PRÁTICAS DA INDÚSTRIA
NO SETOR DE TRANSPORTES**

Jerusa Barbosa Guarda de Souza

**SÃO CARLOS
2010**

**PARÂMETROS PARA O PROJETO DE
POLTRONAS AERONÁUTICAS: REVISÃO DA
LITERATURA E AS PRÁTICAS DA INDÚSTRIA
NO SETOR DE TRANSPORTES**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

**PARÂMETROS PARA O PROJETO DE
POLTRONAS AERONÁUTICAS: REVISÃO DA
LITERATURA E AS PRÁTICAS DA INDÚSTRIA
NO SETOR DE TRANSPORTES**

Jerusa Barbosa Guarda de Souza

**Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa de Pós Graduação em
Engenharia de Produção da
Universidade Federal de São Carlos,
como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em
Engenharia de Produção.**

**Orientador: Prof. Dr. Nilton Luiz
Menegon**

**SÃO CARLOS
2010**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

S729pp

Souza, Jerusa Barbosa Guarda de.

Parâmetros para o projeto de poltronas aeronáuticas :
revisão da literatura e as práticas da indústria no setor de
transportes / Jerusa Barbosa Guarda de Souza -- São
Carlos : UFSCar, 2010.

151 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São
Carlos, 2010.

1. Ergonomia. 2. Conforto humano. 3. Assento. 4.
Aeronaves. I. Título.

CDD: 658.542 (20ª)

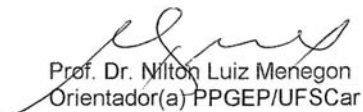


PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
Rod. Washington Luís, Km. 235 - CEP. 13565-905 - São Carlos - SP - Brasil
Fone/Fax: (016) 3351-8236 / 3351-8237 / 3351-8238 (ramal: 232)
Email : ppgep@dep.ufscar.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

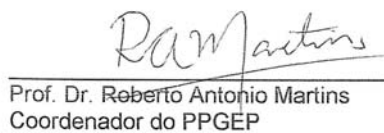
Aluno(a): Jerusa Barbosa Guarda de Souza

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DEFENDIDA E APROVADA EM 26/02/2010 PELA
COMISSÃO JULGADORA:


Prof. Dr. Milton Luiz Menegon
Orientador(a) PPGE/UFSCar


Prof. Dr. João Alberto Camarotto
PPGE/UFSCar


Prof. Dr. Fausto Leopoldo Mascia
POLI/USP


Prof. Dr. Roberto Antonio Martins
Coordenador do PPGE

*À minha família, dedico
o presente trabalho.*

*“A nossa felicidade será
naturalmente proporcional
à felicidade que fizermos
aos outros”*

Alan Kardec

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por ter me dado força e saúde para vencer os obstáculos do caminho.

Aos meus pais, Ana Maria e José Guilherme e ao meu irmão Adriano, pelo apoio incondicional, carinho e compreensão em todos os dias de minha vida.

Ao Programa CAPES pela bolsa de estudos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Nilton Luiz Menegon pela orientação e auxílio durante a realização desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. João Alberto Camarotto e ao Prof. Dr. Fausto Leopoldo Mascia pelas colaborações durante a qualificação, que muito contribuíram para o aprimoramento desta dissertação.

Aos amigos do Grupo SIMUCAD-Ergo&Ação que, em muitas vezes, deram sugestões e me auxiliaram no decorrer da pesquisa.

À todos os meus amigos e amigas, pelo apoio e companheirismo sempre.

Ao Fábio, pelo apoio, paciência, carinho e companheirismo que contribuíram para a finalização desta etapa da minha vida.

RESUMO

A questão do conforto tem sido cada vez mais enfocada nos projetos de cabines de aeronaves, sendo uma variável chave no estudo da aceitabilidade dos passageiros em relação ao transporte aéreo e um diferencial competitivo no mercado. Dentre as inúmeras variáveis que podem influenciar a percepção de conforto de um passageiro de aeronave, os fatores da poltrona parecem ter grande relevância. Desta forma, o objetivo inicial desta pesquisa foi definir parâmetros para o projeto de poltronas aeronáuticas e confrontá-los aos parâmetros atualmente utilizados. Assim, inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica acerca dos parâmetros para poltronas, resultados estes que foram confrontados aos dados obtidos através de medições realizadas em aeronaves. Porém, somente conhecer todos os parâmetros inerentes ao projeto não as torna “ergonômicas”, sobretudo porque essa condição também é dependente da relação que se estabelece entre o objeto e o usuário, em uma determinada situação de atividade. Através da revisão, foi possível observar que a indústria aeronáutica ainda é deficiente nessa questão. Assim, a pesquisa também teve como objetivo estudar as práticas atualmente utilizadas pela indústria de transportes em termos da inserção dos aspectos de ergonomia e conforto ao processo de desenvolvimento de produto. Dessa forma, um benchmark foi realizado em cinco fabricantes de poltronas de diferentes meios de transporte, evidenciando conceitos, métodos e ferramentas utilizadas e, principalmente atentando-se às formas de inserção da análise da atividade do usuário como ferramenta de projeto. Os resultados mostraram que os conceitos de ergonomia e conforto adotados pela maioria das empresas são definições das próprias montadoras. Estas repassam exigências, normas, medidas e dados antropométricos a serem utilizados no projeto. Algumas empresas revelaram realizar análises de uso e das atividades dos futuros usuários para projetar seus produtos, através de pesquisas de campo e pesquisas etnográficas, mas, no geral, essa questão ainda é incipiente. Observou-se que o Pressure Mapping é uma ferramenta bastante utilizada para análise de conforto. Dados antropométricos também são fontes importantes para o projeto de poltronas, que são, na maioria das vezes dimensionadas a partir do ponto H, com o auxílio de uma ferramenta conhecida como Manequim tridimensional. Sobretudo, foi possível observar que o conforto não é um fator determinante do projeto, devendo ser atrelado a diversos outros, principalmente o custo e a segurança. Além do benchmark foi realizado um estudo piloto de filmagem em vôo, de forma a testar idéias e propor um método de análise do conforto que tem como base a análise da atividade do passageiro em situação real, método esse que pode ser utilizado em pesquisas futuras.

Palavras-chave: conforto, poltrona, aeronave, postura sentada, atividade.

ABSTRACT

The comfort issue has gained increasing relevance in aircraft cabin projects, and has become a key variable in studies of passengers' propensity to take flights as well as an advantage in a competitive market. Among different variables that can influence the passengers' comfort perception, those concerning the seats seem to have great relevance. The initial aim of this research was to define the parameters of aircraft seat designs and compare them to the currently used. The literature review on seat parameters showed some results that confronted the data collected in our research. It also showed that the aviation industry lacks a complete understanding of usage of these parameters, once simply having the knowledge about the project parameters does not make them "ergonomic", especially because this condition depends on the interaction between the user and the object in a situation of usage. This research also aimed to study the practices currently used by the transport industry in terms of integrating ergonomic aspects and comfort to the product development process. In order to accomplish that, a benchmark took place in five different seat manufacturers for different means of transportation, highlighting common concepts, methods and tools, with special attention to how the companies analyze user seat usage as a project tool. The results showed that the concepts of ergonomics and passenger comfort adopted by most companies are, in fact, defined by the manufacturers. That means that the manufacturers limit themselves to following the standard requirements, measures, and anthropometric data when developing the project. Some companies develop daily analysis based on ethnographic and field research with future passengers to design their products, but this matter is still incipient. This research also observed that Pressure Mapping is a tool widely used to analyze user comfort issues. Anthropometric data is also an important tool for designing seats, usually scaled from the H point with the aid of a three-dimensional dummy. Above all, it was observed that the issue of passenger comfort does not seem to be more important than other factors, such as cost and safety issues. In addition to the benchmark, a pilot experiment was filmed during a flight to test new ideas and to develop a better method regarding passenger comfort based on the analysis of passenger seat usage in real situations, opening the door for future researches on these issues.

Key words: comfort, seat, aircraft, seat posture, activity

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01	Primeiros vôos comerciais.....	21
FIGURA 02	Parâmetros para o projeto de poltronas aeronáuticas.....	23
FIGURA 03	As curvaturas da coluna vertebral em conjunto.....	29
FIGURA 04	Rotação da bacia na passagem do estar ereto, em pé (esquerda) para o estar sentado (direita).....	30
FIGURA 05	Apoio da pelve sobre a almofada do assento.....	32
FIGURA 06	Modelo hipotético de conforto e desconforto.....	35
FIGURA 07	O modelo do conforto sentado.....	35
FIGURA 08	Método do estudo de caso.....	46
FIGURA 09	Processo de desenvolvimento de produtos.....	48
FIGURA 10	Elementos de Product Design Specification (PDS).....	49
FIGURA 11	Apoio para as costas suplementar e almofadas lombares.....	56
FIGURA 12	Aspectos importantes do projeto de cadeiras.....	60
FIGURA 13	Dimensões antropométricas essenciais para o projeto de uma cadeira.....	61
FIGURA 14	Assimetria na disposição das poltronas.....	67
FIGURA 15	Nova proposta de assimetria.....	67
FIGURA 16	Regulações definidas pela AN64.....	69
FIGURA 17	Poltrona proposta por Seymour;Powell.....	73
FIGURA 18	Escala CP50 e Mapa Corporal.....	77
FIGURA 19	Valores ideais de carga e pressão em poltronas de automóveis.....	79
FIGURA 20	Corte sagital do encosto evidenciando suas curvaturas.....	82
FIGURA 21	Ângulo de inclinação do encosto.....	83
FIGURA 22	Suporte lombar do encosto.....	83

FIGURA 23	Vista frontal e lateral da poltrona, evidenciando as medidas de largura e altura do encosto.....	84
FIGURA 24	Altura do assento em relação ao chão.....	85
FIGURA 25	Profundidade do assento.....	86
FIGURA 26	Largura do assento.....	87
FIGURA 27	Medida do pitch.....	88
FIGURA 28	Corte sagital do assento, evidenciando suas curvaturas.....	89
FIGURA 29	Posturas adotadas pelo passageiro.....	128
FIGURA 30	Envelopes de postura.....	129
FIGURA 31	Envelopes de postura – vista superior e lateral.....	129
FIGURA 32	Envelopes de postura – vista frontal e traseira.....	130
FIGURA 33	Área ocupada pelo passageiro: vista frontal, superior e lateral.....	138

LISTA DE TABELAS

TABELA 01	Recomendações da literatura em relação à profundidade do assento..	59
TABELA 02	Dimensões básicas da antropometria exigidas para o design de cadeiras.....	61
TABELA 03	Dimensionamento de cadeiras de escritório recomendados por diversos autores e normas técnicas.....	62
TABELA 04	Requisitos gerais e dimensões para veículos M2.....	63
TABELA 05	Requisitos gerais e dimensões para veículos M3.....	64
TABELA 06	Requisitos da AN64.....	69
TABELA 07	Comparação do resultados com a literatura em relação aos valores de pressão máxima.....	78
TABELA 08	Comparação dos resultados com a literatura em relação aos valores de porcentagem de carga.....	78
TABELA 09	Importância dos fatores de ajuste da poltrona.....	80
TABELA 10	Importância dos atributos da poltrona.....	81
TABELA 11	Principais recomendações da literatura em relação ao ângulo de inclinação do encosto.....	83
TABELA 12	Principais recomendações da literatura em relação ao suporte lombar	84
TABELA 13	Principais recomendações da literatura referentes ao ângulo de inclinação do assento.....	85
TABELA 14	Principais recomendações da literatura em relação à altura do assento	86
TABELA 15	Principais recomendações da literatura referentes à profundidade do assento.....	86
TABELA 16	Principais recomendações da literatura em relação à largura do assento.....	87
TABELA 17	Principais estudos da literatura em relação à medida do pitch.....	88
TABELA 18	Medições realizadas em aeronaves de 50 a 100 passageiros.....	120
TABELA 19	Medições realizadas em aeronaves de 100 a 150 passageiros.....	121

TABELA 20	Medições realizadas em aeronaves de 150 a 200 passageiros.....	122
TABELA 21	Comparação entre as medidas mínimas e máximas das aeronaves pequenas, médias e grandes.....	123
TABELA 22	Caracterização do passageiro filmado.....	126
TABELA 23	Resumo das análises.....	128

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01	Escolha do número de casos.....	45
QUADRO 02	Empresas participantes da pesquisa.....	46
QUADRO 03	Características de uma “cadeira ergonômica” segundo a visão da ergonomia norte-americana.....	91
QUADRO 04	Parâmetros para o projeto de poltronas aeronáuticas.....	132
QUADRO 05	Aspectos relacionados ao conforto em poltronas	132

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01	Dez fatores mais importantes na escolha da aeronave para vôos longos na classe econômica.....	22
GRÁFICO 02	Resumo das atividades realizadas ao longo da fase de cruzeiro.....	128

SUMÁRIO

Capítulo 1. Apresentação da pesquisa.....	19
1.1 Justificativa.....	20
1.2 Problema.....	24
1.3 Questão da pesquisa.....	25
1.4 Objetivos.....	25
1.4.1 Objetivo geral.....	25
1.4.2 Objetivo específico.....	25
1.5 Estrutura da pesquisa.....	26
Capítulo 2. Fundamentos para o estudo da postura sentada e conforto.....	27
2.1 Aspectos anatômicos e cinesiológicos da postura sentada.....	27
2.2 Conforto na postura sentada.....	32
2.2.1 Conforto e atividade.....	39
2.3 Conclusão e questão da pesquisa.....	42
Capítulo 3. Metodologia da pesquisa.....	43
3.1 Procedimentos da pesquisa.....	43
3.1.1 Pesquisa bibliográfica acerca dos parâmetros de projeto de poltronas.....	43
3.1.2 Benchmark nas indústrias de transporte.....	44
3.1.2.1 Análise dos dados.....	47
3.1.3 Medições e filmagem em voo.....	50
Capítulo 4. Bases para o estabelecimento de parâmetros para poltronas.....	52
4.1 Aspectos cinesiológicos do conforto.....	52
4.2 Aspectos dimensionais.....	54
4.3 Materiais: espumas e revestimentos.....	71
4.4 Distribuição da pressão.....	75
4.5 Fatores de conforto.....	79
4.6 Conclusão: Parâmetros sugeridos pela literatura.....	82
4.7 Retomando o problema: a postura como suporte à atividade.....	90
Capítulo 5. As práticas da indústria de poltronas.....	94
5.1 Descrição dos casos.....	94
5.1.1 Empresa A.....	94
5.1.2 Empresa B.....	97
5.1.3 Empresa C.....	101
5.1.4 Empresa D.....	103
5.1.5 Empresa E.....	105
5.2 Análise e discussão dos casos.....	109
5.2.1 Estratégia.....	109
5.2.2 Gestão.....	111
5.2.3 Atividade.....	113

5.3 Considerações em relação à inserção de ergonomia e conforto.....	116
Capítulo 6. Medições e filmagem em vôo.....	120
6.1 Medições em vôo.....	120
6.2 Filmagem em vôo.....	125
Capítulo 7. Conclusões e sugestões para pesquisas futuras.....	131
Capítulo 8. Referências bibliográficas.....	140
ANEXOS.....	148

1. Apresentação da Pesquisa

Esta pesquisa está inserida no âmbito do projeto EMBRAER/FAPESP/PICTA intitulado “Conforto e Design de Cabine – Desenvolvimento e Análise Integrada de Critérios de Conforto e Metodologia de Design”, que tem como objetivo investigar a relação entre conforto e design de cabines em aeronaves de forma a permitir, com os resultados do projeto, a elaboração de diretrizes para o desenvolvimento de interiores com nível superior de conforto, garantindo o bem-estar do passageiro.

O projeto como um todo aborda o assunto a partir do estudo, de forma isolada, dos diferentes parâmetros que influenciam nas sensações de conforto em passageiros de aeronaves, para, em seguida, integrá-los em um mesmo ambiente e criar uma metodologia para geração de soluções.

Sendo assim, o projeto é composto por diversos pacotes, sendo que cada um deles possui um escopo específico. São eles: vibração (integrado à qualidade sonora), sensação térmica (variáveis ambientais), pressão de cabine e ergonomia.

É importante ressaltar que apesar da literatura considerar outros fatores quando o conforto de passageiros é estudado, como o serviço oferecido e outros fatores organizacionais, por exemplo, o projeto tem como objetivo estudar apenas os parâmetros que influenciam na sensação de conforto do passageiro dentro da cabine.

Dessa forma, o pacote de vibração tem como objetivo desenvolver um modelo de avaliação de conforto em função de níveis vibro-acústicos e classificar o nível vibro-acústico que pode ser medido ou simulado. Já o pacote de conforto térmico propõe-se a desenvolver um modelo capaz de prever as reações fisiológicas do ser humano quanto às diversas condições de temperatura, umidade, radiação e velocidade do ar de modo a gerar um índice de conforto local. O pacote de pressão de cabine foca-se no desenvolvimento de um modelo capaz de avaliar o conforto do ser humano quanto a transientes de pressão de cabine e exposição a pressões absolutas (fadiga) em determinados perfis de missão. Por fim, o pacote de ergonomia tem como objetivo o desenvolvimento de requisitos de ergonomia a partir da análise comportamental de ocupantes em aeronaves executivas e comerciais.

Desta forma, inserida no pacote de ergonomia, esta pesquisa tem como foco as poltronas de passageiros, uma vez que esta é, de acordo com a literatura, uma das variáveis que influenciam na percepção do conforto dos passageiros de avião. Um

levantamento bibliográfico dos aspectos anatômicos e biomecânicos da postura sentada, bem como dos principais parâmetros para o projeto de poltronas foi realizado, considerando estudos realizados em cadeiras e em poltronas de diferentes meios de transporte. A pesquisa de campo teve como foco a investigação de como os aspectos ergonômicos, em especial o conforto são integrados ao processo de desenvolvimento de poltronas da indústria de transportes. Também foram realizadas medições em poltronas de diferentes aeronaves para posterior comparação aos dados da literatura e um estudo piloto de observação do passageiro em voo. Todas essas fases contribuíram para o levantamento de parâmetros para poltronas aeronáuticas e práticas que possam ser adotadas em pesquisas futuras.

1.1 Justificativa

Nas últimas décadas, o número e a variedade de pessoas que viajam de avião aumentaram consideravelmente. Concomitante a este aumento, estudos recentes apontam que as necessidades dos passageiros têm sofrido mudanças, mostrando que os viajantes de amanhã vão demandar cada vez mais, altos níveis de controle, conforto, segurança e personalização da experiência da viagem.

Desta forma, nota-se que a questão do conforto tem sido cada vez mais enfocada nos projetos de cabines de aeronaves, sendo, segundo Quehl (2001), uma variável chave no estudo da aceitabilidade dos passageiros em relação ao transporte aéreo. Em um mercado competitivo como o setor de aviação, o entendimento das necessidades e desejos dos clientes em relação ao conforto tornou-se um diferencial competitivo (DUMUR, BARNARD, BOY, 2004).

Concomitante a esse aumento da importância do transporte aéreo, pode-se notar que o mesmo sofreu mudanças ao longo dos tempos. De acordo com Lamas (2001), citado por Huet (2003), no início do transporte aéreo de massa, a falta de conforto ambiental era predominante: os aviões eram muito frios e barulhentos. Porém, o desejo de fazer os passageiros se sentirem em casa, os chamados navios voadores, eram o conceito de design predominante na época. A figura 1 mostra poltronas amplas e confortáveis, sem preocupação de espaço (Figura 1).



Figura 1 - Primeiros vôos comerciais.

Fonte: Lamas (2001) citado por Huet (2003)

Tempos mais tarde, o aumento da demanda de passageiros levou à necessidade de aumentar o número de fileiras nos aviões, gerando, cada vez mais, uma diminuição do espaço do passageiro (CARTER, 2001).

Hoje em dia, uma das principais reclamações dos passageiros é com relação aos fatores da poltrona e com o pouco espaço destinado à eles nas aeronaves, como mostra um estudo recentemente divulgado pela IATA (2009), que pesquisou os dez principais fatores que afetam a escolha da aeronave de passageiros voando longas distâncias na classe econômica em cinco regiões e atestou que o conforto sentado aparece como sendo o segundo fator mais importante, perdendo apenas para o programa de milhagem (Gráfico 1).

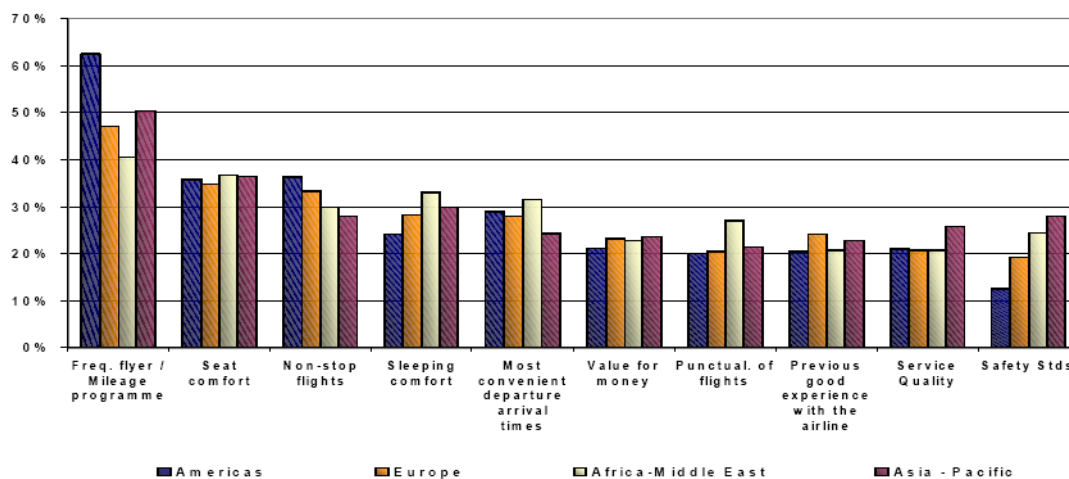


Gráfico 1 – Dez fatores mais importantes na escolha da aeronave para vôos longos na classe econômica.

Fonte: International Air Transportation Association (2009)

Um outro estudo realizado por Vink, Kamp, Blok (2000) em um site de internet entre 11.513 viajantes mostrou que os principais problemas em uma viagem de avião são o espaço para as pernas, a demora, perda de bagagem e o mau atendimento da tripulação, mostrando mais uma vez a importância da poltrona na percepção do passageiro.

As desvantagens deste tipo de estudo é que ele remete a um grupo selecionado de usuários de internet, que talvez sejam diferentes dos usuários do transporte aéreo. Entretanto, em outro estudo, 152 passageiros voando em 36 linhas aéreas diferentes também foram entrevistados depois do vôo, para relatarem suas experiências. Neste estudo, também o espaço para as pernas foi o fator mais significativo em termos da classificação de conforto. A largura do assento, o espaço pessoal, e o meio de ingresso e egresso das poltronas foram outros fatores apontados como sendo os principais itens a serem melhorados.

Hough, Vojir (2003) realizaram um estudo para determinar fatores de desconforto em relação às poltronas de aviões da classe econômica. Os resultados mostraram que a proximidade com outros passageiros é um grande indicador de desconforto em aviões. O fato de compartilhar o apoio para os braços e o grau de reclinção da poltrona da frente são alguns dos fatores responsáveis pelo desconforto.

Corroborando com os dados acima, em conteúdo recentemente apresentado no International IIR Fórum Aircraft Seating, que ocorreu em 2008, observou-se que a fabricação de poltronas de aeronaves deve respeitar uma infinidade de requisitos que estão representados na Figura 2, sendo um desses requisitos o conforto dos passageiros,

que deve ser aliado a baixo peso, baixo custo, ergonomia e conforto (pressão de distribuição no assento uniforme, dentre outros), design, resistência mecânica, materiais, aprovação, normas, fácil manutenção (fácil cuidado e reparação), durabilidade, funcionalidade e constituição do poltrona.



Figura 2- Parâmetros para projeto de poltronas aeronáuticas

Fonte: International IIR Fórum Aircraft Seating (2008)

Além do desconforto que é causado aos passageiros e pelo fato de ser um requisito de projeto hoje em dia, é importante o estudo de conforto em poltronas devido ao aumento da incidência da chamada “síndrome da classe econômica”.

Este termo refere-se ao desenvolvimento da trombose venosa profunda (DVT) e embolia pulmonar (PE) em passageiros de avião voando por longas distâncias em assentos da classe econômica. Não há nenhuma evidência clara de um risco específico associado com viagens de avião. Entretanto, a duração de vôo e a predisposição individual são vistos como fatores críticos. Tais complicações são mais prováveis de ocorrer naquelas pessoas com fatores de risco, como doença venosa, insuficiência cardíaca, doença tromboembólica, desordens de hipercoagulação, diabetes ou idade. Mulheres são mais predispostas do que homens (HINNINGHOFEN, ENCK, 2006)

Nesse contexto Aryal, Al-khaffaf (2006) buscaram quantificar o risco das doenças tromboembólicas em viagens de avião através de uma revisão literária. Os resultados mostraram que há sim uma associação entre as doenças tromboembólicas e viagens aéreas. Já a incidência de embolia pulmonar sintomática (PE) foi extremamente

baixa, mas aumentou substancialmente quando a viagem tinha uma distância maior que 5000 milhas ou um tempo maior que 8 horas de duração. O risco quantitativo de trombose nos membros inferiores para sujeitos de alto risco foi de 5% por voo e 1,6% para sujeitos de baixo risco.

Watson (2005), em sua revisão literária, apontou que o risco de trombose sintomática depois de uma viagem prolongada de mais de 8 horas é 0,5%. Porém, indivíduos sem fatores de risco pré-existentes de trombose têm uma chance muito baixa de desenvolverem-na. Além disso, não está claro na literatura se a classe executiva carrega um menor risco de trombose do que a classe econômica. O risco de embolia pulmonar severa é claramente associado ao tempo de duração da viagem. Para voos com mais de 12 horas o risco é cerca de 5 em cada 1 milhão de pessoas. Para voos com menos que 6 horas, o risco é insignificante.

Tasker, Akinola, Cohen (2004), em concordância com os estudos acima citados, concluiu que há sim um aumento no risco de desenvolver as doenças tromboembólicas em pessoas que realizam viagens longas e que têm fatores de risco adicionais. Para aqueles com poucos fatores de risco presentes, o risco da doença é menos significativo.

Portanto, os dados acima apresentados justificam a necessidade da pesquisa vigente, devido não só à importância para a competitividade das empresas e sua consequente manutenção no mercado, mas também devido aos riscos que as condições hoje em dia oferecidas podem impor à saúde dos passageiros.

1.2. Problema

O problema da pesquisa está no fato de que somente conhecer os parâmetros isolados inerentes ao projeto de poltronas não as torna ergonômicas, sobretudo porque, segundo Lima (2000), a condição de "ser ou não ergonômicas" não é algo que diz respeito apenas ao mobiliário, mas também é dependente da relação que se estabelece entre o objeto e o corpo do usuário, em uma determinada atividade. Para o projeto de poltronas aeronáuticas deve-se considerar os diferentes parâmetros de projeto, mas também as ações desenvolvidas em situação de uso.

1.3 Questão da Pesquisa

A questão de pesquisa está em definir quais são os principais parâmetros sugeridos pela literatura para o projeto de poltronas e saber se estes são compatíveis aos atualmente utilizados pela indústria aeronáutica. Além disso, a pesquisa se propõe a investigar na literatura e em campo, quais as práticas que estão sendo utilizadas hoje em dia na indústria de transportes em termos da inserção da ergonomia e conforto ao projeto de poltronas. A indústria aeronáutica considera a análise da atividade do usuário como ferramenta de projeto? Como isso poderia ser realizado?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é definir parâmetros para o projeto de poltronas aeronáuticas e confrontá-los aos parâmetros atualmente utilizados. Além disso, a pesquisa tem como objetivo estudar as práticas atualmente utilizadas pela indústria de transportes e propor um desdobramento de análise de conforto sentado baseado nas atividades desenvolvidas pelos passageiros de aeronaves e que possa ser utilizados em pesquisas futuras.

1.4.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Realizar uma revisão bibliográfica acerca dos principais aspectos da postura sentada bem como dos principais estudos realizados em cadeiras e em diferentes tipos de poltronas para prescrever parâmetros para poltronas;
- Realizar medições em poltronas de diferentes aeronaves para posterior comparação com os dados recomendados pela literatura;

- Levantar os atuais conceitos utilizados, bem como as principais metodologias, ferramentas e práticas utilizadas na indústria de transportes em termos da inserção dos conceitos de ergonomia e conforto no desenvolvimento de seus produtos.
- Realizar um estudo piloto de observação e filmagem em voo, de modo a propor um método de análise de conforto sentado que considere as atividades desenvolvidas pelos usuários.

1.5 Estrutura da pesquisa

A presente pesquisa está estruturada em 7 capítulos. O Capítulo 1 trata de aspectos relativos ao formato da pesquisa. O Capítulo 2 traz o referencial teórico sobre a postura sentada, abrangendo inicialmente os aspectos anatômicos e biomecânicos da postura sentada e, a partir deste entendimento, faz uma revisão sobre os estudos que tratam da definição de conforto, bem como a relação deste conceito com a atividade desenvolvida pelo usuário. O Capítulo 3 traz a metodologia de pesquisa, tratando dos procedimentos que foram feitos para a elaboração da mesma, o método utilizado, as técnicas, bem como a forma como foram analisados os dados. O Capítulo 4 traz os resultados da revisão bibliográfica que foi feita para embasar o estabelecimento de parâmetros para poltronas. Neste capítulo serão explicitados os principais estudos da literatura realizados em cadeiras e em poltronas de diferentes meios de transporte. Além de serem úteis para definir os diferentes tipos de parâmetros para o projeto de poltronas, também justificarão a necessidade da pesquisa de campo. Assim, o Capítulo 5 remete à descrição e análise dos casos da pesquisa de campo. Neste, são apresentados os dados do benchmark realizado em cinco fabricantes de poltronas de diferentes setores da indústria de transportes. A maneira como ocorre a inserção dos aspectos de ergonomia e conforto ao processo de desenvolvimento de poltronas, as equipes responsáveis, as técnicas e ferramentas utilizadas por cada uma das empresas serão descritos. No Capítulo 6 serão apresentados os resultados das medições realizadas em diferentes tipos de aeronaves, bem como os resultados do estudo piloto de observação e filmagem em voo. O Capítulo 7 traz um fechamento dos capítulos anteriores com as conclusões da pesquisa e as sugestões para pesquisas futuras.

2. Fundamentos para o estudo da Postura Sentada e do Conforto

O estudo do conforto tem sido cada vez mais focado nos projetos de cabines de aeronaves. Vários projetos na Europa estão constantemente investigando a melhoria do conforto dos passageiros de aviões como o FACE (Friendly Aircraft Environment) e o HEACE(Health Effects in Aircraft Cabin) (DUMUR, BARNARD, BOY, 2004).

Os parâmetros da poltrona são de grande relevância para a percepção do conforto de passageiros de aeronaves (HINNINGHOFEN, ENCK, 2006; RICHARDS, JACOBSON, KUHLTHAU, 1978; JACOBSON, MARTINEZ (1974).

De uma maneira geral a poltrona constitui um suporte para a postura sentada, que proporciona a estabilidade exigida nas atividades que envolvem muito controle visual e motor, um menor consumo de energia e um menor estresse sobre as articulações. Porém, quando se projeta uma tarefa na postura sentada, é preciso considerar os aspectos biomecânicos para que esse objetivo seja atingido, sem causar estresses excessivos para o dorso, pescoço, ombros e membros superiores (CHAFFIN, ANDERSON, MARTIN, 2001).

Com relação aos aspectos biomecânicos da posição sentada, a coluna vertebral desempenha um papel essencial e, portanto, será feita uma revisão da sua anatomia. Posteriormente, serão enfatizados os aspectos cinesiológicos da postura sentada atentando-se para as conseqüências que essa postura traz para o corpo. Em seguida, será feita uma revisão sobre conforto na postura sentada, evidenciando a opinião de diversos autores sobre este assunto.

2.1. Aspectos Anatômicos e Cinesiológicos da Postura Sentada

Para iniciar o entendimento dos aspectos biomecânicos da postura sentada, um entendimento dos aspectos anatômicos é necessário. Nesse sentido, a coluna vertebral é especialmente importante e, devido à sua importância, uma revisão geral da sua anatomia é apresentada a seguir, visando ao esclarecimento de como ela e a pelve estão interrelacionadas e como a posição sentada influencia essa relação, e também interfere nas suas curvaturas (CHAFFIN, ANDERSON, MARTIN, 2001).

A coluna vertebral é o eixo do corpo e deve conciliar dois imperativos mecânicos contraditórios: a rigidez e a flexibilidade. A flexibilidade do eixo vertebral é devido à sua configuração por múltiplas peças superpostas, as vértebras, que são unidas entre si por elementos ligamentares e musculares. Deste modo, a estrutura pode deformar-se, apesar de permanecer rígida sob a influência dos tensores musculares (KAPANDJI, 2000).

Assim, ela protege a medula espinhal que está alojada em seu interior, serve de pivô para suporte e mobilidade da cabeça, permite movimentos entre as diversas partes do tronco e dá fixação a numerosos músculos. Sua função principal, entretanto, é suportar o peso da maior parte do corpo e transmiti-lo através da articulação sacro-ilíaca para os ossos do quadril (DANGELO, FATTINI, 2003).

É constituída por 33 peças esqueléticas, as vértebras, colocadas umas sobre as outras no sentido longitudinal, de modo a formar um conjunto que se estende pela nuca, tórax, abdome e pelve, onde se pode reconhecer sete vértebras cervicais, doze torácicas, cinco lombares, cinco sacrais e quatro coccígeas. As vértebras sacrais são fundidas em peça única, o sacro, alicerce da pelve, que se articula com os ossos do quadril. Por ser um suporte de peso, a parte anterior das vértebras, corpo vertebral, aumenta o volume da porção cervical à lombar, uma vez que as vértebras inferiores têm sobrecarga de peso, quando comparadas com as vértebras superiores (DANGELO, FATTINI, 2003).

Funcionalmente, a coluna vertebral consiste de quatro partes. Duas partes móveis, as colunas cervical e lombar, que estão, respectivamente, acima e abaixo da coluna torácica, relativamente imóvel. A coluna lombar está ligada ao sacro, que fica quase totalmente preso à pelve (CHAFFIN, ANDERSON, MARTIN, 2001).

A coluna vertebral apresenta ainda, entre os corpos vertebrais, um disco intervertebral, fibrocartilaginoso, depressível, capaz de absorver os aumentos de pressão numa súbita sobrecarga da coluna e conferir mobilidade entre vértebras adjacentes. Apresenta também curvaturas no sentido ântero-posterior, indispensáveis para a manutenção do equilíbrio e da postura ereta (DANGELO, FATTINI, 2003).

A figura 3 mostra, no plano sagital, as quatro curvaturas da coluna vertebral que são: a curvatura sacral (1), fixa devido à soldadura definitiva das vértebras sacrais, de concavidade anterior; a lordose lombar (2), de concavidade posterior; a cifose dorsal (3), de convexidade posterior e a lordose cervical (4), de concavidade posterior. Vista de frente, porém, é retilínea (PEQUINI, 2005).

A curva lombar é lordótica porque as vértebras e discos são mais grossos na parte anterior do que na parte posterior. Essa curva é necessária para permitir uma postura ereta, uma vez que a superfície superior do sacro normalmente forma um ângulo de inclinação anterior com o plano horizontal (CHAFFIN, ANDERSON, MARTIN, 2001).

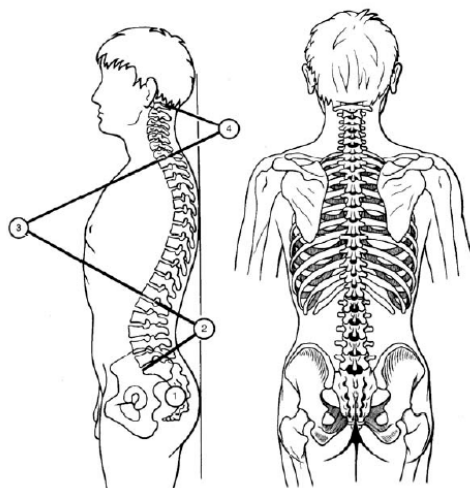


Figura 3 – As curvaturas da coluna vertebral em conjunto.
Fonte: Kapandji (2000)

Visto os aspectos anatômicos da coluna vertebral, passaremos agora à discussão dos aspectos cinesiológicos da postura sentada.

Devido ao fato de a coluna lombar articular-se com o sacro, preso à pelve, um movimento de rotação da pelve influencia no formato da coluna lombar. Dessa forma, quando a pelve gira para a frente, há um aumento da curvatura lordótica lombar para se manter uma postura ereta do tronco. Quando a pelve gira para trás, a coluna lombar tende a ficar reta e às vezes até mesmo pode-se desenvolver uma cifose (CHAFFIN, ANDERSON, MARTIN, 2001).

Ao se deslocar da posição de pé para a posição sentada, ocorre uma alteração do formato da coluna lombar do sujeito. Estudos radiográficos mostram que a pelve gira posteriormente cerca de 40° e a coluna lombar retifica-se quando se assenta de forma relaxada (KEEGAN, 1953; CHAFFIN, ANDERSON, MARTIN, 2001; HARRISON et al, 1999).

A figura 4 mostra, esquematicamente, os efeitos da postura sentada: a rotação da bacia na passagem para trás causa uma cifose, aumentando a pressão nos discos intervertebrais da coluna lombar (GRANDJEAN, 1998).



Figura 4 – Rotação da bacia na passagem do estar ereto, em pé (esquerda) para o estar sentado (direita).

Fonte: Grandjean, 1998.

Além disso, a postura sentada causa aumento da pressão intradiscal. Em 1964, Nachemson; Morris realizaram um estudo sobre medidas *in vivo* das pressões discais de indivíduos. Uma agulha com uma membrana de polietileno sensível à captação da pressão foi construída para esse objetivo. Os indivíduos foram medidos na posição sentada ereta sem apoio dorsal, mas outras posições e situações como posição em pé, reclinada, segurando cargas, realizando a manobra de Valsalva foram medidas. Os resultados mostraram que altas pressões intradiscais foram registradas na posição sentada e que as medidas de pressão discal quando o indivíduo estava de pé foram aproximadamente 30% mais baixas do que quando o indivíduo estava sentado sem apoio dorsal.

Coury (1995) concordando com os estudos de Nachemson, Morris (1964), afirma que na posição sentada sem apoio dorsal, mesmo com o tronco ereto, aumenta-se a pressão dos discos intervertebrais em torno de 35% em relação à posição em pé. Quanto mais fechado for o ângulo entre o tronco e as coxas, maior tenderá ser a pressão dentro do nosso disco, podendo levar à lesões tanto nos discos intervertebrais como nas vértebras e até áreas periféricas da coluna.

Isso acontece porque com a diminuição da curva lombar, típica da postura sentada, modifica-se a posição das vértebras. O espaço que existe entre elas na frente diminui e o espaço atrás aumenta. Isso faz com que o núcleo, que estava no centro do disco, seja empurrado para trás quando sentamos. A pressão dentro do disco aumenta, todas as estruturas que estão na parte posterior da coluna são esticadas e o núcleo passa a pressionar a parede de trás do disco intervertebral (COURY, 1995).

Uma primeira consequência importante da postura sentada é, portanto, o aumento da pressão dentro do disco intervertebral.

A segunda consequência importante da postura sentada para a parte baixa da coluna é que, com o achatamento do arco lombar, todas as estruturas que ficam na parte de trás da coluna são esticadas – ligamentos, pequenas articulações e nervos que saem da medula. Como essa região é ricamente inervada, a postura sentada mantida por longos períodos pode ocasionar dores na região lombar, sobretudo quando o corpo é mantido flexionado para frente. O nervo espinhal, que também fica submetido à tração, recebe menos sangue para sua nutrição, podendo até sofrer alterações na sua função.

A terceira consequência é decorrente das duas primeiras. Quando o núcleo pulposo é empurrado para trás, ele pressiona a parte de trás do disco intervertebral (parede posterior). Isso enfraquece as paredes do disco facilitando o aparecimento de pequenas rachaduras. Se outras condições adversas estiverem presentes, como idade superior a 35 anos, predisposição individual, esforço manual excessivo ou repentino, etc, aumentam as chances de ocorrer uma hérnia de disco (COURY, 1995).

Uma outra consequência é que na passagem da postura em pé para a sentada, cerca de 75% do peso total do corpo passa a ser suportado por 26 cm² das tuberosidades isquiáticas e tecidos moles que circundam. Isso constitui uma carga excepcionalmente pesada, distribuída sobre uma área relativamente pequena e, como resultado, uma compressão muito alta é exercida sobre a área caudal da nádega (PEQUINI 2005; HUET, MORAES, 2003).

Dependendo da poltrona e da postura, uma parte do peso do corpo também será transferida para o piso, assim como para os braços e para o encosto da mesma (SCHOBERTH, 1962 citado por CHAFFIN, ANDERSON, MARTIN, 2001).

Nesse contexto Huet, Moraes (2003) afirmam que as tuberosidades isquiáticas, o cóccix e os trocânteres do fêmur são as partes ósseas mais próximas ao assento, sendo as partes da pelve submetidas a maiores pressões na postura sentada. Dessa forma, quando se assume a postura sentada, os tecidos do corpo começam a reagir à pressão da gravidade: a gordura e o tecido muscular diretamente sob as tuberosidades isquiáticas se deslocam lentamente, fugindo da área de pressão óssea, deixando os ossos pressionarem a pele (Figura 5).

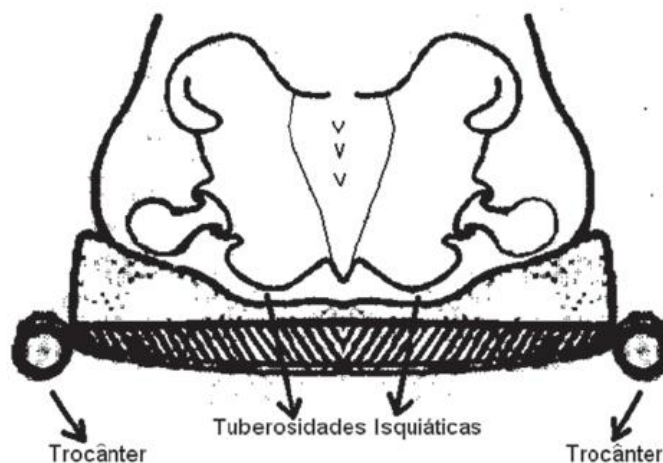


Figura 5 - Apoio da pelve sobre a almofada do assento.

Fonte: Huet, Moraes (2003)

Persistindo nessa posição, os capilares da pele sob os ossos são forçados a se fechar e a pele começa a se necrosar. Em situações onde não é possível a movimentação, o ponto de necrose é atingido entre 10 e 15 minutos. A primeira sensação é de queimação sobre os ísquios, depois sobre os trocânteres, quando os tecidos moles se afastam e a área de pressão aumenta (HUET, MORAES, 2003).

A postura sentada é, portanto, alvo de grande preocupação dos ergonomistas e tema constante de estudos atuais. O aumento da pressão nas partes ósseas e a perda da lordose lombar, que ocasiona o aumento da pressão dos discos intervertebrais bem como o estiramento de músculos, nervos e ligamentos na região posterior da coluna parecem ser as principais preocupações.

Para se estudar os parâmetros de conforto na postura sentada, primeiramente é necessário termos um entendimento acerca deste conceito. No próximo tópico, a pesquisa se direciona para essa discussão.

2.2 Conforto na Postura Sentada

A definição de conforto ainda encontra-se em debate na literatura científica. De acordo com Dhingra, Tewari, Singh (2003), o conforto é um estado de harmonia fisiológica, psicológica e física entre o ser humano e o ambiente. Para Dumur, Barnard,

Boy (2004) o conforto não é simplesmente um conceito unidimensional, que pode ser medido de uma maneira simples, como por exemplo, a temperatura, mas é um conceito complexo, consistindo de uma mistura de sentimentos, percepções, emoções e situações. Pode ser definido como:

- O sentimento agradável e satisfatório de ser livre fisicamente ou mentalmente de dor ou sofrimento;
- Sentimento de liberdade de preocupações e tristezas;
- Ser livre de dificuldades financeiras, o que promove estado agradável;
- Bem-estar material, conveniências que tornam a vida mais fácil e agradável;
- Um estado de prazer, liberdade de dor, de necessidade e ansiedade.

Lueder (1983) acrescenta ainda que o conforto deve ser visto em função dos constrangimentos do trabalhador engajado em uma específica atividade. Dessa forma, ele pode ser representado fisiologicamente, psicologicamente, comportamentalmente e em termos de performance.

Apesar das discussões que norteiam a definição de conforto, existem alguns aspectos que são consenso entre os pesquisadores, segundo Looze et al (2003), citado por Vink, Looze, Kuijt-Evers, 2005a):

- 1- Conforto é um conceito subjetivo;
- 2- Conforto é afetado por vários fatores (físicos, fisiológicos, psicológicos);
- 3- Conforto é uma reação ao ambiente;

Concordando com Vink, Looze, Kuijt-Evers (2005a) sobre a dificuldade de definição do conceito, Qüehl (2001) e Lueder (1983) afirmam que não existe um consenso teórico se o conforto e o desconforto devem ser considerados como uma escala contínua de dois opostos ou duas dimensões distintas de experiência.

Para alguns autores, o conforto e o desconforto são vistos como dois opostos em uma escala contínua, indo do extremo desconforto, passando por um estado neutro, até o conforto. Branton (1969) afirma que uma poltrona é improvável de fazer sentir algum sentimento positivo, sendo a melhor aquela que não causa desconforto. Vergara; Page (2000) e Dhingra, Tewari, Singh (2003) também compartilham dessa opinião.

Outros autores, Zhang, Helander, Drury (1996), ao analisarem o conforto sentado verificaram que o conforto e o desconforto são diferentes entidades, determinados por variáveis distintas. Afirmam, portanto que a ausência de desconforto não leva necessariamente ao conforto.

Esses autores identificaram em um estudo as propriedades multidimensionais de conforto e desconforto. As sensações de desconforto foram associadas com dor, incômodos. Geralmente são causadas por constrangimentos físicos provocados pelo layout do local de trabalho e mediadas por fatores tais como ângulos de articulações, pressões nos tecidos, contrações musculares e bloqueio da circulação sanguínea. Avaliações de conforto, por outro lado, são baseados nos sentimentos de bem-estar e impressão estética da poltrona. Uma vez que o conforto e o desconforto são baseados em fatores independentes, uma redução do desconforto não necessariamente traz sensações de conforto.

Em concordância, Helander, Zhang (1997) realizaram um estudo no qual os objetivos primários eram desenvolver uma escala multidimensional para avaliar o conforto e o desconforto em assentos e validá-la através de estudos de campo usando trabalhadores como sujeitos de teste. Como parte da validação, os resultados foram comparados com dois métodos existentes para avaliação do desconforto e conforto. Os resultados mostraram que o conforto e o desconforto podem ser quantificados independentemente, sendo o desconforto afetado por fatores biomecânicos e fadiga. A avaliação de conforto, entretanto, é avaliada em termos da estética do assento e do bem-estar que ela proporciona. A sensação de bem-estar também pode ser afetada pelo tempo.

Desta forma se ocorre uma redução do desconforto, o conforto pode ser sentido pelo usuário. Porém, se o desconforto aumenta, devido ao aumento do tempo na realização de uma tarefa, por exemplo, o conforto diminui. A presença de constrangimentos físicos irá quebrar a harmonia do ambiente e direcionar a atenção para o desconforto. No entanto, fatores biomecânicos bons não aumentam o nível de conforto, apesar de fatores biomecânicos pobres poderem transformar conforto em desconforto (Figura 6) (Zhang, Helander, Drury 1996).

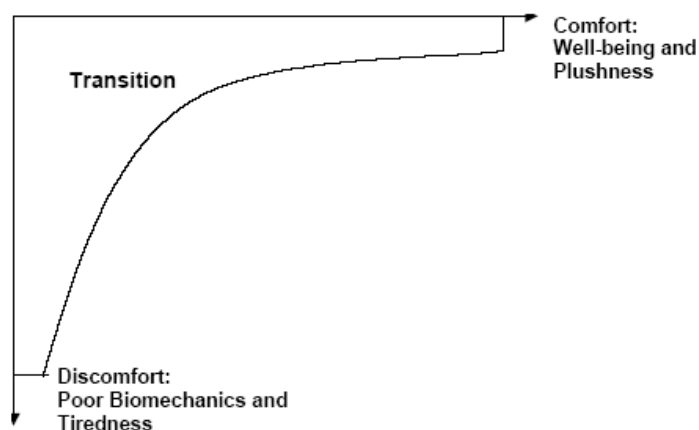


Figura 6: Modelo hipotético de conforto e desconforto.
Fonte: Zhang; Helander; Drury (1996).

Looze et al (2003), citado por Vink, Looze, Kuijt-Evers (2005a) também consideram o conforto e desconforto como duas dimensões distintas. Sendo assim, baseados nos achados anteriormente citados de Zhang, Helander, Drury (1996) e Helander, Zhang (1997) descreveram um modelo teórico do conforto sentado (Figura 7).

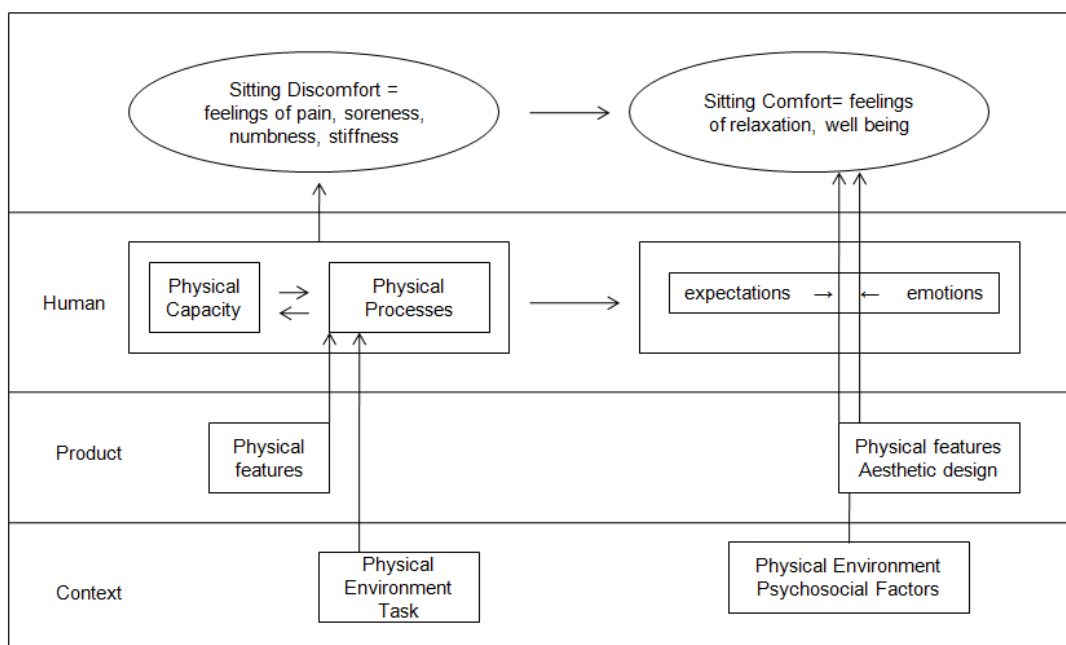


Figura 7 - O modelo do conforto sentado.

Fonte: Looze et al (2003), citado por Vink, Looze, Kuijt-Evers (2005a)

A parte esquerda do modelo diz respeito ao mecanismo de desconforto. De acordo com este modelo, fatores externos produzem distúrbios no estado interno do indivíduo. Isso leva à uma cascata de respostas mecânicas, biomecânicas ou fisiológicas. A dimensão que esta exposição desencadeia as respostas internas depende da capacidade de cada indivíduo. Por exemplo, em um ambiente de escritório, as características físicas da cadeira, do ambiente e da tarefa expõem o indivíduo à uma carga física que pode envolver forças e pressões do assento sobre o corpo. Esta carga externa desencadeia uma resposta interna, manifestada através de respostas químicas, fisiológicas e biomecânicas. A percepção de desconforto pode chegar através de receptores externos localizados na pele, receptores internos localizados nos músculos, tendões e articulações e receptores de dor.

Já a parte direita do modelo compreende o mecanismo de conforto, associado à sensação de relaxamento e bem-estar. Desta vez, não somente os fatores físicos do ambiente e do produto, mas também os fatores psicossociais determinam a percepção. No nível da cadeira, o design estético e, no nível individual, expectativas e emoções auxiliam a modelar essa percepção.

A indústria automobilística também possui a preocupação com o conforto em poltronas e diversos estudos são realizados nesse sentido. Nesse contexto, um estudo realizado por Kolich, (2007) teve como objetivo sintetizar uma estrutura conceitual para formalizar a investigação científica do conforto sentado em automóveis. Para ele, o processo de desenvolvimento do conforto sentado envolve alguns passos. São eles: estabelecer pontos alvo de conforto, usar dados numéricos para proporcionar um feedback na definição do conforto no desenvolvimento do processo, construir protótipos e avaliá-los usando a mesma avaliação subjetiva pesquisada.

O primeiro passo de um processo de desenvolvimento envolve definir o conforto sentado em automóveis. Neste aspecto, as opiniões dos autores são divergentes e Kolich (2007) cita algumas delas. Alguns autores acreditam que um assento de automóvel é improvável de fazer sentir algum sentimento positivo, sendo o melhor assento aquele que não causa desconforto (Branton, 1969). Muitos autores têm adotado essa definição, na medida em que é muito mais fácil medir desconforto que conforto. Já para Lueder (1983) o conforto sentado em automóveis pode ser visto em função dos exemplos e de suportes físicos e constrangimentos do ocupante engajado na tarefa de dirigir. Como tal, o conforto pode ser representado fisiologicamente, psicologicamente, comportamentalmente e em termos de performance. Shen, Vertiz (1997), citados por

Kolich (2007) propuseram que o conforto e o desconforto coexistem como dimensões separadas, com possibilidades do conforto aumentar quando o desconforto diminui.

O segundo passo envolve entender os fatores que afetam o conforto sentado em automóveis. Thakurta *et al* (1995), citado por Kolich (2007), acredita que há vários fatores que afetam o conforto sentado em automóveis: subjetividade do sujeito, antropometria do ocupante, medidas dimensionais do assento e o total de tempo sentado têm sido previamente citados. Para Kolich (2005), citado por Kolich (2007) os fatores que determinam o conforto sentado em automóveis podem ser divididos em fatores do veículo (altura do assento, espaço para a cabeça, espaço para as pernas, espaço para os ombros e espaço para o quadril); fatores sociais (nome do veículo, preço de compra); fatores individuais (fatores demográficos, antropométricos, cultura e postura) e fatores do assento (resiliência do sistema do assento, geometria, contorno, estilo).

O terceiro passo para formalizar a investigação científica do conforto sentado em automóveis envolve quantificar percepções subjetivas. Nesse sentido, Kyung, Nussbaum, Babski-Reeves (2008) defendem que dois tipos de avaliações devem ser realizadas: primeiramente, uma avaliação do desconforto, para medir qualidades básicas da poltrona que garantem a não violação das exigências básicas do mesmo; e uma avaliação do conforto, para medir outras variáveis que conferem qualidade à poltrona, além das exigências básicas.

A partir dos dados obtidos em questionário parte-se para a quantificação dos mesmos. Quando o método de quantificação é bem usado, os resultados do questionário podem ser utilizados nas especificações do projeto.

A partir desta quantificação, parte-se para a criação de medidas de performance para o conforto sentado em automóveis relacionadas à fisiologia e à biomecânica.

O quarto passo envolve definir um modelo de percepções subjetivas de conforto como função de medidas de performance. A interface poltrona-ocupante é caracterizada usando indicadores fisiológicos e biomecânicos a fim de explicar o conforto. É essencial que os pesquisadores aliem medidas de performance com percepções subjetivas de conforto.

Portanto, pode-se concluir que as opiniões dos autores acerca do conceito de conforto são divergentes. Mas neste estudo o foco de análise é o conforto em poltronas, considerando os aspectos positivos (bem-estar) e negativos (ausência de características negativas). Existem outros fatores relacionados à percepção de conforto como fatores psicológicos (estado emocional, humor), fatores culturais e experiência prévia (Osborne,

1978; Richards, Jacobson, Kuhlthau, 1978), mas estes não serão considerados na pesquisa vigente.

Como conclusão, temos que a postura sentada apresenta vantagens tais como, a diminuição do trabalho muscular, da sobrecarga nos membros inferiores e do consumo energético, facilitação da circulação de retorno dos membros inferiores e de uma postura mais estável (AYOUB, 1973).

Porém, de acordo com Zhang, Helander, Drury (1996), a curvatura espinhal cifótica, típica da postura sentada, causa aumento da pressão intradiscal, alongamento dos ligamentos posteriores e uma diminuição do fornecimento de nutrientes para os músculos, levando, eventualmente, à dores nas costas e desconforto. Esse desconforto também pode ser atribuído à distribuição da pressão no assento, que pode levar a dores e formigamento depois de um longo período sentado (NORO, FUJIMAKI, KISHI, 2005; DHINGRA, TEWARI, SINGH, 2003).

Portanto, a utilização desta postura por períodos prolongados pode acarretar problemas de saúde e dificultar o desempenho na realização de atividades (AYOUB, 1973).

Dessa forma, para o projeto de poltronas é preciso levar em consideração todos estes aspectos biomecânicos para inserir no projeto meios que atenuem os efeitos da postura sentada ou que permitam que o indivíduo consiga driblar os constrangimentos.

Além disso, não se pode pensar em uma poltrona como um elemento estático. A postura de um indivíduo sentado depende não somente do formato do assento, mas também dos hábitos pessoais de postura e da atividade a ser desenvolvida. A altura e a inclinação do assento da poltrona, a posição, forma e inclinação do encosto e a presença de outros tipos de apoio influenciam na postura. Assim, é importante não só providenciar poltronas confortáveis, mas também que se adaptem às funções a serem desenvolvidas por seus ocupantes (CHAFFIN, ANDERSON, MARTIN, 2001; BRANTON, 1969). No próximo tópico alguns estudos realizados que consideraram a atividade desenvolvida pelo ocupante, seja como metodologia de estudo, seja como ferramenta de projeto são apresentados.

2.2.1 Conforto e Atividade

Alguns autores acreditam que aspectos da tarefa desempenhada pelo indivíduo podem ter um papel importante na percepção de conforto/desconforto do usuário (GROENESTEIJN *et al* 2009)

Estes avaliaram os efeitos dos controles de cadeiras de escritório, do ângulo do assento e do encosto e o design em relação às tarefas desempenhadas pelos usuários e concluíram que para projetar é importante saber o que as pessoas fazem. Observar e aplicar questionários e entrevistas com usuários finais são importantes métodos para melhorar os produtos.

Estudos de conforto tendo como método a análise da atividade do usuário são freqüentes na indústria de veículos pesados (caminhões). Em um estudo de Tan et al (2008) foram levantadas as principais técnicas objetivas de mensuração do desconforto. A literatura mostrou que o método de mapeamento de pressão é o mais utilizado entre os pesquisadores, por fornecer dados facilmente quantificáveis, que podem indicar as áreas que estão contribuindo para o desconforto nos estágios iniciais do processo de design. Medidas de postura também podem ser utilizadas para detectar mudanças de posturas dos motoristas de caminhões efetivamente, sendo a mudança freqüente de postura um grande indicador de desconforto. Da mesma forma, medidas fisiológicas como ritmo cardíaco e muscular (através da eletromiografia) podem medir o conforto de poltronas objetivamente.

Além deste estudo, Seigler (2002) realizou uma outra pesquisa na qual comparou duas poltronas para caminhões, uma constituída por espuma de poliuretano e revestimento de poliéster, poltrona comumente utilizada, e uma poltrona constituída por estofamento inflável. As poltronas foram avaliadas quanto à medidas de vibração e distribuição da pressão e os resultados mostraram que a poltrona de estofamento inflável fornece maior conforto ao motorista, uma vez que atenua a vibração e auxilia na distribuição uniforme da pressão.

Estudos em poltronas de operadores (tratores, por exemplo) também são comuns. Eles mostram que muitos fatores podem influenciar o conforto sentado, tais como o suporte postural fornecido ao corpo, a distribuição da pressão e as propriedades térmicas. Os julgamentos de desconforto sentado são influenciados por características estáticas da poltrona (por exemplo, dureza do estofado) e características dinâmicas (por

exemplo, vibração). Quando a vibração é baixa, as avaliações de desconforto são dominadas pelas características estáticas da poltrona. Ao contrário, quando o nível de vibração aumenta, o desconforto é mais influenciado por esta (EBE, GRIFFIN, 2000). Existem normas que estabelecem as dimensões ótimas para poltronas de tratores, como a ISO 4253 (1003), mas de acordo com DHINGRA, TEWARI, SINGH (2003), não há uma poltrona ideal capaz de fornecer suporte à todas as posturas assumidas pelo operador durante seu trabalho, ressaltando a importância de se analisar a atividade do mesmo.

Na indústria automobilística, de acordo com Kyung, Nussbaum, Babski-Reeves (2008), falar de conforto para motoristas de automóveis é diferente de falar de conforto em cadeiras de escritório, uma vez que a primeira envolve maiores restrições da postura em um espaço mais limitado, várias atividades de controle e inclui ainda o fator vibração, que pode levar à desordens músculo-esqueléticas.

Na indústria ferroviária, é relevante o estudo de Bronkhorst, Krause (2005), que se destacou pela metodologia utilizada para projetar poltronas confortáveis para passageiros de trens. O projeto se iniciou com a observação do comportamento dos passageiros durante a viagem. Algumas medidas foram feitas para monitorar as atividades dos mesmos, suas posturas, tamanho e movimentos. Das 1700 observações, as quatro atividades mais frequentes foram selecionadas, bem como as características antropométricas essenciais.

Um tipo particular de poltrona, tratada como S1 e tida como preferida dos passageiros, foi escolhida para servir de benchmark. Esse tipo de poltrona foi testada com o tipo de poltrona mais velha (S2) que foi usada durante as observações de campo. Dezoito sujeitos, selecionados de acordo com as características antropométricas encontradas no estudo de campo participaram do teste, representando os usuários finais. Eles foram induzidos a sentar em posições semelhantes às aquelas adotadas durante as tarefas do estudo de campo.

Questionários foram usados para perguntar aos sujeitos do teste sobre várias partes da poltrona (assento, apoio lombar, etc). Modificações foram feitas na poltrona S1 baseadas nas informações do questionário. Na fase três do estudo, as modificações do S1 foram testadas por um grupo de novos sujeitos para confirmar ou ajustar o projeto. Os fabricantes construíram um protótipo da nova poltrona, conhecida como S3. Na próxima fase, o protótipo S3 foi testado contra o S1 no laboratório em um período de longa duração, além de feita uma comparação pareada para checar os efeitos da nova

poltrona no conforto dos passageiros. Os resultados mostraram que 83,3% das pessoas preferiram a poltrona S3 em relação à S1 (16,7%), comprovando a eficácia da metodologia adotada na pesquisa.

Outro estudo proposto por Branton, Grayson (1967), também na indústria ferroviária, utilizou uma metodologia interessante para estabelecer um modelo de análise de poltronas de trem. Para isso, o comportamento sentado de viajantes de trem foi registrado através de duas técnicas: primeiro, 5000 observações de posturas sentadas foram feitas durante viagens de 5 horas usando um método de codificação. Cada postura foi representada por um total de 4 figuras: a primeira figura referia-se à posição da cabeça, a segunda do tronco, a terceira dos braços e a quarta das pernas. Depois, filmagens foram feitas de uma amostra de 18 sujeitos viajando na mesma rota. Dois tipos de poltronas foram estudadas e diversos fatores foram analisados para estabelecer as comparações: a frequência de ocorrência de certas posturas, o tempo que determinada postura era tolerada pelo sujeito, o número de mudanças de postura, o uso dos fatores da poltrona e a seqüência de posturas. Os resultados do estudo mostraram que o grau de estabilidade que uma poltrona oferece pode ser aferido observando as atividades compensatórias por parte do sujeito que está sentado, como por exemplo, a modificação da postura.

Para Han *et al* (1998), o conforto do passageiros de trens depende não somente do espaço alocado entre as poltronas mas também das atividades desenvolvidas pelos mesmos. No desenvolvimento de sua pesquisa um questionário foi conduzido para levantar atividades representativas de um passageiro de trem. As atividades foram divididas em categorias: trabalhar, comer, dormir, conversar com os companheiros, ler jornais ou revistas, ouvir música ou viajar sem nenhuma atividade especial (relaxar). Estas atividades foram classificadas em três grupos de acordo com a postura adotada durante a atividade: postura ereta, postura relaxada que requer mais espaço e postura estendida que requer o máximo de espaço para a atividade confortável. As atividades que exigiam postura ereta foram trabalhar e comer; as que exigiam postura relaxada foram ler e conversar e as que exigiam postura estendida foram dormir, relaxar e ouvir música. Na medida em que o ambiente restringe a execução das atividades, seja por não permitir a adoção da postura adequada, seja por impedir a realização da mesma por outro motivo, o passageiro tende a perceber o conforto de maneira diferente.

2.3 Conclusão e questão da pesquisa

Através dos dados acima apresentados foi possível concluir que o estudo de conforto no setor da aviação é cada vez mais necessário. Sendo a poltrona da aeronave um dos fatores que mais influenciam na percepção de conforto do passageiro, essa pesquisa terá como foco seu estudo. Uma revisão bibliográfica dos principais estudos existentes na literatura sobre parâmetros para poltronas de diferentes tipos se faz necessária. Também é necessário confrontar as medidas dimensionais sugeridas pela literatura com as medidas atualmente utilizadas pelas companhias aéreas para verificar se existe uma compatibilidade.

Porém, conforme já foi dito, somente conhecer os parâmetros para poltronas não as torna ergonômicas nem tampouco confortáveis, visto que essa condição é dependente da relação entre o ocupante e a atividade que ele gostaria de desempenhar. Vimos acima alguns estudos que consideraram a análise da atividade para o projeto de poltronas, mas principalmente na indústria aeronáutica, essa questão ainda é falha.

Portanto, uma análise das principais práticas atualmente utilizadas pela indústria de transportes também se faz necessária. Adicionalmente, um estudo piloto em aeronaves buscando propor um desdobramento de análise de conforto baseado na atividade do passageiro também é interessante.

No próximo capítulo será apresentado a metodologia da pesquisa, enfatizando a forma como a mesma foi realizada.

3. Metodologia da Pesquisa

A presente pesquisa consiste em um estudo de caráter exploratório que teve como procedimentos uma pesquisa bibliográfica acerca dos parâmetros de projeto de poltronas, considerando estudos realizados em cadeiras, aeronaves e outros tipos de transporte; benchmark nas indústrias de transportes; medições de diferentes tipos de aeronaves e observações em situações reais de vôo. Tais procedimentos serão detalhados a seguir nos próximos tópicos.

A abordagem utilizada na pesquisa foi a abordagem qualitativa. Esta abordagem tem como características principais a falta de domínio completo sobre as variáveis, a ênfase na perspectiva daqueles que estão sendo estudados e a ênfase na observação de situações e análise de documentos (CRESWELL, 1997).

Para tal abordagem, é necessária uma mínima literatura preliminar, suficiente para discutir o problema e levar o pesquisador a entender, descobrir e desenvolver uma teoria. O pesquisador segue o indutivismo e o estabelecimento de objetivos e questões de pesquisa neste tipo de abordagem é aberto, descritivo, sem direção definida (CRESWELL, 1997). Muitas vezes, tal abordagem é flexível, dinâmica (os métodos e os aspectos relacionados ao desenho do estudo podem, em parte, modificar-se na medida em que novas informações são recolhidas) (ROSALDO, 1993, citado por CAPRARA, LANDIM, 2008). A análise dos dados coletados geralmente é descritiva (CRESWELL, 1997).

3.1 Procedimentos da pesquisa

3.1.1 Pesquisa Bibliográfica acerca dos parâmetros de projeto de poltronas

Essa fase da pesquisa foi realizada através da consulta a documentos, artigos, periódicos, arquivos de congressos, sites, livros, normas e teve como objetivo levantar os principais estudos realizados na literatura sobre o conforto na postura sentada. Foram pesquisados estudos realizados em cadeiras e poltronas de diferentes tipos de transporte

que proporcionaram a ampliação do conhecimento acerca dos parâmetros para o projeto de poltronas. Os dados foram tratados de maneira descritiva e sintetizados ao final do capítulo.

3.1.2 Benchmark nas indústrias de transporte

O método escolhido nesta fase da pesquisa foi o estudo de caso. Para Yin (2005), a escolha de um método de pesquisa consiste: a) no tipo de questão de pesquisa proposta, b) na extensão de controle que o pesquisador tem sobre eventos comportamentais atuais e c) no grau de enfoque em acontecimentos contemporâneos em oposição a acontecimentos históricos. Em geral, o estudo de caso é escolhido quando se colocam questões do tipo “como” e “por que”, uma vez que estas são questões explanatórias que lidam com ligações operacionais que devem ser traçadas ao longo do tempo, em vez de serem encaradas como meras repetições ou incidências.

O estudo de caso conta com muitas das técnicas utilizadas pela pesquisa histórica, mas acrescenta duas fontes de evidências: a observação direta dos acontecimentos que estão sendo estudados e entrevistas com pessoas envolvidas.

Os estudos de caso podem ser utilizados para diferentes tipos de objetivos de pesquisa, tais como exploração, construção de teoria, teste de teoria e aprimoramento de uma teoria já existente (Voss, Tsikriktsis, Frohlich, 2002). Meredith (1998) citada por Voss, Tsikriktsis, Frohlich (2002) afirma que o estudo de caso pode ser utilizado para estudar práticas atuais existentes em uma empresa e para explorar precocemente variáveis ainda desconhecidas e fenômenos que não são muito bem compreendidos, caso da pesquisa vigente. Na pesquisa em questão o estudo de caso foi utilizado como ferramenta exploratória, para estudar práticas atuais utilizadas em empresas.

Uma particularidade dos estudos de caso é que eles podem ser estudos de caso único ou de casos múltiplos.

O estudo de caso único é um projeto apropriado em várias circunstâncias e cinco fundamentos lógicos para sua utilização são apresentados a seguir. Um primeiro fundamento lógico para um caso único é quando ele representa o caso decisivo ao testar uma teoria bem-formulada. Um segundo fundamento é aquele em que o caso representa um caso raro ou extremo. Outro fundamento lógico é quando o caso é representativo ou

típico. O quarto fundamento para um estudo de caso único é o caso revelador, quando o pesquisador tem a oportunidade de observar e analisar um fenômeno previamente inacessível à investigação científica. O último fundamento é o caso longitudinal, no qual o pesquisador estuda o mesmo caso único em dois pontos diferentes do tempo. O estudo de caso único pode ser usado ainda como caso-piloto, que é o primeiro de um estudo de casos múltiplos (YIN, 2005)

Estudos de casos únicos possuem algumas limitações como os limites de generalização das conclusões, modelos e teorias desenvolvidas no estudo de caso (Voss, Tsikriktsis, Frohlich, 2002).

A pesquisa vigente utilizou estudos de casos múltiplos para analisar as questões de pesquisa. Geralmente projetos de casos múltiplos apresentam evidências consideradas mais convincentes do que nos estudos de caso únicos, e o estudo global é visto como algo mais robusto (Herriott, Firestone, 1983, citado por Yin, 2005). O quadro 1 adaptado de Voss, Tsikriktsis, Frohlich (2002) ilustra a diferença entre os dois tipos de estudo.

Quadro 1- Escolha do número de casos

Escolha	Vantagens	Desvantagens
Casos únicos	Grande profundidade da pesquisa.	Limites na generalização das conclusões. Podem ocorrer vieses na pesquisa, tal como mau julgamento da representatividade de um evento único ou exagero dos dados coletados.
Casos Múltiplos	Aumenta a validade e ajuda a prevenir vieses da pesquisa.	Maiores recursos são necessários, menor profundidade da pesquisa por caso.

Fonte: Adaptado de Voss, Tsikriktsis, Frohlich, 2002.

O estudo de casos múltiplos ainda pode ser classificado em holístico e incorporado. O estudo de caso incorporado envolve mais de uma unidade de análise, enquanto o estudo de caso holístico examina apenas a natureza global de um programa ou de uma organização. Na pesquisa vigente foi utilizado o estudo de caso holístico, uma vez que, quando se utiliza um projeto incorporado, cada estudo de caso em particular pode incluir a coleta e a análise de dados altamente quantitativos, o que não será feito (YIN, 2005)

Yin (2005) propõe um modelo sintético para o estudo de casos múltiplos (Figura 8).

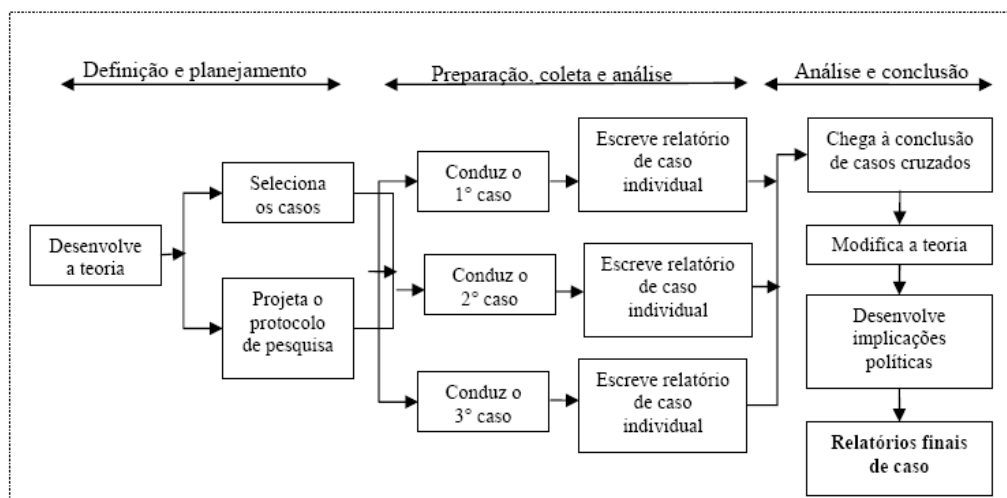


Figura 8- Método de estudo de caso.

Fonte: Yin (2005)

Tipicamente, o recurso mais utilizado para a coleta de dados no estudo de caso são as entrevistas estruturadas, mas também podem ser utilizadas entrevistas não-estruturadas e interações. Outras fontes de dados incluem: observações pessoais, conversas informais, presença em encontros e eventos, levantamentos administrados dentro da organização, coleção de dados objetivos e revisão de arquivos (Voss, Tsiriktsis, Frohlich, 2002).

Nesta pesquisa, para entender melhor como as questões de ergonomia e conforto são inseridas ao projeto de desenvolvimento de poltronas, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas (Anexo 1) com os responsáveis pelo Desenvolvimento de Produto de cinco fabricantes de poltronas do setor de transportes (automobilístico, rodoviário), evidenciadas no quadro 2.

Quadro 2 – Empresas participantes da Pesquisa

EMPRESAS	
Empresa A	Fabricante de poltronas para o setor rodoviário e fornecedora de componentes para a indústria automotiva
Empresa B	Fabricante de poltronas e componentes para a indústria automobilística
Empresa C	Fabricante de componentes e estruturas de poltronas para a indústria automobilística
Empresa D	Fabricante de carrocerias para o setor rodoviário, incluindo a fabricação de poltronas
Empresa E	Fabricante de poltronas, interiores e componentes para a indústria automobilística

Fonte: Quadro elaborado pela autora

Esse processo teve como objetivo levantar as principais práticas, conceitos, ferramentas, restrições em relação à inserção dos aspectos ergonômicos, em especial o conforto, no processo de desenvolvimento de poltronas. A pesquisa se focou também na investigação da forma como as empresas inserem a análise da atividade do usuário ao projeto de produtos.

Além dos dados dos entrevistados, a coleta englobou levantamento de dados secundários referentes à: normas, legislações; critérios de conforto usados até o presente e equipamentos. Em algumas das empresas visitadas foi possível visualizar os principais testes realizados de forma a assegurar segurança, usabilidade e conforto nos produtos.

Previamente à visita à empresa, o instrumento de pesquisa foi enviado ao responsável pelo setor, para que este tomasse conhecimento do assunto que seria tratado na entrevista. Após a realização da entrevista, os dados tratados foram devolvidos aos interessados para que ocorresse uma validação dos mesmos. Dados confidenciais e aqueles que podem ser divulgados foram decididos pela própria empresa.

3.1.2.1 Análise dos dados

A análise dos dados foi realizada de maneira descritiva e teve como base o modelo proposto por Pugh (1983) e Pugh, Morley (1986), citados por Pugh (1996) ilustrado na figura 9.

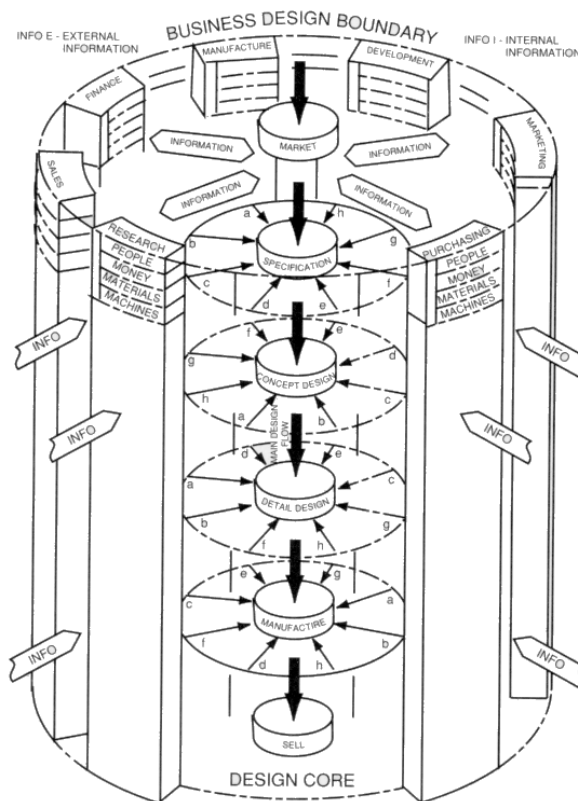


Figura 9 - Processo de Desenvolvimento de Produtos.

Fonte: Pugh (1996).

Como podemos observar na figura, o modelo proposto apresenta uma parte central que pode ser moldada pela natureza das especificações (*Product Design Specification*). Esta parte central é a principal área da atividade de desenvolvimento de produto, comum para todos e formada por: investigação de mercado; especificação do projeto do produto; projeto conceitual; projeto detalhado; manufatura e vendas. Considera-se neste modelo que, na prática, a atividade de projeto deve ser interativa e não linear, de modo que etapas sejam refeitas ao longo do processo de projeto.

Uma vez que o núcleo central é comum à todos os tipos de projeto, fica a cargo das outras áreas da atividade de design dar ao projeto seu caráter distintivo, através de diferentes tipos de informação, técnicas e gerenciamento.

O núcleo central do projeto é moldado pela natureza das especificações (*Product Design Specification*), que estabelecem, em detalhes, a ampla variedade de restrições, técnicas e não técnicas, a serem impostas ao projeto, definindo o seu escopo (Figura 10).

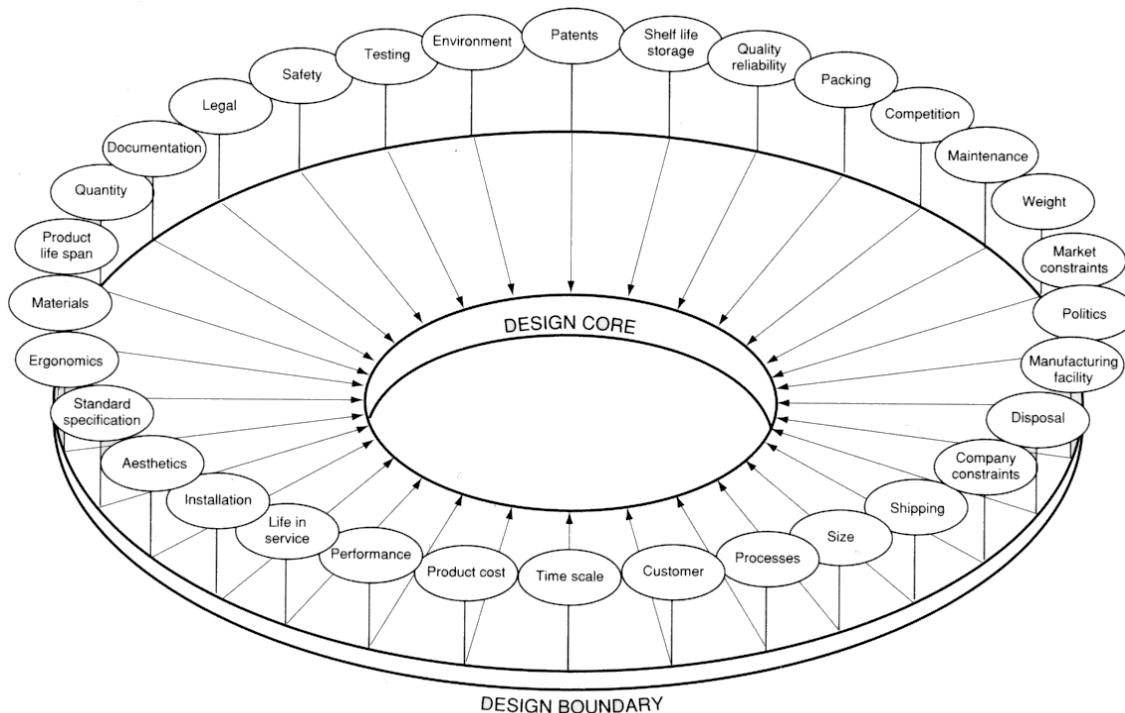


Figura 10- Elementos do Product Design Specification.
Fonte: Pugh (1996)

Assim, as especificações ergonômicas entram no escopo do Product Design Specification, moldando o núcleo central do projeto do produto. Mas além destas especificações existem muitos outros aspectos que devem ser atrelados ao desenvolvimento de produto, tais como custo, estética, segurança, regulamentação, dentre outros.

O modelo apresentado constitui-se em uma abordagem multidisciplinar que estuda o contexto (estratégias), os processos (gestão) e as pessoas (atividade). A abordagem das estratégias busca considerar a inserção do projeto no contexto mais amplo dos negócios, considerando os aspectos gerenciais e as atividades dos projetistas associados às distintas estratégias existentes (MENEGON, 2000).

Já a abordagem da gestão abrange os processos que constroem uma rede de relações no projeto, ressaltando a importância da gestão do processo de projeto. Por fim, temos a abordagem da atividade, segundo a qual o desenvolvimento de produtos envolve várias dimensões, especialmente as pessoas e profissionais relacionados; suas atividades; as metodologias, ferramentas e decisões (PUGH, 1996).

No capítulo 5 serão apresentados os resultados decorrentes do benchmark, utilizando a abordagem acima explicitada.

3.1.3 Medições e Filmagem em voo

Para complementar a pesquisa foram realizadas medições das poltronas em 10 modelos de aeronaves utilizando uma trena eletrônica BOSH DLE50. Esse procedimento foi realizado por uma equipe do Grupo SimuCAD-Ergo&Ação em situação real de voo, utilizando um Protocolo de Caracterização da Aeronave desenvolvido por MENEGON, N.L.; GREGHI, M.F.; SOUZA, J.B.G.; ROSSI, T.N. (2009) (Anexo 2). Este procedimento teve como objetivo compor um banco de dados com medidas dimensionais das poltronas de diferentes aeronaves. É importante ressaltar que essas medições foram realizadas em vôos na aviação comercial brasileira, com o apoio logístico da Agência Nacional de Aviação Civil. Mais de uma aeronave de cada tipo foi mensurada. Os dados foram tratados de maneira descritiva e confrontados com os dados sugeridos pela literatura.

Outro procedimento da pesquisa foi a realização de um estudo piloto em um voo interno da EMBRAER, realizado para testar um desdobramento de análise do conforto sentado que considere a atividade do usuário, para ser utilizado em pesquisas futuras.

Este procedimento foi realizado por uma equipe do Grupo de Pesquisa SimuCAD-Ergo&Ação e teve como técnica, a filmagem de um passageiro durante o voo. Para a realização da filmagem, o passageiro foi convidado a participar da pesquisa na sala de embarque e consentiu a participação. Esta foi realizada somente nas fases permitidas do voo, com o consentimento prévio da tripulação. Uma Câmera Fotográfica com Função de Filmagem Sony foi utilizada. A filmagem foi realizada de forma cruzada. O passageiro estava sentado na saída de emergência na fileira de assentos únicos e a pesquisadora na poltrona do corredor na fileira posterior, estando posicionada diagonalmente ao passageiro que seria filmado.

Após a filmagem, os dados foram analisados através de um Protocolo de Postura versus Atividade (Anexo 3), sendo os resultados inseridos na Ficha de Análise de Filmagens (Anexo 4), ambos instrumentos desenvolvidos por MENEGON, N.L.; GREGHI, M. F; SOUZA, J.B.G.; ROSSI, T.N¹. Essa ficha de análise abrange cada uma das atividades realizada pelo passageiro, as posturas adotadas para cada uma delas, o tempo de realização da atividade e de permanência em cada postura, os equipamentos

¹ Este estudo piloto também teve como objetivo validar os instrumentos desenvolvidos pelo Grupo de Pesquisa SimuCAD-Ergo&Ação.

utilizados pelo passageiro, as dificuldades e sucessos observados na realização das atividades e as situações atípicas.

Após a análise dos dados, foi realizada a validação junto ao usuário para complementar as informações que foram observadas nas imagens. Assim, nesta fase, os resultados das análises das filmagens foram apresentados ao passageiro, bem como as próprias imagens, processo que complementa a análise da atividade, na medida em que ajuda a compreender o que foi feito pelo passageiro, como foi feito e por que foi feito, destacando os motivos das mudanças posturais, as dificuldades e facilidades para a execução de cada atividade.

Essa restituição realizada com o passageiro foi gravada e transcrita pelo pesquisador, a fim de aumentar a compreensão da experiência do passageiro na cabine e esclarecer alguns detalhes observados nas filmagens, aprimorando o detalhamento das ações realizadas no voo, seus sucessos e insucessos na realização de cada atividade, bem como suas estratégias.

Após a validação dos dados junto ao passageiro, as posturas foram reconstruídas e foram criados os chamados envelopes de postura. Esta fase foi realizada pelo Grupo de Pesquisa SimuCAD-Ergo&Ação através do uso do software RAMSIS, uma ferramenta de modelagem e simulação humana digital, concebido especialmente para análises ergonômicas e projetos de interiores de veículos automotores. Os dados deste estudo piloto são apresentados no Capítulo 6.

4. Bases para o estabelecimento de parâmetros para poltronas

Neste capítulo são apresentados os principais estudos encontrados na literatura que buscaram evidenciar os parâmetros determinantes para o projeto de poltronas, bem como as metodologias utilizadas para o estudo do conforto.

Estes estudos tratam de aspectos cinesiológicos que proporcionam a sensação de conforto e desconforto; aspectos dimensionais; estudos que trazem embasamento para a discussão dos materiais utilizados na confecção de poltronas; e os estudos que tratam da questão da pressão na interface assento - ocupante como determinante do desconforto, bem como do mapeamento de pressão como técnica de avaliação.

4.1. Aspectos cinesiológicos do conforto

Através da pesquisa bibliográfica foi possível evidenciar fatores cinesiológicos que são determinantes na percepção de conforto e desconforto do usuário. Um dos fatores cinesiológicos mais importantes diz respeito à possibilidade de movimentação, ou seja, a facilidade que o indivíduo encontra para mudar de postura. A variação da posição do corpo e dos apoios adotados durante a postura sentada contribui para diminuir a fadiga e dor muscular, possibilitar a nutrição dos discos intervertebrais, diminuir o desconforto e a dormência nos pontos de apoio (COURY, 1995; FLOYD, ROBERTS, 1958).

Nesse contexto, temos o estudo feito por Graf, Guggenbuhl, Krueger (1995) no qual buscou-se avaliar a atividade sentada em cinco locais de trabalho, através da documentação do comportamento sentado de trabalhadores engajados em diferentes tarefas. Todas as tarefas exigiam do trabalhador concentração e atenção visual. Os resultados mostraram que a demanda da tarefa tem um significativo efeito na postura sentada. A imobilidade na posição eventualmente produz desconfortos; por outro lado, a presença de movimentos muito frequentes indica desconforto ou instabilidade. Dessa forma, uma cadeira confortável seria aquela que suporta o corpo em várias posições desejáveis e oferece oportunidades para o sujeito mudar de posição.

Concordando com o estudo acima citado, Vergara, Page (2002) buscaram analisar as relações entre conforto, postura sentada e mobilidade. Estudos prévios mostraram que a dor lombar é relacionada com a curvatura lombar, ignorando fatores temporais e de mobilidade. Sendo assim, esses dois autores buscaram entender as causas do desconforto na região lombar enquanto sentado em uma cadeira, por meio da análise da relação do desconforto não somente com a curvatura lombar, mas também com a postura pélvica, a mobilidade da região lombar e o uso do descanso para as costas.

O experimento foi realizado com sujeitos em seis tipos de cadeiras, sendo que estes estavam lendo ou escrevendo. A postura e o uso do descanso lombar foram medidos e, ao final deste período, testes de conforto geral e testes de desconforto por partes do corpo foram realizados. Três posturas foram determinadas: postura ereta, postura flexionada e postura maximamente flexionada.

A análise dos dados apontou que os lugares de maior desconforto foram os ombros, zona lombar e, em menor proporção, as nádegas e a zona dorsal. Os autores concluíram que a dor lombar é o mais importante fator influenciador do conforto geral quando se está sentado em uma cadeira, sendo o esforço muscular estático o principal causador da dor lombar e dorsal em curto prazo. Dessa forma, adotar posturas com a pelve inclinada pra frente aumenta em curto prazo a dor lombar. A mobilidade da postura e o contato com o apoio lombar ajudam a diminuí-la.

Lueder (2002), em concordância com os estudos de Vergara, Page (2002) afirmou que posturas estáticas contribuem para uma ampla gama de desordens crônicas que incluem artrites, inflamações no tendão e nas bainhas do tendão, degeneração crônica da articulação (artrose), dores nos músculos. Movimentar-se, portanto, torna-se fator importante na prevenção das disfunções da coluna e a cadeira deve ser flexível o bastante para permitir essa movimentação.

A possibilidade da mudança de posição é relevante para evitar a isquemia dos tecidos e facilitar a nutrição dos discos intervertebrais. Keegan (1953) também compartilha dessa opinião. Assim, o fato da poltrona permitir a movimentação do usuário aparece como um fator associado à percepção de conforto do usuário.

4.2. Aspectos dimensionais

Muitos são os estudos da literatura que tratam de aspectos dimensionais para cadeiras e poltronas. Serão apresentados a seguir os estudos realizados em cadeiras e em diferentes meios de transporte.

Conforme mencionado anteriormente, a passagem da postura em pé para a sentada ocasiona uma perda da lordose lombar e, em posturas sentadas sem apoio dorsal, as medidas de pressão nos discos intervertebrais bem como a atividade eletromiográfica dos músculos do dorso são maiores do que na posição em pé.

Dessa forma, considerando esses achados, níveis reduzidos de estresse para a coluna lombar podem ser obtidos através do uso de encostos adequados, sendo o ângulo de inclinação do mesmo o parâmetro mais importante no projeto (CHAFFIN, ANDERSON, MARTIN, 2001; FLOYD, ROBERTS, 1958). Um estudo de Vergara, Page (2000) corrobora essa afirmação. Esses autores estudaram o uso do encosto da cadeira em indivíduos que realizavam tarefas diferentes e associaram com o aparecimento da dor lombar. Eles descobriram que os períodos de grande desconforto lombar estavam associados ao contato apenas parcial com o encosto (apoio apenas dorsal) ou falta de contato com o encosto.

Dentre os tipos mais comuns de encostos, os mais indicados são os ajustáveis e que podem fornecer um bom apoio para a coluna, principalmente para a região lombar. Além de apoiar a região lombar, o encosto deve se possível, ser discretamente móvel para acompanhar o movimento da coluna. Deve também ser ajustável em altura para facilitar o apoio na região lombar e ainda garantir um espaço entre o encosto e o assento para acomodar bem as nádegas durante os movimentos do tronco. Já os encostos que apóiam todo o tronco devem, de preferência, acompanhar as curvaturas normais da coluna, isto, é, devem ser mais côncavos na região torácica, mais convexos na região lombar e apresentar espaço na junção com o assento para acomodar as nádegas. Outra medida que ajuda a diminuir a sobrecarga das costas é a medida do ângulo entre a coxa e o tronco, que deve ser necessariamente maior que 90 graus, ficando preferencialmente em torno de 100 graus (COURY, 1995).

Acrescentando um apoio lombar ajustável ao encosto, o estresse sobre o dorso pode ser ainda mais reduzido, particularmente quando a pessoa se senta em posturas mais eretas (CHAFFIN, ANDERSON, MARTIN, 2001; KEEGAN, 1953). A importância do ajuste de apoio lombar se dá, pois, com a inclinação do encosto, pode

haver uma mudança na sua posição, de forma que o mesmo não fique localizado onde se faz necessário, ou seja, na área lombar inferior. Com o objetivo de fornecer o máximo conforto possível, o apoio lombar deveria ser ajustável tanto em altura como em tamanho (CHAFFIN, ANDERSON, MARTIN, 2001).

Nesse contexto, Knutsson et al (1966) realizou um estudo no qual abordou a medida do ângulo de inclinação do encosto e o tamanho do suporte lombar em uma cadeira especial com ajuste de altura e de inclinação do encosto. Ele estudou quatro grupos de sujeitos: sujeitos normais (n=40, sendo 20 mulheres e 20 homens), sujeitos com dor nas costas sem achados radiográficos nos exames realizados (n=10, sendo 3 homens e 7 mulheres), sujeitos com dor nas costas com mudanças radiográficas pequenas (n=10, sendo 8 homens e 2 mulheres) e sujeitos com dor nas costas com severos achados radiográficos de degeneração discal (n=10, sendo 7 homens e 3 mulheres). Eles estudaram a postura sentada média com dois ângulos diferentes de inclinação do apoio para as costas de 100 e 110 graus, enquanto variavam o suporte lombar em 0,1,2 e 3 cm. Os pacientes sentavam-se contra o apoio, com os joelhos a 90 graus, mão apoiadas nas coxas e olhos fixos em um ponto. Os resultados eletromiográficos favoreceram o ângulo de 110 graus de inclinação do apoio para as costas e 1 a 2 cm para o suporte lombar, exceto pacientes severamente degenerados nos quais o ângulo de 100 graus e 1 a 2 cm de suporte foram favorecidos.

Ainda falando em medida do apoio lombar, Carcone, Keir (2007) examinaram os efeitos da configuração do apoio para as costas sobre a pressão exercida na coluna, a postura adotada e o conforto. Trinta voluntários (15 homens e 15 mulheres), sem histórico de problemas lombares, foram instruídos a digitarem um pequeno texto, sentados em cadeiras sem apoios para os braços ou rodas e com 5 tipos de configurações de apoios para as costas: cadeira somente, cadeira com um apoio para as costas suplementar, (a) cadeira com apoio para as costas suplementar com uma almofada lombar pequena, (b) cadeira com apoio para as costas suplementar com uma almofada lombar média e (c) uma cadeira com apoio para as costas suplementar com uma almofada lombar grande (Figura 11).

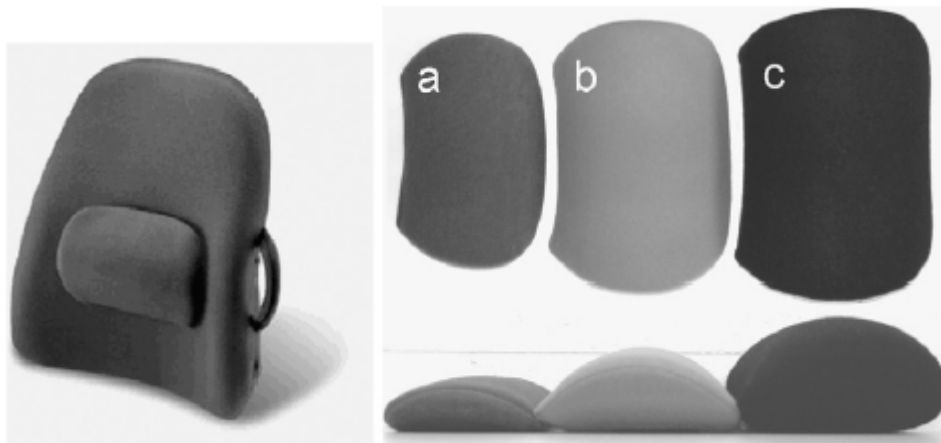


Figura 11– Apoio para as costas suplementar e almofadas lombares.

Fonte: Carcone; Keir (2007)

Medidas de pressão e os ângulos cervicais e lombares foram coletados durante as avaliações de 15 minutos para cada configuração do apoio para as costas. Os dados subjetivos também foram coletados durante cada intervalo e no final de cada protocolo. Os resultados mostraram que a adição de um apoio para as costas suplementar reduz o pico e a média de pressão nas costas em 35% e 20%, respectivamente. A lordose lombar na postura sentada foi observada somente quando as almofadas lombares eram utilizadas, sendo a maior lordose observada proporcional à maior almofada.

Em termos de preferência, viu-se que os participantes preferiam configurações de apoio para as costas que conferiam a menor pressão sobre as costas e menor postura lordótica (apoios para as costas sem almofadas lombares ou com almofadas pequenas). Os resultados também mostraram que as maiores classificações de conforto não são necessariamente aquelas posturas ditas biomecanicamente ideais (CARCONE, KEIR, 2007), ressaltando a importância da avaliação subjetiva do produto durante o projeto.

A importância de se acrescentar o apoio lombar ao encosto está na manutenção da lordose que se retifica quando o indivíduo passa da posição em pé para a posição sentada. Mas é importante ressaltar que esse apoio deve ser de um tamanho que não desencadeie uma hiperlordose, fato que também seria prejudicial e desconfortável.

Uma outra evidência é que fornecer apoio para os braços também reduz os estresses sobre a coluna lombar, reduz a pressão sobre a superfície do assento, favorecendo a sensação de conforto na postura sentada. Porém, é preciso atentar-se para a altura dos mesmos. Quando os apoios de braços são muito altos, o usuário tem que elevar os ombros e/ou abduzi-los. Este também é o caso quando a distância entre um apoio ao outro é muito grande. Se o apoio for muito baixo, por outro lado, o indivíduo

só conseguirá utilizá-lo se deslizar o corpo para frente sobre o assento ou inclinar-se para um dos lados (CHAFFIN, ANDERSON, MARTIN, 2001).

Inclinar o assento da poltrona anteriormente também pode ser benéfico para a manutenção da lordose lombar quando não é utilizado o encosto (CHAFFIN, ANDERSON, MARTIN, 2001). Essa observação é importante, pois assentos inclinados anteriormente em situações de uso do encosto são maléficos uma vez que o indivíduo precisa despender um esforço adicional para se manter contra o mesmo. A inclinação posterior facilita o uso do encosto e previne o deslizamento do corpo sobre a superfície do assento, quando o indivíduo se move sobre a cadeira.

Bendix, Biering-Sorensen (1983), citados por Chaffin, Anderson, Martin (2001) estudaram os efeitos da inclinação do coxim do assento em dez sujeitos: Eles estudaram 4 posições do assento: (1) 0 graus de inclinação; (2) 5 graus de inclinação anterior, (3) 10 graus de inclinação anterior e (4) 15 graus de inclinação anterior. Eles observaram os sujeitos durante 1 hora sentados em uma posição confortável com os cotovelos apoiados na mesa. Os sujeitos classificaram a inclinação do assento de 0 a 5 graus como a mais confortável depois de uma hora sentado enquanto lê. É importante frisar que a inclinação anterior é preferível em situações do não-uso do encosto, caso da atividade acima de leitura, realizada com os cotovelos apoiados sobre a mesa. Já outros autores como Floyd, Roberts (1958) recomendam uma inclinação posterior do coxim do assento de 5.

O apoio para os membros inferiores durante a posição sentada também auxilia na redução do constrangimento advindo da postura, uma vez que proporciona a distribuição e a redução da carga sobre as nádegas e sobre a região posterior das coxas. Dessa forma, os pés devem ficar sempre bem apoiados sobre o piso ou sobre um apoio (CHAFFIN, ANDERSON, MARTIN, 2001).

Nesse contexto, é importante considerar a altura do assento em relação ao solo, uma vez que assentos muito altos vão impedir que o indivíduo apóie devidamente os pés, levando à carga excessiva nas coxas. A tendência, neste caso, é que o indivíduo se sente na parte anterior do assento para conseguir apoiar os pés, postura que também não é benéfica, pois, desta forma, ele perde o contato com o encosto. Em contrapartida, assentos muito baixos fazem com que o ângulo de flexão do joelho torne-se agudo e o peso seja transferido para a superfície do assento em uma pequena área sobre as tuberosidades isquiáticas, ao invés de ser distribuído também pela parte posterior das coxas (CHAFFIN, ANDERSON, MARTIN, 2001).

Normalmente, sugere-se que a superfície do assento esteja a uns 3 a 5 cm abaixo da fossa poplíteia, quando o sujeito está na posição em pé. Esta recomendação se aplica para cadeiras com assentos com inclinação posterior. Para assentos com inclinação anterior, a recomendação é que o assento esteja a 3 a 5 cm acima da fossa poplíteia. (CHAFFIN, ANDERSON, MARTIN, 2001). Coury (1995) sugere que a altura do assento seja 3 cm maior que a distância entre o chão e a parte interna do joelho.

Falando nesse assunto, Corlett (2008), baseado em uma tabela de dados antropométricos suecos, constatou que o padrão de altura de assento utilizado de 45 cm é muito alto para muitas mulheres e para $\frac{3}{4}$ dos homens, levando à concentração de pressão nas coxas. Dessa forma, ele faz a recomendação para a altura do assento de 40 cm em cadeiras não ajustáveis, com uma leve inclinação posterior do coxim para evitar o escorregamento para frente do ocupante.

Quando o assento for muito alto e não ajustável pode-se usar um apoio para os pés, para dar condições de movimento e apoiá-los confortavelmente. Deve também estar ajustado ao assento, isto é, deve ter como altura, a diferença entre a altura ideal e a real do assento (COURY, 1995).

Outra medida importante no dimensionamento de poltronas é a profundidade do assento. Assentos muito profundos vão dificultar que o indivíduo apóie os pés e, como estratégia ele pode projetar-se anteriormente no assento, perdendo o contato com o encosto. Além disso, se o assento for pouco profundo, pode ocorrer a compressão da região poplíteia, ricamente inervada, o que pode desencadear déficits de circulação, formigamento e desconforto.

Goonetilleke, Feizhou (2001) realizaram um estudo para tentar determinar uma profundidade de assentos ótima. Os diversos estudos presentes na literatura divergem quanto à essa medida (Tabela 1).

Tabela 1 – Recomendações da literatura em relação à profundidade do assento.

Fonte	Critério	Profundidade de assento recomendada (cm)
ANSI/HFS 100-1998	Prática industrial padrão	38-43
BS 5940 Parti I (1980)/BS 3044 (1990)		40,5
BellCore(1985)		40.6-43.2
CEN		38-47
DIN		38-42
Padrão sueco		38-43
Bennet (1928)	Menos que 6-8 polegadas entre a área poplítea e a borda frontal do assento.	mais de 20-25
Diffrient et al (1974)		33-41
Kroemer et al (1994)	Não pressionar tecidos perto do joelho.	38-42
Ayoub et al (1987)	10 cm entre a área poplítea e a borda frontal do assento	30,5
Grandjean (1986)		38-42
Courtney e Wong (1985)		40
Pheasant (1991)		< 40,5
Shao e Zhou (1990)	Três quartos do comprimento da coxa	30,4
Lee et al (1998)		38,5
Keegan e Radke (1964)		40,64
Floyd e Roberts (1959)	Distância entre a área poplítea e a borda do assento de 6-8 polegadas (15,2-20,3cm) para adultos; 3ou 4 polegadas para crianças.	

Fonte: Adaptado de Chaffin, Anderson; Martin (2001).

Para isso, uma cadeira com o grau de profundidade “ajustável” foi projetada e desenvolvida. Trinta estudantes chineses foram testados, usando uma escala de classificação de 5 pontos. Os resultados mostraram que, baseado nas medidas objetivas, e nas medidas subjetivas, a profundidade de assento de 31 a 33 cm é adequada para a região sul da China.

Alguns autores realizaram estudos nos quais resumem as principais recomendações em relação ao projeto de cadeiras. Keegan (1953) levanta os fatores mais importantes da cadeira para a proteção dos discos intervertebrais, ilustrados pelos itens na Figura 12: apoio lombar convexo, em conformidade com a curvatura lombar fisiológica (item 1); ângulo mínimo de inclinação do apoio para as costas de 105 graus (item 2); livre espaço para projeção posterior do sacro e nádegas (item 3); suporte torácico convexo com altura inferior à escápula (item 4); suporte para o ombro (item 5); inclinação do encosto ajustável pivoteada em um ponto em linha com a articulação do

quadril (item 6); comprimento máximo do assento (16 polegadas) (item 7); altura do assento em relação ao chão (16 polegadas) (item 8); borda do assento curvada anteriormente (item 9); livre espaço para os pés abaixo do assento (item 10); inclinação posterior do banco de 5 graus para manutenção das costas contra o encosto do assento (item 11). A largura do assento e do encosto devem ser variáveis de acordo com as necessidades individuais.

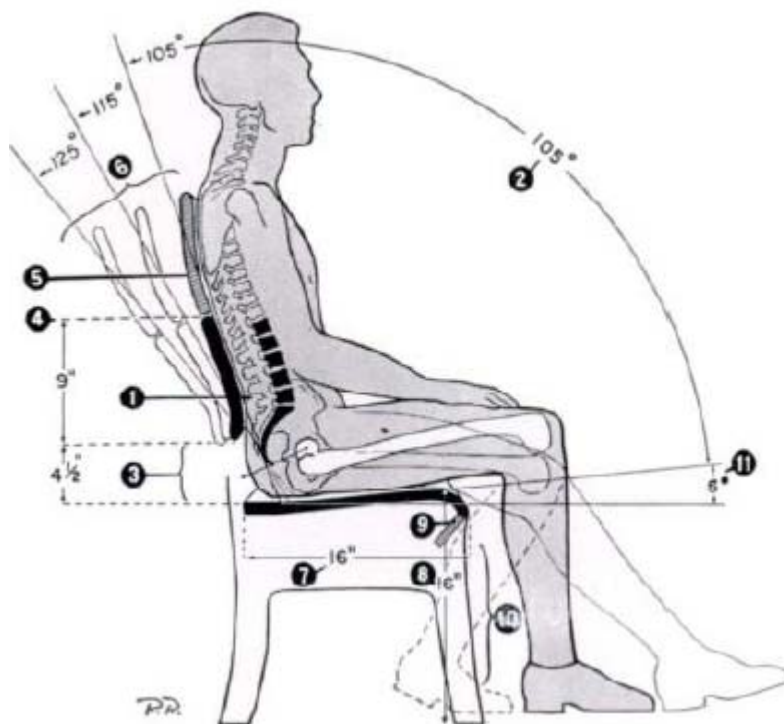


Figura 12– Aspectos importantes do projeto de cadeiras.

Fonte: Keegan (1953)

Harrison et al (1999), usando resultados eletromiográficos e pressões internas disciais, afirma que o ângulo ótimo do apoio para as costas deve ser 120 graus da horizontal, enquanto a inclinação ótima do fundo do assento deve ser aproximadamente entre 0 e 10 graus posteriormente. O suporte lombar ótimo deve ser de 5 cm de protrusão do apoio para as costas e a altura do assento deve ser menor que a distância do joelho ao pé para eliminar pressão na área poplíteica posterior.

Panero, Zelnik (2002) acreditam que um projetista deve ter como base para o projeto dados de antropometria adequadamente escolhidos. As dimensões antropométricas essenciais para o projeto de uma cadeira são mostradas na figura 13 e na tabela 2.

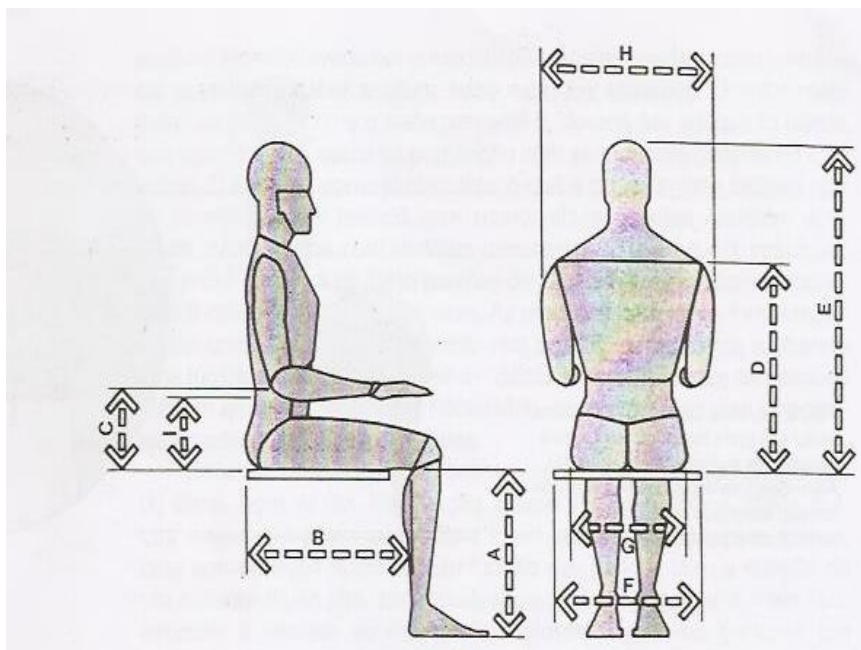


Figura 13- Dimensões antropométricas essenciais para o projeto de uma cadeira.
Fonte: Panero, Zelnik, 2002.

Tabela 2 - Dimensões básicas da antropometria exigidas para o design de cadeiras. Fonte:
Panero, Zelnik, 2002.

MEDIDAS	HOMENS		MULHERES	
	Percentil		Percentil	
	5	95	5	95
	cm	cm	cm	cm
A Altura do sulco poplíteo	39,4	49,0	35,6	44,5
B Comprimento nádega-sulco poplíteo	43,9	54,9	43,2	53,3
C Altura de descanso dos cotovelos	18,8	29,5	18,0	27,9
D Altura dos ombros	53,3	63,5	45,7	63,5
E Altura, sentado normalmente	80,3	93,0	75,2	88,1
F Largura cotovelo a cotovelo	34,8	50,5	31,2	49,0
G Largura do quadril	31,0	40,4	31,2	43,4
H Largura do ombro	43,2	48,3	33,0	48,3
I Altura da região lombar	Ver nota.			

Fonte: Panero, Zelnik, 2002.

De acordo com os autores, uma das etapas básicas no projeto de cadeiras é a altura do topo da superfície do assento em relação ao solo. Do ponto de vista antropométrico, a altura poplíteo ou do sulco poplíteo (distância vertical entre o chão e a

parte inferior da coxa, logo atrás do joelho) deve ser a medida de referência utilizada para estabelecer a altura do assento. A tabela 2 indica um percentil 5 de altura do sulco poplíteo de 39,4 cm para homens e 35,6 cm para mulheres. Porém, considerando o uso de vestuário e sapatos diferenciados é adequado acrescentar à ambos os valores 3,8 cm (PANERO, ZELNIK, 2002).

Outra análise básica no projeto de cadeiras é a profundidade do assento. Na antropometria, o comprimento nádega-sulco poplíteo é a medida ideal a ser utilizada para estabelecer a profundidade adequada do assento. Panero, Zelnik (2002) sugerem uma medida de 43,2 cm para acomodar 95% de todos os usuários (PANERO, ZELNIK, 2002).

O encosto da cadeira é o componente mais difícil de mensurar em termos antropométricos, por conta da quantidade insuficiente de dados relativos à região lombar e à curvatura da coluna. A configuração do encosto deve acomodar o perfil da coluna, sem impedir o usuário de mudar de posição. A altura do encosto pode variar dependendo do tipo e do uso pretendido em questão (PANERO, ZELNIK, 2002).

Quanto ao apoio para os braços, o percentil 70 parece ser um valor ótimo de limitação de altura e o percentil 5 parece ser o mais baixo limite adequado. A literatura, entretanto, recomenda uma altura de apoio de braços entre 17,8 cm e 25,4 cm (PANERO, ZELNIK, 2002).

Iida (2005) propõe uma tabela que contém medidas de dimensionamento para cadeiras de escritório recomendadas por diversos autores e normas técnicas (Tabela 3).

Tabela 3 – Dimensionamento de cadeiras de escritório recomendados por diversos autores e normas técnicas

Autores	Diffrient et al	Panero e Zelnik	Grandjean	Normas técnicas				
				BS	SS	DIN	CEN	NBR
Origem	EUA	EUA	Suíça	Inglesa	Sueca	Alemã	Européia	Brasil
ASSENTO								
Altura (cm)	35-52	36-51	38-53	43-51	39-51	42-54	39-54	42-50
Largura (cm)	41	43-48	40-45	41	42	40-45	40	40
Profundidade (cm)	33-41	39-41	38-42	36-47	38-43	38-42	38-47	38
Inclinação (°)	0 a 5	0 a 5	4 a 6	0 a 5	0 a 4	0 a 4	0 a 5	2 a 7
ENCOSTO								
Largura (cm)	33	25	32-36	30-36	36-40	36-40	36-40	20.5
Ângulo Assento/Encosto	100	95-105		95-105				
APOIO DE BRAÇOS								
Comprimento (cm)	15-21			22	20	20-28	20	20
Largura (cm)	6 a 9			4	4		4	4
Altura (cm)	18-25	20-25		16-23	21-25	21-25	21-25	20-25
Largura entre apoios (cm)	48-56	46-51		47-56	46	48-50	46-50	46

Fonte: Iida (2005)

Também a indústria rodoviária tem se preocupado constantemente com as questões da poltrona de passageiros. Recentemente foi divulgada a resolução CONTRAN N° 316 de 8 de maio de 2009 que entrou em vigor a partir de 1 de julho de 2009, que buscou estabelecer os requisitos de segurança para veículos de transporte coletivo de passageiros de microônibus e ônibus de fabricação nacional e estrangeira. Essa resolução determinou que todos os micro-ônibus (M2) e ônibus (M3), projetados e construídos com a finalidade exclusiva para o transporte de pessoas, deverão estar dotados de corredor interno para acesso dos passageiros a todos os bancos disponíveis e também às portas e às saídas de emergência atendendo as dimensões mínimas estabelecidas nas tabelas abaixo (Tabela 4 e 5).

Tabela 4: Requisitos gerais e dimensões para veículos M2.

Requisitos e dimensões mínimas (mm)	Urbano	Intermun.	Rodoviário	Escolar
Espaçamento entre a borda de um assento e o encosto da poltrona à sua frente ou anteparo (*)	300	300	300	250
Largura dos assentos (simples e duplo) exceto os da última fila	simpl: 400 duplo:800	simpl: 400 duplo:800	simpl: 400 duplo:800	simpl: 400 duplo:800 tripl: 1000
Altura dos assentos medida verticalmente desde o piso até a borda superior exceto nas caixas de rodas (*)	380	380	380	380
Largura do corredor deve ser realizada a 300 mm acima da linha do assento, medida horizontalmente em qualquer ponto do seu percurso, entre as partes interiores mais salientes	350	350	350	300
(*) Estas dimensões devem ser tomadas na linha de centro das poltronas				
Nota: Todas as medidas devem ser realizadas com a poltrona na posição normal				

Fonte: http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/RESOLUCAO_CONTRAN_316_09.pdf

Tabela 5: Requisitos gerais e dimensões para veículos M3

Requisitos e dimensões mínimas (mm)	Urbano	Intermun.	Rodoviário	Escolar
Espaçamento entre a borda de um assento e o encosto da poltrona à sua frente ou anteparo (1)	300	300	300 (4)	250
Largura dos assentos (simples e duplo) exceto os da última fila	simpl: 400 duplo:800 PBT ≤ 10t simpl: 430 duplo:860 PBT > 10t	simpl: 430 duplo:860	simpl: 430 duplo:860 (4)	simpl: 400 duplo:800 tripl: 1000
Altura dos assentos medida verticalmente desde o piso até a borda superior exceto nas caixas de rodas (1)	380	380	380	380
Largura do corredor deve ser realizada a 300 mm acima da linha do assento, medida horizontalmente em qualquer ponto do seu percurso, entre as partes interiores mais salientes	350 (2) PBT ≤ 10t 650 (3) PBT > 10t	350	350 (4) (5)	300
(1) Estas dimensões devem ser tomadas na linha de centro das poltronas				
(2) Para veículos com PBT ≤ 10t				
(3) Para veículos com PBT > 10t				
(4) Estas medidas podem variar em função dos tipos de serviço				
(5) Veículos dotados com mais de um corredor a largura mínima deve ser de 250mm				
Nota: Todas as medidas devem ser realizadas com a poltrona na posição normal				

Fonte: http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/RESOLUCAO_CONTRAN_316_09.pdf

Essa regulamentação visa estabelecer uma medida padrão para as poltronas de ônibus e microônibus que transportam passageiros, de forma a assegurar maior segurança e bem-estar aos mesmos.

Na indústria aeronáutica, como já foi dito anteriormente, a busca por parâmetros de conforto para poltronas é grande. Muitos autores observaram em seus estudos que a diminuição do pitch (distância entre o encosto de uma poltrona para o mesmo ponto do encosto da poltrona da frente) bem como do espaço para as pernas, da largura do assento, da qualidade do estofado e do ângulo de reclinção estariam associados à diminuição da sensação de conforto do passageiro (HINNINGHOFEN, ENCK, 2006; HOUGH, VOJIR, 2003).

Falando em medida do pitch da aeronave, hoje em dia, o RBHA 121 (Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica) juntamente com o FAA americano definem alguns parâmetros que acabam interferindo na concepção das poltronas. A questão da "capacidade de deformação" e os acessos mínimos às saídas de emergência são alguns deles. Assim, o principal documento que o fabricante de poltronas tem que seguir é o TSO-C127, norma desenvolvida pela SAE (Society of Automotive Engineers) que regulamenta o conceito de 16g (16 vezes a aceleração da

gravidade) para os aviões da nova geração (o B777, B737NG, ERJ-190 e o A340 são exemplos). Esses parâmetros são referentes aos tipos de deformação que uma poltrona de avião deve suportar no caso de uma desaceleração brusca que possa atingir até uma força de 16g sobre o conjunto de poltrona, passageiro e estrutura do piso onde está fixada. Os aviões mais antigos têm que cumprir requisitos sobre forças de 9g, no máximo (BERNARDO, 2009).

No entanto, não há, hoje em dia, nenhum limite específico determinado pela autoridade aeronáutica para a distância entre as poltronas, bastando os fabricantes comprovarem que os parâmetros de deformação e proteção ao passageiro foram atendidos durante o processo de homologação da poltrona e do avião (BERNARDO, 2009).

Outro parâmetro que limita a distância entre poltronas é o esforço que a estrutura do piso pode suportar. Como exemplo temos o B767 que só admite "pitches" de até 30" sem a necessidade de reforço nos trilhos onde a poltrona é fixada (BERNARDO, 2009)

Uma vez que não existe uma dimensão mínima estabelecida para o espaço entre as poltronas de classe econômica as empresas ficam livres para determinar os seus padrões. Partindo do conhecimento de que existem alianças entre grupos de companhias que pretendem oferecer níveis de conforto parecidos, existe uma tendência de 32" (81,28 cm) ser uma dimensão mínima "universal" para o "pitch" entre as poltronas da classe econômica (BERNARDO, 2009).

Hinninghofen; Enck (2006) em seu estudo observaram que a medida na classe econômica é, em média, 76-86 cm. Para esses autores, o pitch restrito é associado ao pouco conforto e restringe o grau de reclinção da poltrona, um fator muito importante principalmente em viagens noturnas. Huet (2003) cita a recomendação de um mínimo de 700mm (27.5 polegadas) de espaço para joelhos para os homens europeus com percentil 99.

Recentemente a ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) apresentou os resultados de uma pesquisa sobre o espaço interno de aeronaves, na qual foram entrevistados e medidos antropometricamente 5.305 homens, nos 20 principais aeroportos do Brasil. A pesquisa também realizou medidas das poltronas de aeronaves e das pessoas. Segundo a pesquisa, a distância entre as poltronas, de, no mínimo, 73,6 centímetros, atende à maioria dos passageiros. Isso porque 92% das pessoas ouvidas possuem menos de 65 centímetros de comprimento entre a região glútea e o joelho (Disponível em <http://g1.globo.com/bomdiabrasil>).

A medida do pitch também foi alvo de discussão no International IIR Fórum Aircraft Seating que aconteceu em 2008. De acordo com os palestrantes, há alguns dilemas antropométrico-econômicos relativos à classe econômica básica. A questão é que as medidas de largura e pitch das tradicionais poltronas de classe econômica acomodam a vasta maioria dos indivíduos e, portanto, relativamente poucos indivíduos aparecem fortemente motivados para pagar por mais espaço. (INTERNATIONAL IIR FÓRUM AIRCRAFT SEATING, 2008).

Apesar das últimas pesquisas atestarem que a medida do pitch acomoda a vasta maioria dos passageiros, essa medida continua sendo uma das principais reclamações. Assim, na última década, os fabricantes de poltronas tentaram buscar soluções que ajudassem a diminuir a sensação de desconforto provocada pelos "*itches*" reduzidos, que a guerra de tarifas forçava as grandes companhias a adotarem (HUET, 2003).

Uma tendência da indústria foi fornecer aos passageiros uma classe intermediária entre as classes executiva e a econômica, com uma poltrona levemente mais espaçosa que a da classe econômica e menos espaçosa que a da classe executiva. Uma das empresas que adotou essa medida foi a United Airlines. O pitch da Classe Econômica Plus, como foi chamada a classe intermediária, passou para 36 polegadas (contra 31 polegadas da classe econômica normal). Essa nova sessão ofereceu aos passageiros 35% mais espaço aos passageiros (COFFMAN et al, 2003).

Outra solução é modificar a disposição das poltronas. Segundo uma fabricante de aeronaves, o espaço de uma cabine é finito e por isso o maior esforço é em como utilizar, da melhor maneira possível, esse espaço existente. A orientação das poltronas pode ser feita de uma maneira eficaz para conferir maior espaço sem diminuir o número de poltronas dentro da aeronave (INTERNATIONAL IIR FÓRUM AIRCRAFT SEATING, 2008)

Dentro dessa perspectiva, Carter (2001) realizou um estudo utilizando a metodologia TRIZ (em russo, "Teoria da Solução Inventiva do Problema"). Ele propôs a utilização da assimetria na disposição das fileiras para aumentar o conforto sem diminuir o número de poltronas (Figura 14). O ponto de partida foi o layout padrão da aeronave (nº 1). A partir desse layout padrão o autor propôs que as fileiras fossem dispostas uma à frente da outra (nº 2). Em seguida, as poltronas foram expostas assimetricamente, de forma que as pernas dos passageiros voltaram-se na direção do vão entre as duas poltronas da frente (n.3), aumentando o espaço disponível para as pernas.

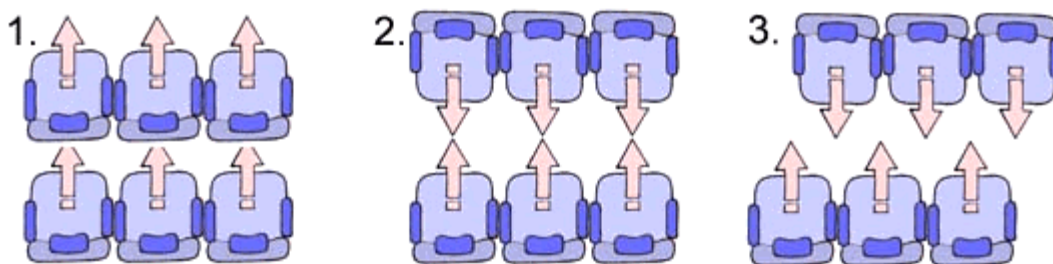


Figura 14 - Assimetria na disposição das poltronas.

Fonte: Carter, 2001.

Contudo, tal disposição, apesar de aumentar o espaço para as pernas levou à perda de uma poltrona por fileira, o que tornou a medida inviável economicamente. Diante disso, o autor propôs o aumento do nível de assimetria, de forma que o conjunto de seis poltronas fosse rotacionado (nº 4) e as poltronas fossem posicionadas na linha da fileira original (nº 5) para diminuir o espaço ocupado (Figura 15).

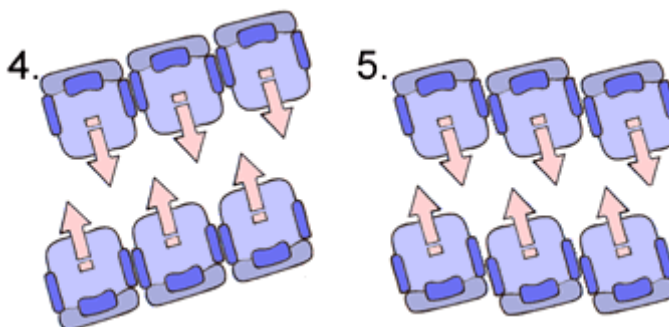


Figura 15- Nova proposta de assimetria.

Fonte: Carter, 2001.

Através desta disposição, aumentou-se consideravelmente o espaço para as pernas sem que fosse necessário diminuir o número de poltronas na aeronave.

Além da medida do pitch da aeronave, outro parâmetro importante para o projeto de poltronas aeronáuticas é a largura do assento e do encosto. Huet (2003) afirma que 30% das poltronas utilizadas hoje em dia no mercado são mais estreitas que a recomendação de 42 cm (17 in). Poltronas apertadas não são confortáveis, uma vez que tornam difíceis os exercícios regulares, levam a distúrbios respiratórios, restrições no trânsito gastrointestinal; e circulação anormal do sangue, o que pode causar edema e isquemia nos membros inferiores.

Além disso, uma pesquisa desenvolvida pela Boeing mostrou que acrescentar poltronas adjacentes vazias e aumentar a largura do encosto aumenta a preferência dos

passageiros, pois, historicamente, o contato dos ombros aparece como sendo o motivo das pessoas quererem maior largura, ao invés da largura dos quadris (INTERNATIONAL IIR FÓRUM AIRCRAFT SEATING, 2008).

Na mesma pesquisa realizada pela ANAC e citada anteriormente, observou-se que a distância lateral entre as poltronas das aeronaves de hoje não é suficiente. De acordo com o estudo, a largura média do encosto é de 45 centímetros, enquanto que 70% dos passageiros pesquisados têm mais de 45 centímetros de largura entre os ombros. Por isso, torna-se difícil dois homens sentarem lado a lado sem que pelo menos um deles fique mal acomodado. Pensando nesses resultados, a ANAC pensa em criar um selo que vai diferenciar as empresas que oferecerem poltronas mais amplas, uma vez que, hoje em dia, não existem regulamentações sobre a largura, sendo as companhias brasileiras e internacionais livres para configurar o tamanho das poltronas (Disponível em <http://g1.globo.com/bomdiabrasil>).

Com relação aos outros fatores da poltrona, Huet (2003) cita Brauer (2003) ao falar sobre a medida do apoio lombar da poltrona. Em sua reportagem, publicada na Aircraft Interiors International de 2003, Brauer afirma que o apoio lombar é o item mais perigoso em termos de padronização frente à diversidade antropométrica existente. Afirma ainda que, apesar da literatura sugerir que a poltrona tenha uma saliência convexa na região lombar, útil para manter a lordose que se retifica na postura sentada, a grande variedade de conformações nas curvaturas de coluna vertebral é favorável a encostos relativamente retos. As notas mais favoráveis foram para uma distância máxima entre a superfície do encosto e o apoio lombar de 0.5 polegadas (~1,5cm), enquanto as piores notas foram para distâncias maiores que 1.1 polegadas (~2,8cm) (HUET, 2003).

Para esse problema da padronização do apoio lombar, algumas aeronaves já introduziram o suporte lombar inflável, localizado dentro da cavidade do estofamento do encosto. Este confere aumento na percepção do conforto, com uma pequena modificação no peso da poltrona (INTERNATIONAL IIR FÓRUM AIRCRAFT SEATING, 2008). O suporte lombar inflável parece ser uma alternativa bastante viável, uma vez que proporciona a manutenção da lordose lombar durante a postura sentada e resolve o problema da diversidade de conformação da coluna dos passageiros, uma vez que ele pode ajustar o apoio de acordo com a sua necessidade.

O suporte para o ombro e o descanso para a cabeça também permitem mínimos ajustes em aeronaves, o que os torna inviáveis para indivíduos que fogem dos padrões

antropométricos médios. Outros problemas são: os descansos para os braços que não permitem quaisquer ajustes de altura ou conformidade; e a altura do assento em relação ao solo que não atende à diversidade antropométrica (HOUGH, VOJIR, 2003).

Como podemos observar, no Brasil ainda não há uma regulamentação acerca dos espaços da poltrona. No mundo, uma tentativa de regulamentar os espaços entre poltronas foi realizada pela Civil Aviation Authority (CAA), agência que regula a aviação no Reino Unido. Através da Airnorthiness Notice 64 (AN64), a partir de março de 1989, todas as aeronaves do Reino Unido com mais de 5700kg certificadas para transporte de passageiros deveriam possuir uma distância mínima entre assentos.

Os requisitos da AN64 foram desenvolvidos baseados em dados antropométricos, percentil 5% feminino e percentil 95% masculino, e estão ilustrados pela Figura 16 e pela Tabela 6.

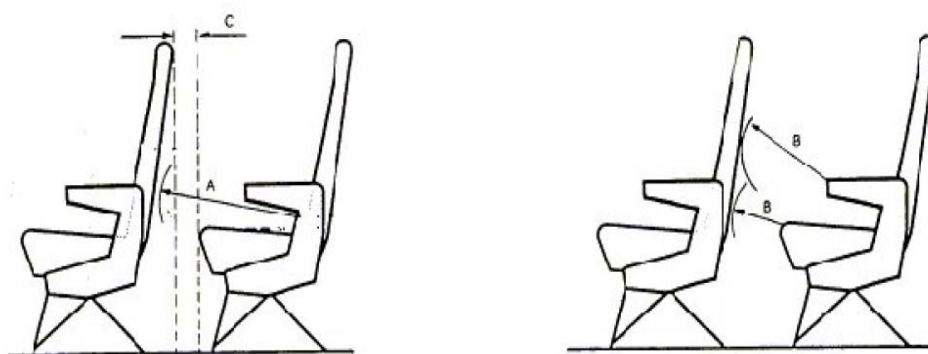


Figura 16 – Regulações definidas pela AN64.

Fonte: Quigley et al (2001)

Tabela 6 – Requisitos da AN64

Dimensão	Descrição	Mínimo
A	Distância mínima entre a almofada do suporte lombar de uma poltrona e as costas da poltrona ou estrutura fixa da frente.	26 inches (66 cm)
B	Distância mínima entre o assento e outro ou outra estrutura fixa da frente	7 inches (180 mm)
C	Distância mínima vertical entre duas linhas projetadas entre as fileiras dos assentos ou entre o assento e qualquer estrutura fixa da frente	3 inches (76 mm)

Fonte: Quigley et al (2001)

Mas foi em 2001 que Quigley et al reviram essas medidas dimensionais definidos pela AN64. O trabalho baseou-se na revisão dos dados antropométricos tomados da PepopleSize e da Adultdata, que abordou os dados de todas as fontes disponíveis e levou em conta o aumento do tamanho das pessoas ao longo do tempo. Os mais recentes conhecimentos das causas e incidências da trombose venosa profunda também foram abordados. Um questionário aplicado aos passageiros bem como uma análise de modelos humanos no CAD foram utilizados para analisar os requisitos e prever a necessidade de aumentar seu alcance.

O estudo mostrou que as dimensões A,B,C são críticas e os mínimos valores devem ser aumentados para abrangerem uma maior porcentagem da população européia. Recomenda-se que a dimensão A aumente para, pelo menos 711 mm (28,2”) para acomodar 95% da população européia, garantindo que os joelhos não entrem em contato com a poltrona da frente e facilitando o acesso/saída da poltrona e a flexibilidade postural. Para abranger 99% da população o ideal seria que a dimensão A aumentasse para 747 mm (29,4”).

Quanto à dimensão B, a análise também considerou as medidas inadequadas tanto pra passageiros grandes como pequenos. Essa dimensão pode ser melhor expressa através de dois valores separados. Entre 230 e 255 mm (9 e 10 inches) pode ser aceitável como a distância entre o apoio para os braços e a estrutura fixa da frente e um mínimo de 210 mm (8,3”) para a distância entre a almofada do assento e a estrutura fixa.

A dimensão C deve ser aumentada de 3” (75mm) para 12” (305mm) para abranger 95% da população européia. Porém, esse valor foge aos padrões da economia, pois seria necessário um aumento muito significativo nos pitches da aeronave.

Também foram revistas as medidas de altura, profundidade e largura do assento. A altura do assento em relação ao chão foi considerada alta para passageiros do sexo feminino de pequena estatura, o que pode levar à falta de suporte adequado para a coluna, ocasionando patologias para passageiros que viajam freqüentemente. Abaixar a altura do assento, no entanto, pode produzir problemas. Um descanso para pés/pernas pode ser benéfico, contanto que seja dobrável de maneira a não prejudicar o espaço para os pés e causar alguma obstrução ao movimento durante a entrada/saída da poltrona.

Um problema similar ocorre com a profundidade do assento. Um comprimento máximo de 423 mm (16.7”) é recomendado.

A amostra de poltronas de classe econômica selecionados randomicamente para a realização deste estudo também mostrou inadequações quanto ao espaço entre os descansos para os braços, o que resulta em um grande número de passageiros com dificuldades em entrar e sair da poltrona. Uma largura mínima de 497 mm (19.6”) é recomendado entre assentos (ideal de 584 mm (23”). Além disso, uma largura mínima do apoio para as costas de 536 mm (21.1”) é recomendada (ideal 608 mm (23.9”).

É importante ressaltar que apesar do estudo, realizado em 2001, não ocorreram mudanças nos padrões existentes (QUIGLEY, 2001).

Concluimos, portanto, que muitos são os estudos que investigam as medidas dimensionais para poltronas. Esses estudos serão compilados no final deste capítulo e posteriormente, serão comparados às medidas atualmente utilizadas na aviação comercial brasileira, para verificar se existe uma compatibilidade.

4.3 Materiais: espumas e revestimentos

Não foram encontrados muitos artigos científicos que tratam da questão dos materiais que devem ser utilizados para a confecção de cadeiras e poltronas. Keegan (1953) falando do conforto em cadeiras ressalta que o material de revestimento deve ser poroso e áspero para fornecer ventilação e sustentação ao ocupante. Iida (2005) concorda com Keegan (1953) e acrescenta ainda que o material deve ter característica anti-derrapante e ter capacidade de dissipar o calor e o suor gerados pelo corpo.

Com relação à dureza do estofamento, Iida (2005) afirma que, até recentemente costumava-se recomendar estofamento duro, por ser mais adequado para suportar o peso do corpo. Os estofamentos muito macios não proporcionam um bom suporte porque não permitem um equilíbrio adequado ao corpo. Por outro lado, o estofamento muito duro provoca concentração da pressão na região das tuberosidades isquiáticas, gerando fadiga e dores na região das nádegas. Uma situação intermediária, com uma leve camada de estofamento mostra-se benéfica, reduzindo a pressão e aumentando a área de contato. Esse estofamento, no entanto, deve ser montado sobre uma base rígida, para suportar o peso do corpo.

Em aeronaves, a preocupação com o material que constitui e reveste as poltronas é especialmente importante pelo fato da indústria aeronáutica ser regida por inúmeras

normas e regulamentações. Em primeiro lugar, o peso das poltronas de aeronave tende a ser cada vez mais motivo de preocupação das fabricantes. Os esforços são no sentido de diminuí-lo, por isso a pesquisa de materiais e técnicas estão cada vez mais freqüentes. (INTERNATIONAL IIR FÓRUM AIRCRAFT SEATING, 2008).

Além disso, a estrutura e o estofamento podem representar elementos essenciais para a satisfação do passageiro. A estrutura da poltrona deve proporcionar ao passageiro uma sensação de conforto não só em viagens de pequena e média duração, mas também em viagens longas. Nesse contexto, um problema tem sido observado. Durante várias décadas os espaços dentro do avião sofreram redução e, conseqüentemente, o estofamento das poltronas ficou mais fino. Esse fator não é tão inconveniente na posição sentada, mas na posição deitada as cargas se multiplicam e uma poltrona fina não consegue suportá-las. Por isso foi inventado um sistema, em que, na posição deitada, câmaras infláveis aliadas à estrutura do encosto aumentam o suporte ao corpo do passageiro. Esse sistema é controlado automaticamente em relação ao ângulo de reclinção do encosto e já se encontra em aeronaves da Lufthansa e do Qatar (INTERNATIONAL IIR FÓRUM AIRCRAFT SEATING, 2008)

A prevenção do deslizar da pelve na superfície do assento é outro aspecto importante para ajudar a prevenir a deformação da lordose lombar. Dessa forma, estudos de ergonomia salientam a importância do tecido usado para revestir as poltronas, que deve evitar o deslizamento. Não é possível, no entanto, a manutenção da pelve contra o encosto durante a viagem toda, por causa da pressão dos ossos da pelve contra os tecidos das nádegas. É preciso preservar a lordose lombar e favorecer a mobilidade dentro do espaço da poltrona (HUET, 2003).

Falando em normas e regulamentações novamente, o material que reveste as poltronas deve respeitar requisitos de segurança como a flamabilidade e, além disso, deve ser viável em termos de peso e custo.

Por ser a flamabilidade um dos requisitos mais importantes da segurança, os fabricantes de poltronas se desdobram para criar soluções. Uma empresa fabricante de estofados descobriu que a modificação no poliéster fornece um alto grau de retardo da chama por parte do tecido e ainda fornece um efeito anti-microbiano. Quando comparado com a lã esse novo material de revestimento oferece algumas vantagens: não necessita de nenhum acabamento adicional, possui capacidade permanente de retardar a chama, alta resistência à abrasão, baixo peso, fácil manutenção e baixa toxicidade. Em relação ao couro apresenta menor peso, alto conforto, fácil manutenção e boa aparência.

Além disso sua produção não prejudica o meio-ambiente, com baixos índices de emissão de poluentes e fácil reciclagem (INTERNATIONAL IIR FÓRUM AIRCRAFT SEATING, 2008).

Seymour, Powell citado por Carter (2001) propuseram um novo material para poltronas de aeronaves, semelhante ao material utilizado em redes de descanso. Tal material diminui o volume da poltrona e, conseqüentemente confere maior espaço ao passageiro. Além disso, diminui o peso da poltrona e previne altas temperaturas e umidade excessiva, outras preocupações que devem ser levadas em consideração durante a escolha do material de revestimento (Figura 17).

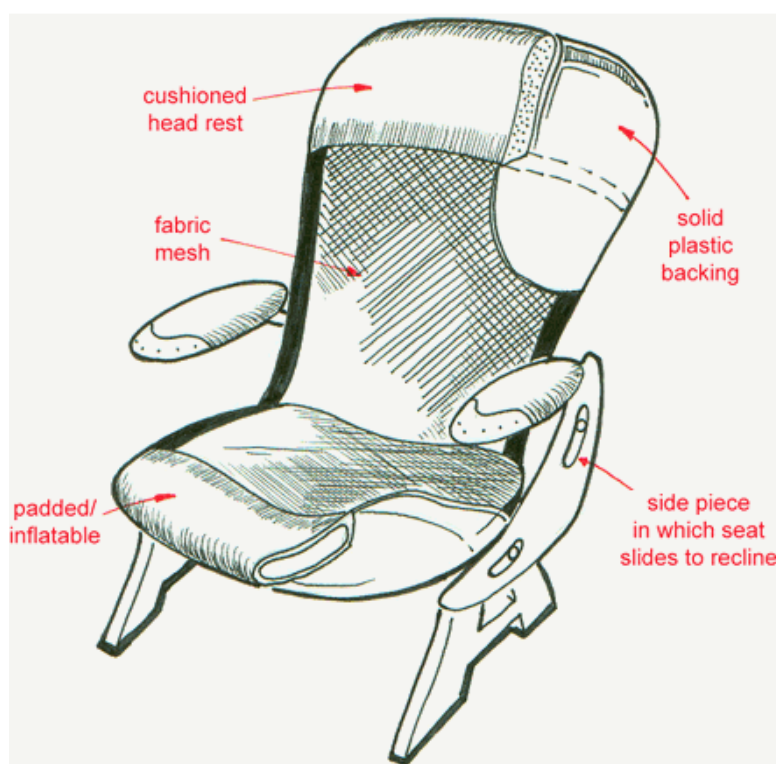


Figura 17 – Poltrona proposta por Seymour,Powell.

Fonte: Carter (2001).

A espuma que constitui as poltronas também é tema de discussão pois, assim como o material de revestimento, deve respeitar as normas de segurança. Os projetistas devem aliar características da espuma como inflamabilidade, toxicidade, densidade e dureza às preferências dos consumidores para projetar poltronas confortáveis e de longa duração (INTERNATIONAL IIR FÓRUM AIRCRAFT SEATING, 2008).

Hoje em dia as espumas de poliuretano são muito utilizadas por cumprirem requisitos de consistência, dureza e densidade. Ela é capaz de fornecer elasticidade e

durabilidade adequadas. Devido à necessidade de redução da grossura dos estofamentos, a densidade e a dureza das espumas têm sido aumentadas (INTERNATIONAL IIR FÓRUM AIRCRAFT SEATING, 2008)

Essa espuma pode ser produzida com dureza e densidade específicas. A dureza é independente da densidade e pode, no caso das espumas moldadas, ser ajustada durante a produção. Considerando a grossura limitada permitida nos estofados das poltronas, a densidade mais utilizada das espumas de poliuretano deve estar entre 55 e 65 kg/m³.

Espumas de poliuretano apresentam uma rápida resposta de retornar à sua forma ou contorno quando o peso é retirado. Além disso, as poltronas produzidas com esse tipo de espuma garantem segurança, no quesito flamabilidade, por exemplo, e apresentam menor peso. (INTERNATIONAL IIR FÓRUM AIRCRAFT SEATING, 2008)

A espuma de poliuretano pode dar origem a outros derivados. A espuma Ester, por exemplo, é um poliéster baseado na espuma de poliuretano, primariamente empregada na produção de poltronas automobilísticas. A espuma de polietileno (Ethafoam) é resistente por natureza, o que protege os estofados dos repetidos impactos. Para uso no setor aéreo, essa espuma contém aditivos que retardam a chama de acordo com a FAR (Federal Aviation Regulation) e pode ser usada em componentes do interior de aviões comerciais. Essa espuma pode ser utilizada para substituir as espumas de poliuretano em estofados de poltronas para reduzir o peso. Já a espuma Ether é uma espuma de baixo custo, alta resistência, usada principalmente em embalagens e em estofados, quando combinada com aditivos de resistência ao fogo. É altamente resistente à compressão, tem boa absorção acústica e boa avaliação no isolamento térmico (INTERNATIONAL IIR FÓRUM AIRCRAFT SEATING, 2008)

Como já foi dito, a escolha da espuma que constitui a poltrona deve respeitar uma infinidade de normas de segurança. No quesito flamabilidade, um dos mais severos da aviação, os fabricantes devem respeitar normas como as FAR 25.853 (a,c,d) (INTERNATIONAL IIR FÓRUM AIRCRAFT SEATING, 2008).

Assim, pode-se concluir que, na indústria aeronáutica, há um aspecto mais complicado quando o assunto é realizar mudanças, que é o da certificação, pois esta deve levar em consideração vários aspectos, sobretudo o da segurança. Segundo Seymour e Powell (2003), citados por Hough, Vojir (2003) as dificuldades de um processo de certificação de qualquer novo design de poltrona talvez expliquem o motivo destas não terem passado por mudanças muito significativas nos últimos 25 anos.

4.4 Distribuição de pressão

A distribuição da pressão na interface assento/encosto-ocupante é um fator altamente ligado à percepção de conforto/desconforto dos usuários. Um alto nível de pressão superficial pode comprimir os vasos sanguíneos dos tecidos, restringindo a circulação e causando desconforto (NORO, FUJIMAKI, KISHI, 2005; MOES, 2000; GOONETILLEKE, 1998; STUMPF et al, 2002).

Vink, Looze, Kuijt-Evers (2005b) citam um estudo feito por Looze, no qual 15 cadeiras de escritório contemporâneas foram avaliadas, segundo o instrumento de avaliação proposto por Helander, Zhang (1997). Os resultados mostraram que a distribuição da pressão uniforme no encosto da poltrona é um determinante do desconforto, enquanto o conforto está associado à uniformidade na distribuição da pressão do assento.

Muitos estudos encontrados na literatura são direcionados à análise da distribuição da pressão em indivíduos portadores de deficiências, que necessitam fazer uso da cadeira de rodas. Esses estudos recomendam que o peso do corpo seja uniformemente distribuído pela superfície do assento a fim de evitar o aparecimento das chamadas úlceras de pressão, que ocorrem quando a pressão excede a pressão dos vasos capilares levando à diminuição da circulação local e à necrose isquêmica (KÄRKI, LEKKALA, 2006; DHINGRA, TEWARI, SINGH, 2003; JOHANSSON, NILSSON, 2006).

Entretanto, o mapeamento de pressão é principalmente utilizado para aplicações comerciais, como design e produção de poltronas, para monitorar a distribuição da pressão na interface assento/encosto-ocupante. O sistema é tipicamente constituído por um conjunto de sensores, um computador e um software que analisa os dados de pressão (KÄRKI, LEKKALA 2006).

A utilização desta técnica não é um processo simples, uma vez que pessoas diferentes sentadas na mesma cadeira podem gerar mapas de pressão diferentes, dependendo do peso e da estrutura corporal (STUMPF et al, 2002). Além disso, não se sabe ao certo quais valores de distribuição da pressão são ótimos, embora guias gerais existam (LUEDER, 1983).

Um fator que deve ser considerado é que mudanças no ângulo de inclinação do encosto afetam o centro de gravidade e, conseqüentemente o local e a magnitude da

pressão, bem como mudanças de postura, como o fato de cruzar as pernas ou elevar os pés. Todos esses fatores afetam na distribuição da pressão para as coxas e nádegas (TREASTER, 1987).

É por esse motivo que é difícil recomendar contornos ideais para assento e encosto, bem como os níveis de maciez capazes de minimizar os pontos de pressão desconfortáveis, para todos os usuários. As recomendações são que a distribuição da pressão seja maior na região dos ísquios, na posição sentada ereta, e nas áreas lombar e torácica na posição sentada reclinada, sempre evitando a área das coxas, próxima aos joelhos (STUMPF et al, 2002; FLOYD, ROBERTS, 1958; DHINGRA, TEWARI, SINGH, 2003).

Além disso, a borda do assento deve ser bem contornada para evitar compressão nos tecidos embaixo das coxas e a profundidade tanto do assento quanto do encosto devem ser determinadas analisando dados de distribuição de pressão (TREASTER, 1987).

A tolerância à pressão varia para cada pessoa, mas no mapeamento de pressão, o valor de 32 mm de Hg tem sido utilizado em muitas pesquisas, de acordo com Kärki, Leikkala (2006). Qualquer valor maior que 32 mm de Hg é marcado no mapa de pressão com cores fortes, como amarelo e laranja. Os valores de pressão satisfatórios aparecem com diferentes tons de verde (KÄRKI, LEKKALA, 2006). Schmeler, Buning (1999) refutam esse valor ao afirmar que o valor 32 mm de Hg é a pressão dos capilares no nível do coração. Afirmando, portanto que o valor de 60 mm de Hg é um número melhor para se utilizar como referência no mapeamento de pressão.

Muitos autores buscam estudar a melhor distribuição da pressão em cadeiras e poltronas. Treaster (1987) examinou os efeitos dos ângulos de inclinação do encosto na distribuição da pressão na poltrona. Através de seu estudo, mostrou que quando o encosto estava em um ângulo de 120 graus a distribuição da pressão foi mais adequada do que em ângulos menores. A explicação está no fato de que, quando o tronco forma um ângulo de 90 graus com a coxa, muito do peso do corpo é sustentado apenas pelas tuberosidades isquiáticas e, como a área de superfície é relativamente pequena, os níveis de pressão são muito altos. Quando o ângulo entre o dorso e a coxa aumenta, uma maior parte do peso do corpo é transferida para o encosto e menos para as tuberosidades isquiáticas, favorecendo uma melhor distribuição da carga. Também a pressão no encosto foi melhor distribuída quando o assento estava inclinado a 10 graus do que a 0 graus.

Na indústria automobilística, recentes avanços em tecnologias de sensores têm permitido inovações e melhorias na caracterização da interface poltrona-ocupante. Alguns pesquisadores têm sugerido que a distribuição da pressão afeta as percepções do conforto. Isso, de acordo com Kolich (2007) é controverso. O que se tem dito, segundo o estado atual de conhecimento, é que uma boa distribuição da pressão indica suficiente e balanceado suporte para as áreas do corpo em contato com a poltrona do automóvel. Essa técnica tem sido largamente utilizada no ramo automobilístico.

Falando em estudos que buscaram correlações entre distribuição da pressão e desconforto em poltronas de automóveis, temos o estudo feito por Mergl et al (2005). Neste estudo, além do mapeamento de pressão, os autores realizaram a análise subjetiva que se deu através de uma entrevista desenvolvida e avaliada por Hartung (2005), citado por Mergl et al (2005), combinado com um Mapa Corporal aliado à escala CP50, desenvolvida por Shen, Parsons (1997), citado por Mergl et al (2005) (Figura 18). Em adição à escala CP50, os sujeitos avaliavam o nível de desconforto para cada parte do corpo, através de uma escala de quatro pontos, contendo as seguintes avaliações: bastante inaceitável, inaceitável, aceitável, bastante aceitável. Kolich (2007) compartilha da opinião de que uma avaliação subjetiva deve ser atrelada à medição de pressão.

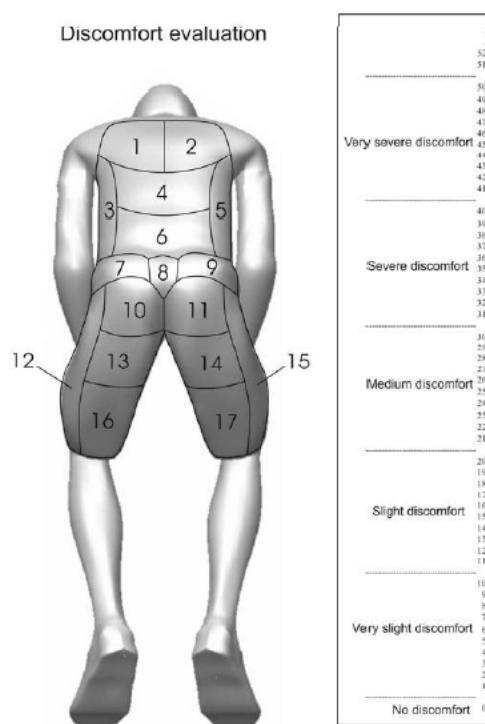


Figura 18: Escala CP50 e Mapa Corporal.

Fonte: Mergl et al (2005)

Como resultados, o autor encontrou algumas medidas importantes, que podem ser resumidos nas tabelas 7 e 8. Nestas tabelas, o autor fez uma comparação dos valores de porcentagem de pressão máxima e carga encontrados no seu estudo e os valores recomendados na literatura.

Tabela 7 – Comparação dos resultados com a literatura em relação aos valores de pressão máxima

	Pressão máxima (Mergl)	Pressão Máxima (literatura)
Nádegas	<20 kPa	10-30 kPa (Diebschlag, 1984)
		7-20 kPa (Congleton, 1988)
		5,1-6,4 kPa (Hartung, 2005)
Coxas	< 0,7 kPa	2-8 kPa (Diebschlag, 1984)
		<3 kPa (Hartung, 2005)

Fonte: Adaptado de Mergl et al, 2005

Tabela 8 – Comparação dos resultados com a literatura em relação aos valores de porcentagem de carga

	Porcentagem de carga (Mergl)	Porcentagem de carga (Hartung, 2005)
Nádegas	24,5-28,5	28
Porção média das coxas	<14	15
Porção anterior das coxas	< 3	3

Fonte: Adaptado de Mergl et al, 2005

Zenk (2008) citado por Vink (2009) também realizou um estudo para investigar a porcentagem ideal de carga para cada parte da poltrona, bem como as medidas máximas de pressão desejáveis (Figura 19)

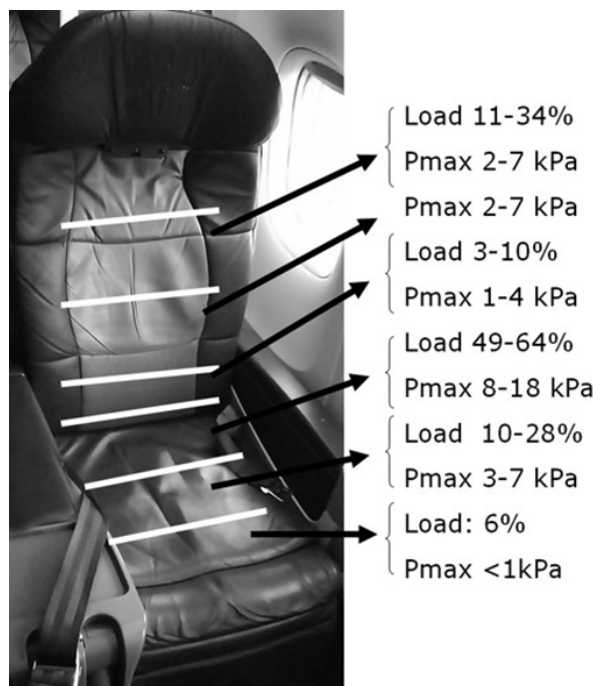


Figura 19 – Valores ideais de carga e pressão em poltronas de automóveis.

Fonte: Zenk (2008) citado por Vink (2009)

Podemos constatar que estudos apresentam resultados semelhantes quanto aos valores de carga e pressão para as regiões das nádegas e coxas.

Como foi visto, é difícil recomendar valores ideais de pressão na poltrona. O que é consenso hoje em dia, é que a distribuição da pressão seja maior na região dos ísquios, na posição sentada ereta, e nas áreas lombar e torácica na posição sentada reclinada, sempre evitando a área das coxas, próxima aos joelhos

4.5 Fatores de conforto

Alguns estudos, ao invés de avaliarem o desconforto sentado focaram suas análises na percepção de conforto do passageiro. Em um estudo de Cassar, Gross (1995) foram aplicados questionários com 20 usuários de automóveis para entender alguns fatores importantes para o projeto de poltronas. Também foi avaliada a importância dos fatores de ajuste presentes em poltrona de automóveis. As tabelas 9 e 10 resumem os resultados dos questionários administrados.

Tabela 9– Importância dos fatores de ajuste da poltrona (Classificação dos fatores mais importantes para os menos importantes).

Fatores	Classificações		
	1	2	3
1. Reclínio do encosto da poltrona	65	35	0
2. Suporte lombar	70	30	0
3. Altura do assento (em relação ao chão)	35	60	5
4. Inclinação do assento	70	30	0
5. Posição do apoio para cabeça	60	20	20

1. É muito importante para mim que esse fator de ajuste seja fornecido.
2. Esse fator de ajuste não é importante para mim, mas eu sinto que ele deve ser fornecido.
3. Eu não dou importância para esse fator de ajuste.

Fonte: Adaptado de Cassar; Gross (1995)

A Tabela 9 traz os resultados de uma pesquisa que visava investigar qual a importância dos fatores de ajuste serem fornecidos na poltrona. Os resultados mostraram que o ajuste de suporte lombar e de inclinação do assento foram os fatores considerados mais importantes pelos indivíduos estudados, e que o ajuste de posição do apoio de cabeça e o ajuste da altura do assento em relação ao solo, foram os menos importantes.

Tabela 10 - Importância dos atributos da poltrona (Caracterização dos fatores mais importantes para os menos importantes).

Fatores	Classificações		
	1	2	3
1. Suporte lombar	65	35	0
2. Dureza do encosto	50	45	5
3. Textura e material do estofado.	25	40	35
4. Dureza do assento.	60	30	10
5. Suporte torácico	70	25	5
7. Presença de descanso para os braços	50	30	20
8. Suporta para as nádegas	60	30	10
9. Suporte lateral do encosto	15	40	10
10. Suporte para as coxas	75	20	5
11. Aparência física da poltrona	50	40	10
12. Tamanho do assento	10	35	55
13. Suporte lateral do assento	15	40	45
14. Suporte de cabeça e pescoço	55	45	0
15. Cor da poltrona	30	50	20

1. Esse atributo da poltrona afeta muito a minha percepção de conforto.
2. Esse atributo afeta às vezes minha sensação de conforto.
3. Minha percepção de conforto não é afetada por esse atributo.

Fonte: Adaptado de Cassar, Gross (1995)

Já a tabela 10 traz os resultados de uma pesquisa que visava investigar o quão importante é a presença de cada um dos fatores da poltrona na percepção de conforto do indivíduo. Os resultados mostraram que o suporte torácico e o suporte para as coxas são os fatores que mais influenciam na percepção de conforto, enquanto o tamanho do assento e o suporte lateral do mesmo são os fatores que menos influenciam.

4.6 Conclusão: Parâmetros sugeridos pela literatura

Neste tópico serão sintetizados os principais parâmetros sugeridos pela literatura para o projeto de cadeiras e poltronas de diferentes meios de transporte. Em relação às medidas dimensionais, começaremos sintetizando as recomendações em relação ao encosto da poltrona.

Através da revisão pudemos concluir que o encosto deve acompanhar as curvaturas normais da coluna, isto é, deve ser mais côncavo na região torácica, mais convexo na região lombar e apresentar espaço na junção com o assento para acomodar as nádegas (Figura 20)

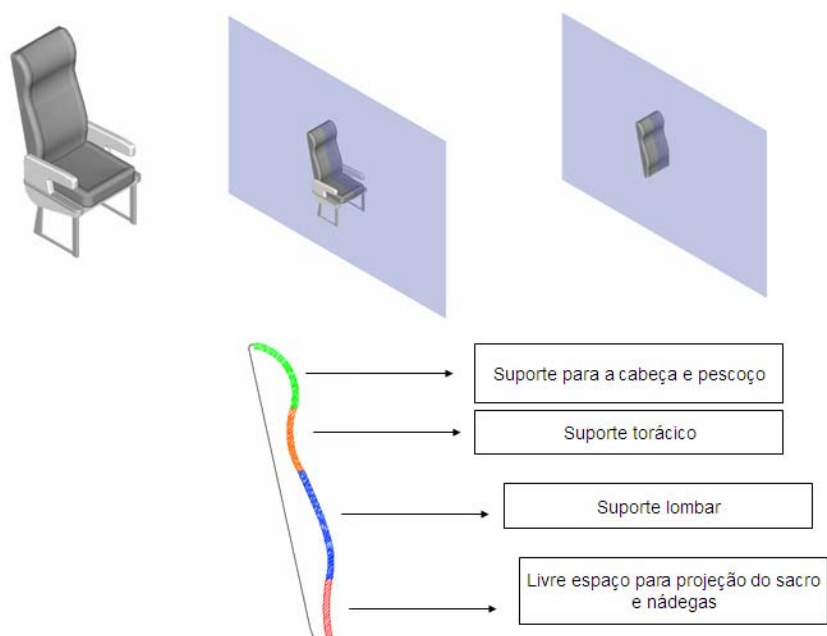


Figura 20 - Corte sagital do encosto, evidenciando suas curvaturas

Fonte: Figura elaborada pelo Grupo SimuCAD-Ergo&Ação da UFSCar

Um dos parâmetros mais importantes no projeto do encosto de uma poltrona é seu ângulo de inclinação (Figura 21) e nesse sentido, muitos estudos foram realizados em cadeiras de escritório utilizando medidas de eletromiografia e pressão discal e seus resultados podem ser sintetizados na tabela 11.



Figura 21 - Ângulo de inclinação do encosto

Fonte: Figura elaborada pelo Grupo SimuCAD-Ergo&Ação da UFSCar

Tabela 11– Principais recomendações da literatura em relação ao ângulo de inclinação do encosto.

Dimensionamento da poltrona	Cadeiras de Trabalho				
	Coury, 1995	Knutsson et al, 1966	Keegan, 1953	Harrison, 1999	Treaster, 1987
Encosto					
Inclinação do Encosto (°)	100	110	105	120	120

Fonte: Tabela elaborada pela autora a partir dos dados da literatura.

Outra medida dimensional importante é a medida do suporte lombar do encosto, necessário para ajudar a manutenção da lordose lombar que se retifica na passagem da postura em pé para a postura sentada (Figura 22)

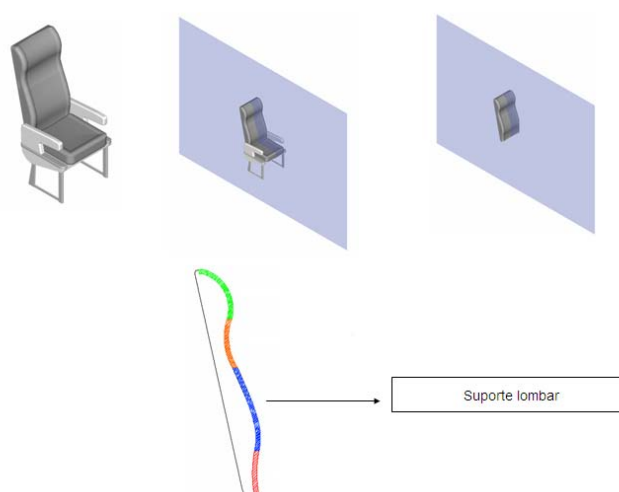


Figura 22- Suporte lombar do encosto

Fonte: Figura elaborada pelo Grupo SimuCAD-Ergo&Ação da UFSCar

Muitos estudos foram realizados na literatura e podem ser sintetizados na tabela 12.

Tabela 12 - Principais recomendações da literatura em relação ao suporte lombar.

Dimensionamento da poltrona	Cadeiras de Trabalho			Aeronaves
	Knutsson et al, 1966	Carcone e Keir, 2007	Harrison, 1999	Huet, 2003
Encosto				
Apoio Lombar (cm)	1 a 2	apoios pequenos	5	1.5

Fonte: Tabela elaborada pela autora a partir dos dados da literatura.

Estudos realizados na indústria aeronáutica salientam a importância do apoio lombar ser ajustável, pois este é o fator de maior perigo de padronização frente à diversidade antropométrica existente. Além disso, muitas vezes, as condições ditas biomecanicamente ideais não são as preferidas pelos passageiros, que geralmente preferem apoios lombares pequenos. Uma alternativa viável é o suporte lombar inflável, que é capaz de fornecer suporte à coluna com um mínimo de adição de peso, já em uso no mercado.

Outros parâmetros importantes do encosto da poltrona são a largura do encosto e a altura do mesmo (Figura 23).

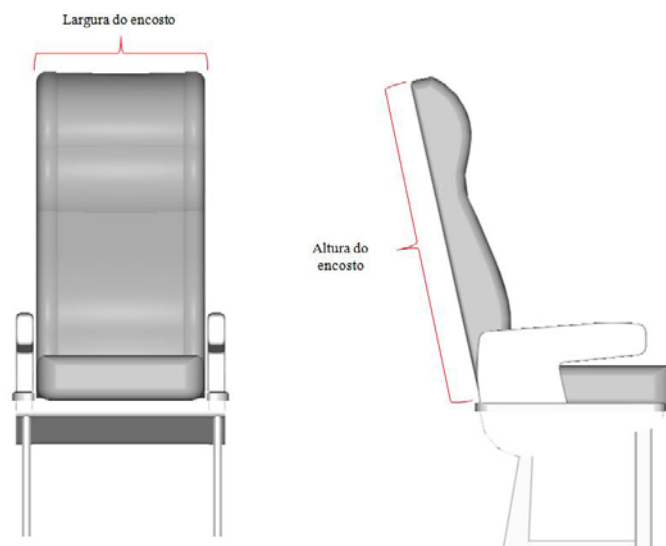


Figura 23 - Vista frontal e lateral da poltrona, evidenciando as medidas da largura e altura do encosto.

Fonte: Figura elaborada pelo Grupo SimuCAD-Ergo&Ação da UFSCar

Não foram encontradas medidas objetivas para a altura do encosto da poltrona. Com relação à largura do encosto, pesquisas recentes na indústria aeronáutica têm mostrado que as medidas atualmente utilizadas de 45 cm não são suficientes para

acomodar a população brasileira, uma vez que grande parte da população possui a medida de largura dos ombros maior do que esse valor e historicamente, o contato de ombros entre os passageiros aparece como grande fator de desconforto. (ANAC, 2009; INTERNATIONAL IIR FORUM AIRCRAFT SEATING, 2008). Quigley (2001) sugere uma largura do encosto de 53,6 cm.

Falando sobre o assento da poltrona podemos evidenciar primeiramente, o ângulo de inclinação. Muitos estudos são encontrados em cadeiras de escritório e seus resultados podem ser sintetizados na tabela 13.

Tabela 13 - Principais recomendações da literatura referentes ao ângulo de inclinação do assento.

Dimensionamento da poltrona	Cadeiras de Trabalho				
	Bendix; Biering-Sorensen (1983)	Keegan, 1953	Harrison, 1999	Treaster, 1987	Floyd, Roberts, 1958
Assento					
Inclinação do assento (°)	0 - 5 anterior	5 posterior	0 - 10 posterior	10	5 posterior

Fonte: Tabela elaborada pela autora a partir dos dados da literatura.

Vimos na revisão que alguns autores sugerem a inclinação anterior do assento, mas é importante ressaltar que isso é aconselhável em situações do não uso do encosto da poltrona. Como nosso foco é em poltronas aeronáuticas, uma inclinação posterior do assento de 0-10° parece ser a preferida, para ajudar a manter o passageiro contra o encosto, sem a necessidade de um esforço adicional do mesmo.

Outra medida importante do assento da poltrona é a sua altura em relação ao chão (Figura 24).

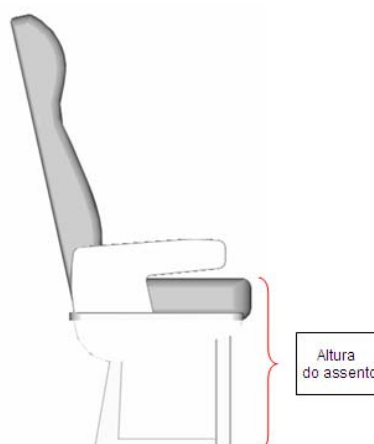


Figura 24 – Altura do assento em relação ao chão

Fonte: Figura elaborada pelo Grupo SimuCAD-Ergo&Ação da UFSCar

A Tabela 14 resume as principais recomendações da literatura em relação à essa medida.

Tabela 14 - Principais recomendações da literatura em relação à altura do assento.

Dimensionamento da poltrona	Cadeiras de Trabalho			Ônibus
	Keegan, 1953	Panero; Zelnik, 2002	Corlett, 2008	Contran, 2009
Assento				
Altura (cm)	40,64	43,2 (H) e 39,4 (M)	40	38

Fonte: Tabela elaborada pela autora a partir dos dados da literatura.

Outra medida importante é a profundidade do assento (Figura 25). A Tabela 15 traz as principais recomendações da literatura em relação à essa medida.

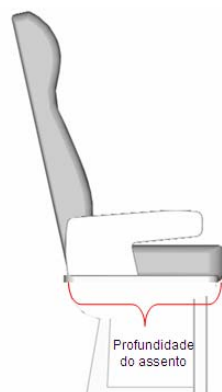


Figura 25 – Profundidade do assento

Fonte: Figura elaborada pelo Grupo SimuCAD-Ergo&Ação da UFSCar

Tabela 15 - Principais recomendações da literatura referentes à profundidade do assento.

Dimensionamento da poltrona	Cadeiras de Trabalho			Aeronaves
	Keegan, 1953	Goonetilleke; Feizhou (2001)	Panero; Zelnik, 2002	Quigley, 2001
Assento				
Profundidade (cm)	40,64	31 - 33	43,2	42,3

Fonte: Tabela elaborada pela autora a partir dos dados da literatura.

Outra medida importante é a medida da largura do assento (Figura 26). A tabela 16 traz as principais recomendações da literatura referentes à largura de assentos.

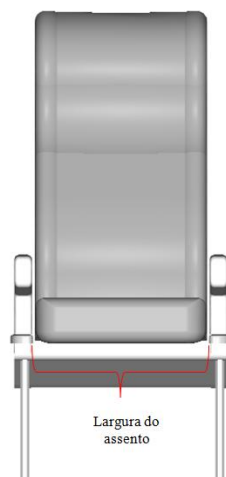


Figura 26 - Largura do assento

Fonte: Figura elaborada pelo Grupo SimuCAD-Ergo&Ação da UFSCar

Tabela 16 - Principais recomendações da literatura em relação à largura do assento.

	Ônibus	Aeronaves
Dimensionamento da poltrona	Contran, 2009	Huet, 2003
Assento		
Largura (cm)	43	42

Fonte: Tabela elaborada pela autora a partir dos dados da literatura.

Quigley (2001) sugere uma distância entre apoios para os braços de 49,7cm.

Em relação ao apoio para braços, foi visto na literatura que estes reduzem os estresses sobre a coluna lombar e a pressão sobre a superfície da poltrona. Panero, Zelnik (2002), estudando cadeiras de escritório definiram que a sua altura deva estar entre 17,8 cm e 25,4 cm em relação ao solo. Iida (2005) cita alguns autores que realizaram pesquisas em cadeiras de escritório e a altura recomendada por eles varia de 16 a 25 cm em relação ao solo. Estes mesmos autores citados por Iida (2005) recomendam uma largura de apoio que varia 4 a 9 cm e um comprimento de 15 a 28 cm.

Com relação ao apoio para os pés, foi visto que este proporciona a distribuição e a redução da carga sobre as nádegas e sobre a região posterior das coxas. Pode também ser benéfico quando a altura do assento em relação ao solo é superior à altura recomendada ao passageiro. No entanto, fornecer apoio para os pés exige cuidados, principalmente quando pensamos na indústria aeronáutica. Estes devem ser rebatíveis de modo a não restringir o espaço oferecido às pernas e pés dos passageiros e, conseqüentemente a possibilidade de movimentação do passageiro.

Uma medida bastante discutida nos estudos da indústria aeronáutica é a medida do pitch. Esta medida (Figura 27), hoje em dia, tem sido o principal fator de reclamação dos passageiros. A Tabela 17 resume os principais resultados da literatura.

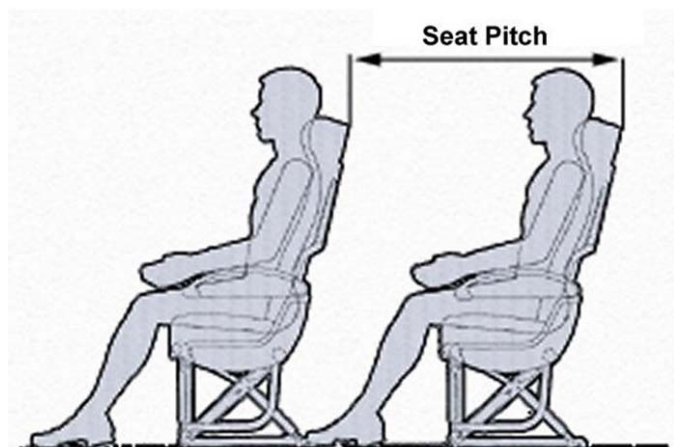


Figura 27 – Medida do pitch da aeronave.

Fonte: Disponível em <http://www.aerospaceweb.org/question/planes/seating/seat-pitch.jpg>

Tabela 17 - Principais estudos da literatura em relação à medida do pitch

Dimensionamento da poltrona	Aeronaves		
	Huet, 2003	Hinninghofen; Enck (2006)	Bernardo, 2009
Pitch (cm)	Recomendação: mínimo de 70	76 a 86 (classe econômica)	A maioria das aeronaves possui 81,28

Fonte: Tabela elaborada pela autora a partir dos dados da literatura.

Aumentar o pitch das aeronaves seria a solução ideal para aprimorar a sensação de conforto do passageiro. Porém essa medida acarretaria em maiores custos, uma vez que menos passageiros poderiam ser transportados. Por isso, atualmente, o grande desafio das fabricantes está em como driblar esse problema. Alterar a disposição das poltronas ou até mesmo criar uma classe econômica diferenciada (mais espaçosa) tem sido as medidas observadas.

Com relação aos estudos que falam sobre distribuição da pressão na poltrona como fator de conforto, a literatura recomenda que uma poltrona deva apresentar pontos máximos de pressão na região dos ísquios, na posição sentada ereta, e nas áreas lombar e torácica na posição sentada reclinada, evitando a área das coxas, próxima aos joelhos (STUMPF et al, 2002; FLOYD, ROBERTS, 1958; DHINGRA, TEWARI, SINGH,

2003). Para evitar pressão próxima à região dos joelhos a borda do assento deve ser curvada anteriormente (Figura 28).

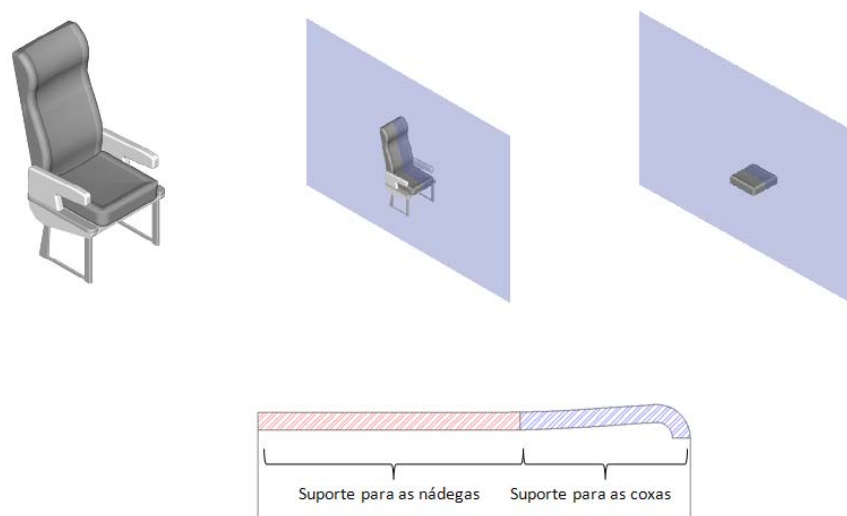


Figura 28 – Corte sagital do assento, evidenciando suas curvaturas.

Fonte: Figura elaborada pelo Grupo SimuCAD-Ergo&Ação da UFSCar

Estudos de mapeamento de pressão realizados em automóveis, que pesquisaram valores ideais de carga e pressão para as regiões do corpo, encontraram que a pressão máxima na região das nádegas deve ser menor que 20 kPa ($\text{N/m}^2 \cdot 10^3$) e na região das coxas deve ser menor de 1 kPa.

Por fim, os estudos que trataram dos materiais de constituição e revestimento das cadeiras e poltronas, recomendam que o material de revestimento a poltrona deve, sobretudo conter o deslizar da pelve, para que não seja necessário um esforço adicional do passageiro para se manter contra o encosto durante a viagem. Além disso, devem aliar requisitos como, por exemplo, o custo e o peso, sendo cada vez mais comuns pesquisas no sentido de descobrir novos materiais mais leves que podem ser utilizados. Outros fatores como a flamabilidade, considerando as inúmeras normas de certificação existentes na indústria aeronáutica devem ser levados em conta. Por fim, menos falado na literatura, porém também importante é a capacidade de transmissão e troca de calor entre o passageiro e poltrona, que deve ser de um determinado material que evite umidade e temperaturas excessivas.

Com relação à constituição da poltrona (espuma), o que se tem observado hoje em dia, é uma tendência à redução dos estofados, em uma tentativa de aumentar o espaço oferecido ao passageiro. Esse fator pode acarretar à multiplicação de cargas na

postura deitada do passageiro e conseqüentemente à sensação de desconforto. Como solução frente à isso, o que se tem feito é adotar densidades e durezas de espumas mais altas. Uma outra solução, já em uso no mercado, são as chamadas câmaras infláveis, que aumentam o suporte ao corpo do passageiro, à medida que ocorre a reclinção do encosto.

A espuma que constitui a poltrona também deve respeitar quesitos como a flamabilidade (seguimento à FAR 25.853), a toxicidade, o peso e o custo. Hoje em dia, a espuma de poliuretano tem sido a mais utilizada, mas pesquisas recentes têm sido feitas para gerar derivados a partir desta, como a espuma de polietileno, que por ser mais leve é capaz de reduzir o peso das poltronas. A tendência da indústria é utilizar uma densidade de 55 a 65 kg/m³.

4.7 Retomando o problema: a postura como suporte à atividade

Depois de realizado o levantamento bibliográfico acerca dos parâmetros para o projeto de poltronas uma evidência foi observada: os estudos de conforto sentado, sobretudo os realizados na indústria aeronáutica raramente consideram a análise da atividade de passageiros como metodologia de projeto.

Durante muito tempo, a ergonomia norte-americana dedicou-se, através de análises e testes em laboratório, à definição das “características ergonômicas” de uma cadeira ou poltrona, compatíveis com qualquer posto de trabalho, como pode ser observado no quadro 3.

Quadro 3: Características de uma “cadeira ergonômica” segundo a visão da ergonomia norte-americana

Componente	Características	Exemplos
Pés	Estabilidade Movimentação Resistência	Cadeiras com rodízios, de preferência com cinco apoios (rodízios)
Assento	-Altura (menos que a altura das pernas); -Profundidade (entre 38 e 43 cm); -Resistência (relativamente duro); -Largura (mais larga que o corpo); -Inclinação (entre 3 e 5 graus); -Material que facilite a transpiração e que seja confortável ao contato (baixa condutividade térmica); -Bordas recurvadas para baixo, evitando quinas vivas que possam causar compressão da parte inferior da coxa;	Assim se evita a compressão das coxas e nádegas, permitindo movimentos laterais do corpo e a manutenção dos pés apoiados no chão. Na prática, esses requisitos só são satisfeitos com cadeiras de altura regulável, estofadas com espuma ou outro material de alta densidade.
Apoio	- Altura mediana (apoio da região lombar), permitindo movimentos da coluna e dos braços; - Ligeiramente côncavo, para acomodar as costas; - Inclinação em torno de 5 graus; -Rígido, o suficiente para suportar o peso do tronco; - Ser vazado, na parte inferior, para acomodar as nádegas;	Encosto regulável em altura e reclinável, com dispositivo articulado ou dobrável.

Fonte:Lima, 2000.

Todavia, na visão da ergonomia francófônica (francesa) a condição de uma cadeira ou poltrona ser ou não “ergonômica” não é algo inerente apenas ao mobiliário, mas sim depende da relação que se estabelece entre o objeto e o corpo do usuário, em uma determinada situação atividade. A poltrona serve de mediação entre o trabalhador e a realização de uma tarefa, que exige estabelecer compromissos entre objetivos conflitantes (LIMA, 2000).

A postura adotada pelo indivíduo nada mais é do que um compromisso entre a constituição física, biológica e psicológica do corpo humano e o ambiente físico, mediado pelo tipo de atividade que se pretende exercer. Porém, o sistema orgânico do corpo humano é tão complexo que somente é possível evitar os constrangimentos advindos da postura modificando as condições que perturbam o compromisso entre postura e exigência da tarefa. A postura depende de uma orientação cognitiva de um sujeito em ação; dessa forma, os fatores que determinam a atividade, as exigências da

tarefa e suas condições é que devem ser mudadas, possibilitando que o usuário adote posturas confortáveis na realização da atividade (LIMA, 2000).

Dessa forma, a prescrição de parâmetros para o projeto de poltronas aeronáuticas confortáveis depende não somente do entendimento dos principais fatores que proporcionam o conforto e/ou evitam o desconforto, mas também do entendimento da situação de uso e das ações a serem desenvolvidas pelos passageiros.

Na revisão bibliográfica acima pudemos observar que alguns autores consideram a questão da atividade como ferramenta para prescrever parâmetros de projeto de cadeiras e poltronas (PANERO, ZELNIK, 2002; LUEDER, 1983; BRONKHORST, KRAUSE, 2005; BRANTON, GRAYSON, 1967; HAN *et al*, 1998; JACOBSON, MARTINEZ, 1974; DHINGRA, TEWARI, SINGH, 2003). Na indústria ferroviária e em estudos de poltronas para operadores de veículos pesados, essa prática foi bastante observada através da revisão.

Porém, principalmente na indústria aeronáutica essa questão ainda é falha, mas a sua importância é relevante, como mostra um estudo de Richards, Jacobson, Kuhthau (1978), que utilizou como fontes de dados questionários administrados a bordo de vôos comerciais. Os resultados mostraram que as percepções de conforto diminuem proporcionalmente ao aumento dos constrangimentos à atividade que o passageiro quer desempenhar. Jacobson, Martinez (1974) também compartilham a opinião de que a facilidade da realização das atividades é um determinante importante na percepção do conforto/desconforto.

As cabines dos aviões, sejam elas voltadas para a aviação comercial ou executiva, são cenários onde ocorrem várias atividades desenvolvidas por passageiros e pelas tripulações, atividades estas que são conhecidas em parte e de maneira superficial. Analisar essas atividades possibilita a verificação de quais são realizadas com mais frequência e o levantamento das principais dificuldades encontradas. Quanto maior o conhecimento do repertório de situações conhecidas, maior a probabilidade de desenvolver projetos mais adequados às necessidades dos usuários.

Jacobson, Martinez (1974) realizaram uma pesquisa na qual levantaram as preferências dos passageiros em relação à atividades durante uma viagem de avião. Através da pesquisa, concluíram que a leitura é a atividade preferida pelos passageiros e fatores como iluminação e o espaço restrito interferem na sua realização.

É importante ressaltar que esse estudo é um estudo relativamente antigo e, atualmente, outras atividades aparecem como sendo relevantes para o passageiro como

operar o sistema de entretenimento, assistir filmes, desenhos, notícias, esporte e shows; jogar jogos, utilizar notebooks, além das atividades associadas à comunicação, como usar o telefone disponível na cabine ou o próprio celular durante a viagem, quando a aeronave possui o sistema que possibilita isto (FOLDEN *et al*, 2007; ALAMDARI, 1999).

Jacobson, Martinez (1974) ressaltam ainda outras atividades preferidas pelos passageiros, em ordem de importância: pensar, olhar a paisagem, comer, conversar, escrever, “sonhar acordado” dormir, beber, fumar (antes permitido) e caminhar pelos corredores.

Apesar de existirem estudos que pesquisaram as preferências dos passageiros em termos da realização de atividades, não foram encontrados estudos que incorporaram essa metodologia para prescrever soluções de conforto.

Visto que esta lacuna foi observada na literatura, cabe a nós investigar na prática como as empresas fabricantes de poltronas para a indústria de transportes tratam a inserção dos aspectos ergonômicos, em especial o conforto no processo de desenvolvimento de seus produtos. Serão observados, sobretudo os principais conceitos, metodologias e ferramentas utilizadas, investigando, sobretudo se a análise da atividade dos usuários finais é considerada e a forma como ela é feita. O próximo capítulo traz os resultados do benchmark realizado.

5. As práticas da indústria de Poltronas

Neste capítulo são apresentados os dados do benchmark realizado em cinco empresas fabricantes de poltronas. Os resultados são apresentados de forma a levantar as principais práticas, conceitos, ferramentas e restrições relacionados à inserção dos aspectos de ergonomia e conforto ao desenvolvimento de poltronas. Uma ênfase especial será dada na investigação de como as empresas inserem a atividade dos usuários no projeto de seus produtos, quando essa prática é realizada na empresa.

5.1 Descrição dos Casos

5.1.1 Empresa A

A empresa A, no Brasil, produz poltronas para motoristas de ônibus, caminhões e off-roads (tratores e colheitadeiras), tanto de regulagens pneumáticas quanto mecânicas, e fornece componentes automotivos (apoio para os braços, encosto para a cabeça) para as grandes fabricantes de poltronas automotivas.

A empresa fornece poltronas de motoristas para as grandes montadoras de caminhões, a estrutura e componentes automotivos para as grandes fabricantes.

De acordo com os entrevistados, o conceito de conforto é um conceito bastante subjetivo. “Às vezes, o que parece ser confortável para uma pessoa, pode ser completamente desconfortável para a outra”. Por isso, os produtos da empresa são desenvolvidos juntamente e de acordo com as opiniões dos clientes, que são as montadoras. Elas próprias definem inovações e as especificações do projeto, sendo a análise da atividade levada em consideração no projeto do produto. Cada produto tem utilização distinta e, por isso, são feitas análises de uso (por exemplo, atividade de entrar e sair da poltrona) e dos locais onde serão utilizados os produtos, para que estes conceitos sejam analisados e introduzidos aos projetos.

Muitas das montadoras apresentam relatórios de avaliação de conforto e dores realizadas em usuários de diferentes percentis antropométricos. São enviadas à empresa

avaliações de diferentes usuários representativos dos percentis 5%, 50% e 95% em relação aos componentes das poltronas (avaliação de conforto, acesso aos controles e medição do ponto H). Após conduzir o veículo, cada participante faz comentários e, a partir destes, a montadora mostra o problema encontrado, faz recomendações, exige providências e define os responsáveis pelas alterações. As informações da montadora vão para o Departamento de Engenharia de Produto para que estes, a partir de uma poltrona base, possam projetar o produto acrescentando as especificações dos clientes. Como ferramenta de análise de conforto, a empresa realiza o Pressure Mapping, para avaliar a distribuição da pressão na interface assento/encosto-ocupante.

Quanto ao conceito de ergonomia, assim como acontece com o conceito de conforto, ocorre dificuldade na sua definição. O entrevistado relatou que, por muitas vezes buscou definições na internet, mas nenhuma delas o satisfaz. A principal referência da empresa nesse assunto é o manual interno elaborado na matriz, que trata exclusivamente de ergonomia em poltronas. A empresa tem como principal preocupação o fator segurança, mas, além desse fator, possui preocupações com a adequação dos dados antropométricos dos ocupantes ao projeto do produto, itens que serão detalhados posteriormente.

No Brasil, a empresa não possui uma equipe de ergonomia especificamente. A matriz possui uma equipe e centro de pesquisas bastante desenvolvidos, onde há bastante investimento no setor de testes e onde são realizados todos eles. Geralmente, a empresa brasileira envia protótipos produzidos para a realização de testes na matriz, apesar do alto custo. Quem cuida da inserção dos aspectos ergonômicos, dentre eles o conforto, no Brasil é a equipe de Engenharia do Produto, composta por 8 pessoas, sendo de formação em engenharia e cursos técnicos.

O projeto de um produto dura em média 2 anos (mas pode durar até 3). Na Fase 1 do projeto, é realizada a negociação comercial e a empresa define com o cliente as especificações do produto. Na fase 2, a engenharia realiza o desenvolvimento do projeto do produto. Nesta fase, são feitos desenhos, testes e as questões de ergonomia e conforto são tratadas. Na fase 3, é definido o processo para desenvolver o produto desejado. Na fase 4, são realizados os detalhes de documentação com o cliente e na fase 5 ocorre o feedback com o cliente, fase em que são coletadas as informações para melhoria nos projetos futuros. O entrevistado cita o FMEA, uma ferramenta que auxilia a prever problemas futuros no produto. É importante ressaltar que a análise da integração da poltrona com o interior é realizada pela própria montadora.

A equipe de desenvolvimento de produto atua na Fase 2 do Processo de Desenvolvimento do Produto. Conforme já foi mencionado, os engenheiros partem das especificações dos clientes e dos relatórios das montadoras para projetar as poltronas. Variáveis como cores, tecidos e revestimentos são também definidos pela montadora. Em relação aos materiais utilizados, a decisão está ligada ao custo e às especificações das montadoras, mas, uma vez definidos, passam por testes para assegurar a resistência dos mesmos, mostrando-nos que a resistência do produto é uma das preocupações do projeto. Alguns testes realizados para assegurar a resistência dos materiais que revestem as poltronas são: teste de durabilidade, teste do bate-esfrega, teste de resistência (simula a entrada e saída do motorista), sendo todos realizados na matriz. Outros testes relacionados à resistência da poltrona como um todo são teste de durabilidade de suspensão horizontal e vertical, Falltest (simula movimento brusco de queda do banco), teste de campo (onde coletam sinais para fazer testes de laboratório) e ancoragem de cinto de segurança, seguindo a norma européia ECE-R 14.

As normas as quais o produto deve atender também são especificações da própria montadora, sendo a segurança uma grande preocupação da empresa. Geralmente as principais normas atendidas são as normas internacionais européias ECE- R (14, 16, 17 e 25), as normas americanas (FMVSS) e a norma interna da empresa. É importante ressaltar que cada novo modelo deve ser homologado. Um dos testes realizados pela empresa que assegura a segurança do usuário é o Crashtest, no qual uma colisão é simulada para verificar se a estrutura da poltrona permanece fixa ao veículo.

A partir destas especificações, eles realizam testes com o Manequim Tridimensional usando dados antropométricos e definem o projeto do produto. A empresa, no Brasil trabalha com dados antropométricos brasileiros, usando um manequim tridimensional para a definição de medidas e realização de testes. O ponto H do boneco (ponto de intersecção entre o torso e a perna) é um ponto decisivo em todas as dimensões da poltrona, ou seja, é ele quem norteia todo o dimensionamento do produto. De acordo com os entrevistados, a empresa consegue desenvolver produtos específicos para as necessidades do mercado brasileiro.

Outro conceito incorporado ao projeto do produto é a eficácia, ou seja, o tempo de vida do produto. De acordo com os entrevistados, um produto é eficaz quando é robusto, e deve durar em média 5 anos, ou no caso dos off-roads, 1 a 2 safras (neste caso, o desgaste é mais acentuado, pois funcionam 24 horas durante a safra e rodam em

estradas em más condições na maior parte da sua vida útil). O custo é um outro fator preponderante nas decisões de projeto.

Conforme dito anteriormente, a empresa brasileira desenvolve inovações conforme as especificações da montadora. Mas também desenvolve produtos por conta própria, como foi o caso da poltrona pneumática para motoristas de ônibus e caminhões, desenvolvida a partir das necessidades dos usuários e da análise das atividades. A poltrona possui regulagem pneumática de altura do assento, movimentação ântero-posterior, cinto com 3 pontos fixado na própria poltrona e não na estrutura do caminhão ou ônibus, suspensão horizontal, regulagem do encosto de cabeça; amortecedor, inclinação de assento e ajuste lombar pneumático . Nenhum cliente até hoje comprou o projeto da poltrona completo, por ser muito custoso. Dessa forma, os entrevistados ressaltaram que é possível fazer um produto com um grau máximo de conforto, mas o custo é um fator bastante limitante.

Dessa forma, pode-se notar que, neste caso, os conceitos de ergonomia e conforto utilizados são definidos pelos próprios clientes que são as montadoras e a empresa desenvolve o produto conforme tais especificações. Além disso, tais conceitos são incorporados precocemente ao projeto do produto e a análise da atividade é levada em consideração, através, por exemplo, do relatório de avaliação de conforto e dores realizado com os usuários finais e das análises de uso. Dentre os conceitos de ergonomia que a empresa considera podemos ressaltar a segurança, fator de grande preocupação, a antropometria e o conforto. Porém, é preciso exaltar que este deve ser atrelado a muitos outros parâmetros, como o custo, a resistência do produto e a eficácia, sendo um fator não determinante no projeto.

5.1.2 Empresa B

A empresa B é a principal fornecedora de componentes e sistemas de poltronas em nível mundial. Hoje em dia, presta serviços para várias montadoras. Possui o maior centro tecnológico da América do Sul e realiza testes tanto para os projetos da própria empresa, quanto para as concorrentes, terceirizando serviços e alugando seus equipamentos. Esse Centro Tecnológico teve início no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT-SP). Hoje está instalado na própria empresa.

De acordo com o entrevistado, o principal parâmetro avaliado no projeto de um produto é o custo. Por outro lado, a empresa possui preocupação com os aspectos de conforto, design e ruídos.

Com relação ao conceito de conforto do usuário, o entrevistado relatou que, até um tempo atrás, o conceito de conforto era subjetivo, mas com a utilização do Pressure Mapping (teste que monitora a distribuição da pressão na interface poltrona-ocupante) passou-se a ter dados mais concretos para a tomada de decisão. Este teste é realizado para desenvolvimento de um novo produto ou na modificação de um produto já existente. Neste teste, tapetes que captam a pressão são fixados no assento e no encosto. O teste é realizado com 3 tipos de amostra: Duas mulheres com até 44 kg e 1,45m de altura; 2 homens com até 71 kg e 1,68m de altura e 2 homens com até 91 kg e 1,77m de altura. Excepcionalmente, a empresa realiza testes com pessoas de até 120 kg, ditos “pontos fora da curva” a pedido expresso do cliente. O teste pode ser realizado nas poltronas montadas sob a fixação que simula exatamente a posição dentro do habitáculo ou dentro da própria carroceria do veículo. O teste é realizado tanto na posição de design quanto na posição de conforto, dependendo da montadora. Algumas montadoras solicitam que o teste seja realizado na poltrona antes e depois de algumas horas de rodagem, para que possa ser observada a variação na distribuição da pressão no assento e do encosto.

A captação dos dados do teste é de 5 a 10 min. Após o teste, é feito um questionamento em relação ao conforto percebido do assento e do encosto (este questionário não é padronizado). O teste é realizado com pessoas que tem conhecimento técnico sobre o assunto. Quando a empresa deseja avaliar a variação da pressão com o decorrer do tempo, o manequim tridimensional pode ser utilizado. A montadora às vezes solicita o teste em campo.

Os critérios de conforto dependem muito das especificações da montadora, assim como a dureza e a densidade da espuma da poltrona que afetam diretamente o conforto. São elas que enviam relatórios de pesquisas prévias com as especificações do produto. Fatores da densidade da espuma que constitui a poltrona, por exemplo, podem variar de acordo com a cultura da montadora (montadora alemã, por exemplo, prefere poltrona com densidade e montadora americana, prefere poltrona com espuma de densidade menor). As questões relacionadas ao conforto são desenvolvidas ao longo do projeto. Normalmente a montadora utiliza os carros similares da concorrência para avaliação de conforto e tomada de decisão.

Outro fator relacionado à percepção de conforto do usuário, na visão da empresa, é o ruído emitido pela poltrona. Desta forma, a empresa realiza testes como a câmara de ruído, na qual simula-se uma rodagem no campo de provas para verificar se a poltrona emite muito ruído. Geralmente, o valor aceitável é 50 dB.

Com relação aos aspectos de ergonomia, o entrevistado não apresentou definições objetivas, mas ressaltou que a poltrona é um item de segurança, cujo conforto é bastante relevante. Dessa forma, ressaltou que em todas as fases do projeto são analisados requisitos ergonômicos. Além da segurança, há preocupação com a usabilidade, resistência, design e antropometria, itens que serão detalhados a seguir.

A equipe responsável pela integração da ergonomia e conforto ao projeto do produto é a equipe de desenvolvimento de produto. É composta por 8 pessoas, sendo 3 engenheiros (engenharia elétrica e mecânica) e o restante técnicos de produto. Além do projeto do produto especificamente a equipe realiza testes solicitados pelas equipes internas de engenharia, presta serviços para outras empresas e aluga seus equipamentos de teste. Também realiza pesquisa de inovação em relação à novas poltronas e painéis em parceria com as montadoras ou não. Como resultados, já desenvolveram, por exemplo, um painel com fibra de juta, já em uso no mercado, que valoriza o aspecto ambiental e reduz o custo.

O processo de desenvolvimento se dá basicamente da seguinte forma: as montadoras enviam relatórios com especificações de conforto, design, custo e materiais a serem utilizadas no projeto para a equipe de desenvolvimento de produto. Esta equipe parte destas especificações, verifica as opções no portfólio e elabora um protótipo do produto. Este protótipo passa pela fase de Design Verification, na qual a empresa apresenta relatórios para montadoras e designers para verificar se o protótipo está de acordo com as especificações e com as solicitações. Os protótipos são avaliados pelas montadoras quanto à estrutura, dureza e ponto H (ponto de intersecção entre o torso e a perna, medida de referência para o dimensionamento de poltronas). Nesta fase o produto ainda pode ser alterado. Após esta fase alterações não devem ser feitas. Os entrevistados mencionaram que algumas montadoras oferecem restrições à montagem do protótipo devido a questões de custo do projeto e de sigilo de informações.

Conforme mencionado anteriormente, um dos aspectos considerados no projeto do produto e item de grande preocupação da empresa é a segurança. Geralmente, as normas variam de acordo com o cliente e com o mercado ao qual se destina o produto,

mas a empresa possui muita preocupação com este item e realiza todos os testes obrigatórios.

O entrevistado mencionou a realização de alguns testes gerais e legais utilizados para assegurar a resistência do produto, ressaltando mais um parâmetro de projeto, bem como a segurança do usuário. Com relação aos testes gerais podemos citar: (1) câmaras climáticas, nas quais estrutura da poltrona é colocada à prova de calor para verificar sua resistência; (2) teste de flamabilidade, no qual inicia-se o fogo no tecido que reveste a poltrona e este tem um tempo tolerável para cessar a chama; (3) teste de tração, para verificar a resistência do tecido; (4) fogging, para medir o desprendimento de partículas da poltrona e (5) simulador hidráulico que realiza teste de fadiga.

Com relação aos testes legais, temos: (1) testes estáticos, como o teste de simulação de colisão traseira e dianteira; (2) teste do painel com o airbag, que verifica o tempo de abertura do airbag e se alguma partícula é lançada contra o ocupante no momento da abertura e (3) sliding entry, que simula uma pessoa entrando e saindo da poltrona para verificar sua resistência.

A empresa citou também a utilização de medidas antropométricas como parâmetro de projeto. Eles utilizam o Manequim Tridimensional com dados antropométricos americanos (SAE), pois estes são usados globalmente pelas montadoras. Todas as medidas da poltrona são definidas a partir do Ponto H do manequim (ponto de intersecção entre o torso e a perna).

Outro parâmetro mencionado é a usabilidade do produto. A empresa realiza inclusive um teste conhecido como Craftmanship, para verificação interna dentro do veículo, para que não ocorram problemas após o lançamento do veículo, como por exemplo, acionamentos do banco inacessíveis após a sua instalação no veículo.

A empresa possui um sistema de rastreamento e acompanhamento das reclamações dos clientes, em conjunto com as montadoras, o qual está previsto no sistema de gestão da qualidade tanto da montadora quanto do fornecedor.

Dessa forma, pode-se notar que, igualmente à empresa A, os conceitos de ergonomia e conforto utilizados são definidos pelos próprios clientes e a empresa desenvolve o produto conforme tais especificações. Tais conceitos são incorporados precocemente no projeto do produto, mas a empresa não mencionou a análise da atividade do usuário como ferramenta para prescrição de parâmetros de conforto. Dentre os conceitos de ergonomia que a empresa considera podemos ressaltar a segurança, fator de grande preocupação, a antropometria, a usabilidade e o conforto. Porém, de

acordo com o entrevistado, o principal parâmetro avaliado no projeto de um produto é o custo, sendo um fator determinante nas decisões do projeto.

5.1.3 Empresa C

A Empresa C atua na produção de componentes para poltronas automotivas (reclináveis e trilhos) e na produção de estruturas. No Brasil, produzem reclináveis e trilhos para grandes montadoras e para exportação e estruturas de poltronas para grandes montadoras.

A empresa possui uma parceria recente com uma universidade paulista, com o objetivo de pesquisar novos materiais para a fabricação de seus produtos.

Os conceitos de conforto utilizados pela empresa dependem do produto em questão e são definições da própria montadora, variando de acordo com o perfil do cliente. A empresa não possui ferramentas específicas de análise de conforto, mas na matriz há um centro de benchmark que faz pesquisas constantes das necessidades dos usuários e com o qual a empresa brasileira possui um sistema integrado para compartilhar normas e dados de conforto. Na visão da empresa, sendo fabricante de estruturas e componentes automotivos, a percepção de conforto do usuário varia de acordo com o número e a variedade de opcionais de ajuste que este puder escolher. Dessa forma, os dados de conforto chegam à empresa através dos dados da matriz e de um caderno de encargos que é enviado pelo cliente.

Os conceitos de ergonomia aplicados ao desenvolvimento de produtos nesta empresa também são especificações dos clientes, no caso, das montadoras. A montadora define especificações importantes como, por exemplo, a parte de acionamentos dos mecanismos das poltronas (manípulos, botões, manoplas). A definição engloba posição, material, textura e aspecto visual.

Os principais requisitos de projeto mencionados pelos entrevistados foram a antropometria, a usabilidade, a segurança e a eficácia do produto, itens que serão detalhados a seguir.

A equipe de desenvolvimento de produto é responsável pela inserção dos aspectos de ergonomia ao projeto do produto. É composta ao todo por 16 pessoas, sendo estes de formação na Engenharia (maior parte engenheiros mecânicos) e cursos

técnicos. A equipe é dividida em quatro grupos, sendo estes: a) planejamento, b) desenvolvimento, c) séries e d) protótipos e materiais. Esta equipe é responsável por planejar e desenvolver novos projetos e projetos que estão em série com propostas de melhoria contínua.

O tempo de desenvolvimento de um produto varia de 1 ano e meio a 2 anos. As especificações dos clientes (critérios e exigências das montadoras) chegam à equipe de planejamento através do caderno de encargos ou via cotação pelo setor de vendas. A partir destas especificações a equipe de desenvolvimento vai desenvolver o produto no software CATIA; em paralelo existem alguns croquis que dão a base do produto. O software Unigráficos também é utilizado neste trabalho de simulação. Parte dos materiais utilizados na produção é a própria empresa que define.

Desta forma, são criados protótipos, que são testados pelos clientes e se aprovados, partem para a produção. A empresa no Brasil trabalha em conjunto com a matriz. Qualquer revisão do desenho de um produto da empresa brasileira deve ser comunicado à matriz, por exemplo. Da mesma forma, qualquer modificação interna visando à melhoria contínua deve passar pela fase de simulações novamente.

A empresa brasileira realiza um trabalho de pesquisa de inovação paralelo às exigências dos clientes, ou seja, sem a demanda dos mesmos.

Todas as dimensões da poltrona são definidas a partir do ponto H e a empresa utiliza dados antropométricos europeus e brasileiros para o dimensionamento. Outra preocupação da empresa é a questão da usabilidade: utilizam o software CATIA para simular se há alguma espécie de colisão do usuário com alguma estrutura da poltrona, por exemplo. Além disso, fazem testes com usuários utilizando um protótipo do produto.

Falando em eficácia do produto, o entrevistado mencionou que a empresa brasileira realiza apenas os testes de resistência e durabilidade do produto. Os demais testes são realizados todos na matriz.

Em relação à segurança, segundo o entrevistado, a empresa faz apenas testes de componentes, mas tanto a Legislação quanto as normas são geralmente para o veículo completo. Quem coloca o produto no mercado, ou seja, a montadora de veículos é a responsável em atender estas normas/leis. O que a empresa faz é se precaver para que o seu produto não prejudique o desempenho do veículo como um todo, com a realização de protótipos e testes individuais dos componentes. Deste modo, são obedecidas as

normas e leis, mas a avaliação final cabe a montadora. Algumas normas utilizadas pela empresa são:

- Brasil: Resolução CONTRAN Nr 220 e 221, Normas NBR 15300, NBR 15240, NBR 15241, ECE R17.07, FMVSS 202 e 207.
- Europa: ECE R14, R16, R17, R21, R25, R44, R80, R94, R95, R118 ; EWG: 74/60, 76/115, 77/541, 78/316, 78/764, 78/932, 74/408, 95/28.
- USA: FMVSS 571, 201, 202, 207, 208, 209, 210, 213, 214, 216, 225, 222, 301, 302.
- Austrália: ADR 3/02, 4/02, 5/03, 22/00, 34/01, 66/00, 68/00, 69/00, 73/00, 72/00.

A empresa segue a direttriz europeia 2000/53/CE que restringe ou proíbe o uso de substâncias nocivas ao meio ambiente. Cadastram seus materiais no IMDS (International Material Data System), que é o banco de dados de materiais da indústria automobilística mundial.

Além disso, a empresa tem o hábito de gravar nos componentes produzidos a data de fabricação (lote semanal) para permitir rastreabilidade dos materiais empregados. Nas peças plásticas é gravada, além da data, o tipo de material empregado.

Através do relato do entrevistado foi possível concluir que a empresa brasileira não possui ferramentas específicas de análise de conforto, ficando esse aspecto a cargo das especificações dos clientes e dos dados de benchmark da matriz. Com relação aos aspectos ergonômicos, pôde-se observar que a empresa prioriza a segurança, a eficácia, a antropometria e a usabilidade, sendo esses aspectos integrados precocemente ao desenvolvimento de produto.

5.1.4 Empresa D

A empresa D é responsável pela fabricação de carrocerias de ônibus de todos os segmentos, incluindo a fabricação das poltronas de passageiros. A empresa possui também uma joint-venture para fabricação de espuma. Vende seus produtos para empresas de ônibus e prefeituras e exporta poltronas de passageiros para o mercado externo.

A empresa possui parceria com uma universidade brasileira para a qual solicita serviços e joint-venture para fabricação de espuma. Possui ainda participação em empresas de plásticos que fabricam peças para o interior dos ônibus.

De acordo com a visão da empresa, a questão do conforto é um diferencial do produto. Por isso, buscam formas de medir a percepção de conforto dos usuários, de forma a construir um banco de dados quantitativos e qualitativos. Esses dados concretos são, posteriormente, utilizados como requisitos de projetos. Nessa perspectiva, os usuários são considerados ferramentas para análise do conforto, já que têm poder e influenciam no desenvolvimento de produto.

A equipe de desenvolvimento de produto e os engenheiros realizam pesquisas etnográficas com os usuários. Para realizar inovações incrementais também são realizadas pesquisas de campo. Esta metodologia vem sendo adotada nos últimos dois anos. Além da aplicação de questionários sobre conforto e registro de dados antropométricos, também são feitos registros fotográficos e observações.

Em relação ao conceito de ergonomia, na opinião do entrevistado, esta é parte do processo de design. Para ele, o design deve ser fonte fornecedora de informações ergonômicas para outras áreas da empresa. O entrevistado ressalta a preocupação da empresa com relação à antropometria e à segurança.

A equipe responsável pela integração dos aspectos ergonômicos ao desenvolvimento de produto é a própria equipe de desenvolvimento, composta por Designers, Engenheiros de Desenvolvimento e Engenheiros de Protótipo. Esta equipe recebe suporte da equipe de materiais; de processo; de marketing e das demais engenharias e é responsável pelo desenvolvimento de novos produtos e pela customização daqueles já existentes, mediante solicitação.

Na empresa o processo de design inicia-se com a compreensão por parte da equipe do objetivo estratégico da empresa. Nesta fase inicial, a Equipe de Desenvolvimento de Produto trabalha em parceria com a área Comercial e Marketing, visando analisar o posicionamento do produto no mercado e a necessidade de criação do mesmo.

A partir disso, inicia-se o escopo do projeto com a criação dos parâmetros projetuais (vindos das limitações do projeto). Para determinar esses parâmetros, são analisadas primeiramente as normas locais e regionais (que dependem do mercado do produto). Em seguida é feita uma análise de uso, postural e acional (baseadas em banco de dados de projetos anteriores ou novas análises), e também uma análise do conforto

baseado na etnografia, através da consulta ao banco de dados das observações feitas dos usuários.

Paralelamente à esta fase de análise são feitos os trabalhos de Engenharia e ocorre uma interação das equipes ao longo do projeto. É nesta fase que também ocorre o processo de inovação, a fim de colocar inovações nos parâmetros projetuais. A equipe de inovação deve aumentar as possibilidades do projeto e, para isso, deve ter um olhar divergente e fazer inovações em um ambiente de projeto tradicional, constituindo, segundo o entrevistado, o grande desafio da empresa. A empresa busca, nesta fase de inovação, a diminuição do peso do produto, o aumento do conforto e novas tendências em relação a materiais e necessidades dos usuários.

Na fase de análise utilizam-se diferentes ferramentas, como: mock-ups físicos e virtuais e protótipos em escala real, para validação do produto junto aos usuários; e análise dos usuários (dados antropométricos). Em relação à esse último, os dados antropométricos utilizados variam de acordo com o mercado ao qual o produto é destinado. Por exemplo, se for ônibus para mercado europeu, pesquisam dados antropométricos deste mercado, se não houver utilizam Dreyfuss, um livro bastante utilizado por projetistas que contém medidas antropométricas. Utilizam também manequins tridimensionais para o dimensionamento da poltrona e geralmente trabalham com percentil 97,5% M e 2,5% F.

Em suma, pode-se concluir que na empresa em questão os usuários são ferramentas importantes para o desenvolvimento de produto, sendo a análise da atividade dos mesmos uma ferramenta importante para o projeto. As questões de ergonomia e conforto são tratadas precocemente no projeto, porém dividem espaço com outros fatores como a segurança, o peso do produto e o custo.

5.1.5 Empresa E

A empresa E é fabricante de poltronas, interiores e escapamentos automotivos, sendo uma das grandes fornecedoras mundiais de autopeças. A empresa fornece a poltrona completa, estrutura metálica e trilhos para grandes montadoras. A planta visitada fabrica estruturas metálicas para poltronas, revestimentos e estofamentos.

O estabelecimento de parceiras depende do projeto a ser executado: a empresa desenvolve tecnologia no caso de projetos muito grandes e compra outras para projetos menores.

Com relação aos conceitos de conforto adotados pela empresa, em concordância com outras empresas já estudadas, estes são especificações da própria montadora. Esta fornece, por exemplo, especificações como o ponto H, o ângulo do torso, o ângulo da coxa, a coordenada no calcanhar ou o ângulo do pé direito, que determinam o estilo da condução (esportivo, família, etc). As questões de estilo (aspecto estético) são trabalhadas conjuntamente com a montadora. A empresa define alguns parâmetros como posição do apoio de cabeça, dos comandos do banco e da ancoragem do cinto de segurança de acordo com as normas consideradas.

O desenvolvimento de pesquisas de conforto é realizado em um Centro de Desenvolvimento e Pesquisa na matriz, mas há um ano foi inaugurado um Centro de Pesquisa no Brasil, com objetivo de estudar aspectos de ergonomia, novos produtos e desenvolvimento de novos projetos.

Com relação ao conceito de ergonomia adotado pela empresa, os entrevistados relataram que o ergonomista da empresa atua predominantemente na ergonomia industrial realizando: análise de postos de trabalho, com a ajuda de uma ferramenta criada pela empresa chamada AGREPT (Análise de Gestos com Riscos e os respectivos Efeitos sobre o caráter Penoso no Trabalho), utilizada para análise de risco e baseada no RULA para quantificar problemas relativos à postura, esforço e repetitividade; treinamento da equipe para realizar estas análises; treinamentos com os engenheiros, nos quais fornecem um memorando de ergonomia (da própria empresa) com informações ergonômicas sobre projeto de postos de trabalho e produtos com critérios; além de especificações padronizadas pela empresa.

O ergonomista também atua na Ergonomia do Produto, desde a fase de concepção de novos produtos ou de alterações incrementais. Fornecem relatórios para a Engenharia com informações sobre possíveis problemas em relação à antropometria e conforto; recomendações e soluções.

A empresa possui um memorando de ergonomia com requisitos ergonômicos e ainda conta com: um catálogo, com melhores práticas adotadas em projetos pela planta, constituindo um banco de dados alimentado pela própria planta; guidelines das melhores práticas de ergonomia adotadas por toda a empresa, contendo itens relacionados à ergonomia e dados provenientes de projetos anteriormente

desenvolvidos. Este está disponível na rede mundial da empresa e é alimentado pelo DFA (Design for Assembling).

A equipe responsável por todas essas atividades, inclusive pela inserção dos aspectos de ergonomia e conforto ao processo de desenvolvimento de produto é composta por um Engenheiro de Segurança, um Ergonomista, um Estagiário, um coordenador de segurança, 5 pessoas da Engenharia de Desenvolvimento e 5 pessoas na Engenharia de Planta.

Há cerca de um ano a empresa instituiu que o ergonomista deveria participar desde a fase de concepção de projeto. Esse processo foi trabalhoso, pois foi preciso fazer uma sensibilização da equipe de projeto (engenheiros e designers), a fim de explicar conceitos ergonômicos básicos e a importância de considerá-los precocemente no projeto, a fim de evitar problemas mais tarde, tanto na produção quanto no conforto percebido pelo usuário.

Com relação ao processo, a empresa possui um *Program Management System* (PMS), onde cada programa é dividido em projetos, com definição das áreas que devem ser envolvidas em cada uma de suas fases. Os programas são subdivididos em fases. A primeira fase é a cotação (acquisition), na qual o cliente repassa para a empresa as especificações do produto como o estilo do veículo e a medida da poltrona (tamanho, tipo de revestimento, densidade da espuma). A partir dessas informações a Engenharia de Aquisição inicia o Programa. Esta deve apresentar para o Ergonomista informações do produto em 2D ou 3D. A partir destas, o ergonomista coloca recomendações em relação à ergonomia e conforto (informações vindas de projetos anteriores e de um banco de dados de melhores práticas mundiais adotadas em projetos da empresa). Estes guidelines são alimentados pela matriz e todo projeto deve ser iniciado consultando este material.

De acordo com o entrevistado, um dos diferenciais da empresa é que o ergonomista também considera as dificuldades que o operador terá na produção com as alterações no produto. Após estas análises, o ergonomista envia um relatório para a Engenharia com as análises e sugestões de melhorias.

Se a empresa for escolhida pelo cliente, inicia-se o desenvolvimento do produto, com o refinamento das especificações. Nesta fase a ergonomia também participa junto com a Engenharia, fornecendo informações sobre melhores práticas. Após esta fase inicia-se o desenvolvimento ferramental e de equipe. A próxima fase é a produção e pré-teste, seguida do repasse oficial do Projeto da Engenharia para a Produção.

Todas as análises e dimensionamento iniciam-se com dados sobre o ponto H, ângulo do torso, ângulo da coxa e coordenada do calcanhar em relação à horizontal absoluta do ângulo do pé. O ponto H determina todos os aspectos da poltrona, como por exemplo, os comandos (reclinação e trilhos) e a posição do apoio de cabeça. Para análise do ponto H são utilizados manequins tridimensionais ou o Braço Romer (uma ferramenta que substitui o manequim), sendo os testes realizados em mock-ups. Com relação aos dados antropométricos, a montadora repassa as especificações. Geralmente trabalham com percentil 50% M, mas se a montadora solicitar, a empresa faz a análise 95%M.

Após receber informações sobre o ponto H o engenheiro deve pensar em segurança. As normas também variam de acordo com o mercado ao qual o produto se destina. Geralmente utilizam normas americanas (FMVSS 302,300), européias (ECE-R 14, 17, 21, 94) e brasileiras (CONTRAN). Estas normas trazem aspectos em relação à posição do fecho do cinto de segurança, apoio de cabeça, airbag dentre outros.

Após considerar estes aspectos, inicia-se as análises em relação ao conforto, sendo as recomendações determinadas pela matriz. O mapeamento de pressão é uma ferramenta utilizada pela empresa. O teste é feito na matriz, mas vai começar a ser desenvolvido no Centro de Desenvolvimento e Pesquisa Brasileiro.

Todos estes parâmetros anteriormente mencionados devem ser aliados ao custo do produto, parâmetro essencial de projeto, como na maioria dos casos anteriormente citados.

Foi possível observar que a empresa entrevistada possui uma boa estrutura para tratar das questões de ergonomia e conforto, sendo a única das entrevistadas que contém profissionais especializados inseridos no processo. Viu-se que a ergonomia e conforto são importantes parâmetros de projeto e que, além das especificações dos clientes, a empresa se baseia no seu próprio banco de dados, alimentado por projetos anteriores, para projetar seus produtos. No entanto, em concordância às demais empresas entrevistadas, os aspectos de ergonomia e conforto são importantes, mas não determinantes, devendo ser aliados à segurança e ao custo, um aspecto crucial do projeto.

5.2 Análise e Discussão dos Casos

Para facilitar a análise, os dados serão organizados de acordo com o modelo proposto por Pugh (1983) e Pugh, Morley (1986), citados por Pugh (1996), uma abordagem multidisciplinar que engloba o estudo das pessoas (atividade), dos processos (gestão) e do contexto (estratégias). A análise tem como objetivo visualizar como as empresas tratam a inserção dos conceitos de ergonomia e conforto ao projeto de desenvolvimento de poltronas, exaltando os principais conceitos, ferramentas e metodologias utilizadas nessa atividade (PUGH, 1996).

5.2.1 Estratégia

De acordo com o modelo a parte central do projeto não é restringida apenas pelos elementos de especificação do projeto do produto (PDS), mas também pela estrutura de negócios da empresa (diferentes contextos).

Dessa forma, a abordagem das estratégias busca considerar a inserção do projeto no contexto mais amplo dos negócios, considerando os aspectos gerenciais e as atividades dos projetistas associados às distintas estratégias existentes (MENEGON, 2000).

Como podemos observar, em quatro das cinco empresas entrevistadas (empresas A, B, C e E), os produtos são desenvolvidos de acordo com a opinião e com as especificações dos clientes, que são as montadoras. As especificações do produto, como cores, materiais, design, dureza e densidade da espuma e normas a serem atendidas são definidas pelas montadoras e repassadas às fabricantes que desenvolvem o produto conforme lhe é pedido. Apenas a empresa E mencionou que as questões de estilo são trabalhadas conjuntamente com a montadora. E somente na empresa D, a equipe de desenvolvimento de produto participa da compreensão do objetivo estratégico da empresa, trabalhando em parceria com a área Comercial e Marketing, visando analisar o posicionamento do produto no mercado e a necessidade de criação do mesmo.

Além disso, pôde-se observar que todas as empresas preocupam-se em integrar requisitos ergonômicos e de conforto ao projeto de produtos. Também foi observado que não há uma definição muito concreta acerca dos conceitos de ergonomia e conforto

adotados. Apenas algumas empresas definiram concretamente o conforto: a empresa C, por fabricar estruturas, definiu que essa condição é proporcional ao número e à variedade de ajustes disponíveis ao usuário. Já a empresa B relatou ser o nível de ruído emitido pela poltrona um fator determinante para a percepção de conforto do usuário. Nesta mesma empresa, de acordo com os entrevistados, a distribuição da pressão afeta na sensação de conforto por parte do usuário. O que pôde ser observado é que a aplicação da ergonomia muitas vezes se resume à aplicação da antropometria ao produto final. Na empresa E, também são analisadas as dificuldades que o operador terá ao produzir determinado produto que foi modificado (Design for Assembling).

Na grande maioria dos casos, os conceitos de ergonomia e conforto utilizados pelos fabricantes são aqueles definidos pelas próprias montadoras. Geralmente, as montadoras realizam pesquisas e estudos relacionados a estes aspectos e repassam as informações para as fabricantes. A empresa A, por exemplo, recebe da montadora relatórios de avaliação de conforto e dores realizadas em usuários de diferentes percentis antropométricos em relação aos componentes das poltronas (avaliação de conforto, acesso aos controles e medição do ponto H), para melhorar aspectos do projeto. Já a empresa B explicou que geralmente, a montadora envia relatórios de pesquisas prévias com as especificações do produto, utilizando os carros similares da concorrência para avaliação de conforto e tomada de decisão. Na empresa C, cada produto é especificado pela montadora através do caderno de encargos, variando de acordo com o perfil do cliente.

Apesar da grande maioria das empresas receber especificações prontas de ergonomia e conforto, algumas se destacaram pelas análises realizadas. As principais ferramentas e técnicas utilizadas serão discutidas no tópico Atividades, a seguir.

Um outro conceito discutido por Pugh que deve ser enfatizado nesse tópico é o conceito de produtos estáticos e dinâmicos. De acordo com este autor, o projeto de alguns produtos, como automóveis envolve mudanças incrementais em uma mesma base genérica, caracterizando os chamados produtos estáticos. Em outros casos, o projeto não parte de uma base, pois esta ainda não foi descoberta, caracterizando os chamados produtos dinâmicos. Neste último caso, o design é baseado na análise de mercado e nas necessidades dos usuários. Em contrapartida, os produtos estáticos, são projetados com nenhuma ou pequenas mudanças no nível do sistema geral (PUGH, 1996). Apesar de algumas empresas mencionarem que partem de poltronas-base para projetar seus produtos (B e C, por exemplo), elas também estão em constante processo

inovatório, ora por demanda dos clientes, ora por iniciativa própria, na busca de sobrevivência no mercado e de excelência em desempenho. Dessa forma, a hipótese de que qualquer produto é a combinação de uma porção nova (através das inovações) e outra já existente, parece ser uma verdade nas empresas entrevistadas.

5.2.2 Gestão

A abordagem da gestão abrange os processos que constroem uma rede de relações no projeto, ressaltando a importância da gestão do processo de projeto (PUGH, 1996). Foi possível verificar através dos resultados descritos que existem processos bem estruturados nas empresas em relação à atividade de desenvolvimento de produto.

Através dos dados das entrevistas, foi possível observar que, na maioria dos casos, a equipe parte das especificações das montadoras para desenvolver um determinado produto a partir de poltronas-base. Somente a empresa D mencionou realizar investigação de mercado para analisar o posicionamento do produto e a necessidade de criação do mesmo. Nesta empresa, a equipe de desenvolvimento de produto cria parâmetros projetuais, analisando as normas locais e regionais e os dados da análise de uso, postural e acional e da análise de conforto baseado na etnografia.

Um fator que deve ser discutido neste tópico é a forma como se dá a interação entre as equipes dentro de um mesmo projeto. Nesse contexto, a empresa E mencionou ter tido dificuldades neste sentido, pois, há cerca de um ano, foi estipulado que o ergonomista deveria participar desde a fase de concepção de projeto. Os entrevistados relataram que esse processo foi trabalhoso, pois foi preciso fazer uma sensibilização da equipe de projeto (engenheiros e designers), a fim de explicar conceitos de ergonomia básicos e a importância de considerá-los no projeto, a fim de evitar problemas mais tarde, tanto na produção quanto no conforto percebido pelo usuário. Nessa empresa, a implantação do ergonomista foi eficaz, uma vez que, ele parte das informações em 2D ou 3D geradas pela engenharia de aquisição para incluir as análises e sugestões de melhorias, baseado em informações vindas de projetos anteriores e de um banco de dados de melhores práticas mundiais adotadas em projetos da empresa.

Nas demais empresas entrevistadas, não foi observada essa dificuldade, talvez pelo fato desta atividade de desenvolvimento de produto ser realizada na maior parte das vezes por uma equipe mais homogênea.

Outra evidência observada foi que a equipe de desenvolvimento de produto da maioria das empresas trabalha conjuntamente com o cliente (montadora). A empresa B, por exemplo, mencionou que, a partir das especificações do cliente, elabora um protótipo e a partir deste é gerado um relatório que é enviado às montadoras para que estas digam se o produto está de acordo com o esperado. A empresa C também mencionou que os clientes (montadoras) fazem testes com os próprios protótipos gerados, para ver se estes estão adequados para a fase de fabricação. Essa técnica é bastante útil no sentido de evitar gastos de reprojeção nas fases adiantadas do processo. Porém, a empresa B mencionou que algumas montadoras oferecem restrições à montagem do protótipo devido a questões de custo do projeto e de sigilo de informações.

Além disso, as empresas A, C, e E mencionaram trabalhar em conjunto com a matriz, compartilhando dados de benchmark, medidas e normas adquiridas através de pesquisas realizadas em centros de desenvolvimento localizadas nas matrizes. A empresa C, por exemplo, mencionou que na sua matriz há um centro de benchmark que faz pesquisas constantes das necessidades dos usuários e com o qual a empresa brasileira possui um sistema integrado para compartilhar normas, dados de conforto e medidas.

Além disso, também na empresa C, qualquer revisão do desenho de um produto da empresa brasileira deve ser comunicado à matriz. Da mesma forma, qualquer modificação interna visando à melhoria contínua deve passar pela fase de simulações novamente.

Em suma, foi observado que todas as empresas entrevistadas consideram os aspectos de ergonomia e conforto nas fases iniciais do projeto, seja através de especificações do cliente ou até mesmo de estudos realizados internamente.

5.2.3 Atividade

De acordo com Pugh (1996), a abordagem da atividade envolve várias dimensões, especialmente as pessoas e profissionais relacionados; suas atividades; as metodologias, ferramentas e decisões relacionados à atividade de desenvolvimento de produto. Dessa forma, esse tópico aborda a atividade dos projetistas e seus conceitos e ferramentas.

Em todas as empresas entrevistadas, a equipe responsável por inserir os conceitos de ergonomia e conforto ao projeto é a própria equipe de desenvolvimento de produto, composta, na maior parte das vezes por engenheiros, designers e técnicos. Apenas a empresa E tem na sua equipe um ergonomista.

Dentre as atividades desenvolvidas pela equipe podemos levantar o planejamento e desenvolvimento, tanto de novos projetos como projetos que estão em série, com propostas de melhoria contínua. Em algumas empresas, a equipe também atua na colaboração na investigação do mercado (Empresa D); pesquisas de campo com usuários (Empresa D); concepção; realização de testes de segurança para projetos da própria empresa ou para as concorrentes (Empresa B); pesquisa de inovação (empresas A, B, C, D e E) e suporte a outras áreas. Na empresa E, na qual há um ergonomista na equipe de desenvolvimento de produto, o entrevistado mencionou que, além dessa atividade, ele é responsável por atuar também na ergonomia industrial realizando análise de postos de trabalho e o treinamento da equipe para realizar essas análises.

Através dos resultados apresentados pudemos observar que o conforto é apenas uma das especificações do Product Design Specification (PDS). Muitos outros parâmetros apareceram como sendo importantes no processo de desenvolvimento de poltronas. Os principais elementos do PDS que foram citados como mais importantes pelos entrevistados, não em ordem de importância, foram: conforto, ergonomia (na maioria das vezes limitada a antropometria), resistência e durabilidade, segurança, eficácia, custo, design, usabilidade e peso.

Falando em conforto, algumas empresas mencionaram a realização da análise da atividade de usuários para o projeto de seus produtos, corroborando com os dados da literatura que afirmam que observações de usuários sentados podem ser usadas para complementar os limites da tolerância ao desconforto (BRANTON, 1969). A empresa A, por exemplo, mencionou partir de dados de relatórios de avaliação de conforto e dores

realizadas em usuários de diferentes percentis antropométricos apresentados pelas montadoras para iniciar o projeto. Essa mesma empresa também realiza análises de uso e dos locais de atuação dos seus produtos, para retirar parâmetros de projeto.

A empresa D realiza pesquisas etnográficas e também pesquisas de campo, com aplicação de questionários sobre conforto, registro de dados antropométricos, registros fotográficos e observações do usuário em situação de uso (situações reais), para entender as necessidades dos usuários. Essas informações alimentam um banco de dados que é consultado sempre antes da definição dos parâmetros projetuais.

A realização do Mapeamento de Pressão (Pressure Map) como ferramenta para a análise de conforto foi mencionada pelas empresas A, B e E. A empresa B explicou inclusive, que antes da aplicação deste teste o conceito de conforto era muito subjetivo, passando a ser mais objetivo e palpável com os dados provenientes destas análises. O teste é realizado com diferentes percentis antropométricos, dependendo da exigência do cliente. Juntamente com a análise objetiva através do mapeamento, é realizada uma avaliação subjetiva de conforto/desconforto através de questionário não padronizado, para validar as medidas. A literatura mostra que essa técnica é uma das mais utilizada na avaliação de conforto/desconforto sentado (KÄRKI, LEKKALA 2006; KOLICH, 2007).

Essa mesma empresa (Empresa B) mencionou a realização de um outro teste determinante na percepção de conforto do usuário. Conhecido como teste do ruído, uma poltrona é colocada em uma máquina que simula uma rodagem e nela é aferido o ruído emitido, não podendo ultrapassar 50 dB.

Através das entrevistas, foi possível observar que, a maioria das empresas, não possui uma definição concreta acerca dos conceitos de ergonomia utilizados, sendo que, muitas vezes, a aplicação deste conceito se resume à adequação do projeto às características antropométricas dos usuários. Falando em práticas, a Empresa A mencionou que utiliza um manual interno da empresa relativo à ergonomia em poltronas. Já a empresa E mencionou tirar informações de um memorando de ergonomia com requisitos ergonômicos, além de um catálogo, com melhores práticas adotadas em projetos pela planta e guidelines das melhores práticas adotadas por toda a empresa, contendo itens relacionados à ergonomia e dados provenientes de projetos anteriormente desenvolvidos.

Com relação aos dados antropométricos, as empresas geralmente, utilizam dados brasileiros e/ou europeu e/ou americano (SAE), sendo esse último usado globalmente

pelas montadoras. Em alguns casos utilizam dados antropométricos compatíveis com o mercado ao qual o produto se destina (empresas D e E). Têm acesso à esses dados através de cadernos de especificações, dados de benchmark realizados na maioria das vezes pela matriz, relatórios de clientes, pesquisas de campo, consulta ao Dreyfuss etc. Os percentis antropométricos utilizados variam com a especificação do cliente, geralmente, 5%F e 95%M. Apenas a empresa D trabalha com um percentil mais abrangente, considerando 2,5%F e 97,5%M.

Uma ferramenta bastante utilizada pelas empresas é o Manequim Tridimensional (utilizado pelas empresas A, B, D e E). Ele é utilizado principalmente para o dimensionamento de poltronas a partir da medida do ponto H: esse ponto corresponde à posição vertical relativa do quadril do ocupante, especificamente o ponto de pivô entre o torso e as pernas. Apenas a empresa E mencionou utilizar, além do ponto H, outros pontos para projetar seus produtos. As outras medidas mencionadas foram o ângulo do torso, o ângulo da coxa e a coordenada do calcanhar em relação à horizontal absoluta do ângulo do pé. Além do dimensionamento de poltronas, os manequins também são utilizados em alguns testes, quando se quer fazer uma simulação de longa duração, como, por exemplo, no Pressure Mapping. A empresa E mencionou a utilização de uma ferramenta conhecida como Braço Romer, que substitui o Manequim Tridimensional nessas análises.

Um outro parâmetro de projeto bastante mencionado foi a segurança. Todas as empresas mostraram preocupações com esse fator, tendo que se adequar às normas exigidas pelos clientes (montadoras) e àquelas específicas do mercado ao qual se destina o produto; por exemplo, para mercado americano, costumam utilizar as FMVSS, para mercado europeu, as ECE-Rs, e para mercado brasileiro, as resoluções da NBR e do CONTRAN. A empresa A mencionou inclusive cumprir normas internas da própria empresa. Costumam também realizar todos os testes obrigatórios de segurança, seja na própria empresa ou na matriz. Um detalhe importante apresentado pela empresa C foi que a fabricante costuma realizar apenas testes de componentes individuais, cabendo à montadora a avaliação final do veículo como um todo.

O custo do produto foi citado pela maioria das empresas como o item de maior peso durante o processo de desenvolvimento de produto. Dessa forma, podemos observar que o conforto parece ser um item de grande preocupação das empresas, mas na maioria delas, este não é determinante no projeto, devendo se adequar à questões como o custo e a segurança, por exemplo. A empresa A mencionou até que às vezes, a

poltrona mais confortável na percepção do usuário não é o produto desenvolvido, por questões relacionadas à esses dois fatores.

O peso do produto foi outro parâmetro especificado pela empresa C. De acordo com o entrevistado, as empresas automobilísticas têm solicitado cada vez mais a diminuição de peso das poltronas. Dessa forma, pesquisas de inovação em relação a novos materiais, espumas e estruturas vêm sendo realizadas, mostrando uma compatibilidade com o setor aéreo que também possui fortemente essa preocupação.

A resistência e durabilidade do produto também são alvo de preocupação das empresas A, B e C, sendo realizados testes específicos destinados a estas análises.

A eficácia do produto, outro parâmetro do projeto, foi especificado pela empresa B e diz respeito à sua robustez, ou seja, seu tempo de vida. Por fim, as empresas B e C mencionaram a preocupação com a usabilidade do produto, realizando testes como o Craftmanship que verifica internamente o veículo, para que não ocorram problemas de acessibilidade, por exemplo. A simulação no CATIA é outra ferramenta utilizada para evitar problemas de acessibilidade, ferramenta citada por uma das empresas entrevistadas (Empresa C).

Falando em simulação, essa é uma ferramenta bastante utilizada no processo de desenvolvimento de produtos. As empresas entrevistadas mencionaram fazer uso de ferramentas como o FMEA, o Unigraphics e simulação em 2D e 3D para antecipar questões de ergonomia e/ou auxiliar na comunicação com as outras áreas participantes do projeto. A partir da simulação é possível desenvolver mock-ups físicos e virtuais e protótipos em escala real para validação com usuários reais após o projeto. No entanto, a empresa B ressaltou que algumas montadoras evitam a construção de protótipos por questões de sigilo e custos.

Outra ferramenta observada foi um sistema de rastreabilidade, útil para acompanhar as reclamações dos clientes (em conjunto com as montadoras), ferramenta citada pela empresa B.

5.3 Considerações em relação à inserção dos aspectos de ergonomia e conforto

Através dos resultados acima apresentados foi possível concluir que, em geral, as empresas fabricantes de poltronas não possuem uma definição concreta do conceito

de ergonomia. A maioria delas acredita que a inserção do conceito ao desenvolvimento de produto se resume à adequação do mesmo aos parâmetros antropométricos, recebendo especificações prontas das montadoras.

Falando em parâmetros antropométricos estes são, na maioria das vezes, especificadas pelos clientes ou adequadas ao mercado ao qual o produto se destina. Geralmente chegam aos projetistas através de cadernos de especificações, livros ou dados de benchmark da matriz. Apenas a empresa D mencionou realizar medições antropométricas em suas pesquisas de campo. O percentil utilizado geralmente é especificação da montadora. Uma prática bastante observada durante o benchmark foi o dimensionamento de poltronas a partir do ponto H, ou seja, o ponto de interseção entre o torso e as pernas, bem como a utilização do Manequim Tridimensional para a realização das análises e testes. Apenas a empresa E mencionou fazer uso de outros pontos do corpo para dimensionar as poltronas e de outra ferramenta conhecida como Braço Romer, além do Manequim Tridimensional.

Outro fator que foi bastante observado nas empresas foi a preocupação com a segurança. Todas elas seguem as normas, que na maioria das vezes, são especificadas pelos clientes (montadoras) ou adequadas ao mercado ao qual se destina o produto e realizam os testes obrigatórios, seja no Brasil ou na matriz.

As empresas B e C relataram preocupações com a questão da usabilidade, com a realização de testes e simulações para evitar que o produto tenha problemas de acessibilidade após seu lançamento.

O fato de que a inserção dos conceitos de ergonomia ao desenvolvimento de poltronas nas empresas visitadas ainda se dá de forma falha pode ser ainda mais confirmado quando se observa a composição das equipes que cuidam dessa atividade, uma vez que apenas a empresa E mencionou ter em sua equipe um profissional especializado na área. As demais partem de especificações enviadas pelas montadoras acerca dos critérios de ergonomia a serem utilizados.

Falando em conforto, todas as empresas relataram preocupações, mas nem todas possuem ferramentas específicas de análise desse fator. Na maioria delas, o conceito não possui uma definição concreta. Apenas duas empresas deram definições mais objetivas com relação à esse assunto: para a empresa C que fabrica estruturas, o nível de conforto percebido pelo usuário é proporcional à variedade de ajustes que são oferecidos aos usuários. Já a empresa B considera a questão da distribuição da pressão uma grande determinante do conforto e vê no Pressure Mapping uma ferramenta capaz

de proporcionar dados mais objetivos nesse sentido. Todas as empresas citaram a realização do Pressure Mapping como ferramenta de análise de conforto. Esta mesma empresa acredita que o nível de conforto também é proporcional à quantidade de ruído emitida pela poltrona, realizando testes para evitar que este ultrapasse os 50 dB permitidos.

Na maioria das empresas os conceitos de conforto adotados são definições dos clientes (que são as montadoras). Geralmente, elas realizam pesquisas e estudos relacionados a esses aspectos e passam especificações prontas às fabricantes.

Em algumas empresas, as pesquisas de conforto são realizadas na matriz, que possuem centros tecnológicos de pesquisa, e as informações são repassadas às filiais. A empresa E mencionou que foi inaugurado um centro de pesquisas no Brasil, similar ao da matriz e deve começar a fazer pesquisas das necessidades dos usuários.

Algumas empresas se destacaram pelas análises de conforto realizadas, principalmente por terem como foco a análise da atividade dos futuros usuários. A empresa A, apesar de receber especificações prontas também realiza análises de uso e dos locais onde serão utilizados os produtos, para que estes conceitos sejam analisados e introduzidos aos projetos. Já a empresa D mencionou realizar pesquisas etnográficas com usuários e pesquisas de campo para realizar inovações incrementais, com aplicação de questionários sobre conforto, registro de dados antropométricos, registros fotográficos e observações do usuário em situação de uso (situações reais). As informações relacionadas ao conforto são armazenadas em um banco de dados que é consultado na fase de análise de uso, postural e acional, que precede a fase de criação dos parâmetros projetuais. Essa mesma empresa mencionou realizar validações do produto com usuários finais, utilizando mock-ups físicos e virtuais e protótipos em escala real, prática também observada em algumas das outras empresas.

Dessa forma, dados das necessidades dos usuários chegam através de pesquisas nas montadoras, benchmark na matriz e, em menor escala pesquisas nas próprias fabricantes. A empresa C mencionou ainda que possui um sistema de rastreabilidade das reclamações dos usuários em conjunto com as montadoras, para levantar críticas e recomendar soluções ao projeto.

Através do benchmark foi possível entender os principais conceitos utilizados pelas fabricantes de poltronas em termos de ergonomia e conforto, bem como fazer um levantamento das principais práticas, métodos e ferramentas utilizadas. Como conclusão, foi possível visualizar que apesar de algumas empresas darem exemplos de

boas práticas de análise da atividade do usuário como ferramenta para projeto, principalmente as empresas A e D, não foi encontrada uma consolidação enquanto metodologia universalmente aceita. O Mapeamento de Pressão, por exemplo, ferramenta utilizada em quase todas as empresas para analisar o conforto, é realizado com o usuário na posição estática e por pouco tempo, o que dificulta a compreensão do conforto. Essas práticas mencionadas podem ser mais investigadas nas montadoras e nas matrizes das fabricantes, pelo fato destas passarem especificações às empresas visitadas, bem como compartilharem dados de pesquisa realizados.

Assim, podemos observar que da mesma forma como acontece na literatura, também na prática o processo de desenvolvimento de poltronas se dá através de um conjunto de especificações que partem dos clientes. Apenas as empresas A e D mencionaram a preocupação com a análise da atividade dos usuários. As demais análises de conforto, como o Mapeamento de Pressão não refletem a dinamicidade das atividades a serem desenvolvidas pelos usuários, uma vez que é realizado estaticamente e por pouco tempo. Assim justifica-se a necessidade de mais pesquisas, em situação de uso, para a proposição de um desdobramento que possa ser utilizado em futuras pesquisas.

No próximo tópico, são apresentados os resultados do terceiro procedimento desta pesquisa, que consistiu na medição de aeronaves para posterior confrontação aos dados da literatura e na realização de um teste piloto de análise da atividade de um passageiro em situação real de vôo, buscando propor um desdobramento de análise de conforto baseado na atividade dos usuários que possa ser utilizado em pesquisas futuras.

6. Medições e Filmagem em vôo.

Neste capítulo serão apresentados os resultados das medições que foram realizadas em diferentes tipos de aeronaves. Também será exposto um estudo piloto que teve como técnica o registro de imagens de um passageiro em situação real de vôo.

6.1 Medições em vôo

As medições foram realizadas em 10 modelos diferentes de aeronaves, sendo que mais de uma aeronave de cada tipo foi medida.

Abaixo, são apresentadas as tabelas contendo as medidas dimensionais das aeronaves, bem como as medidas mínimas e máximas. Para facilitar a comparação, as aeronaves foram classificadas conforme a capacidade de passageiros. Assim, a tabela 18 traz os resultados das aeronaves que comportam de 50 a 100 passageiros; a tabela 19, as aeronaves que comportam de 100 a 150 passageiros; e a tabela 20 as aeronaves que comportam de 150 a 200 passageiros. As medidas foram dadas em metros.

Tabela 18- Medições realizadas em aeronaves de 50 a 100 passageiros

1-Fabricante	Fokker	Fokker	ATR	ATR	ATR	ATR	Embraer	Mínimo	Máximo
2-Modelo da Aeronave	MK28	MK-28	ATR-42	ATR-72	ATR-72	ATR-72	ERJ 145		
3- Prefixo		OAE	PAP-TI	PP-PTN	TTJ	PTP	PSG		
4-N. de poltronas	100	100	48	68	66	66 a 68	50		
5-Configuração interna	2x3	2x3	2x2	2x2	2x2	2x2	1X2		
6- Largura do encosto	0,42	0,42		0,46	0,40	0,43	0,41	0,40	0,46
7- Altura do encosto	0,67			0,71		0,73	0,70	0,67	0,73
8- Comprimento do assento		0,41		0,44	0,45	0,42	0,49	0,41	0,49
9- Largura do assento	0,47	0,45	0,42	0,45	0,47	0,44	0,42	0,42	0,47
10- Distância entre armrests	0,43	0,43	0,49	0,43	0,43	0,44	0,43	0,43	0,49
11- Altura do assento até o chão	0,42	0,42	0,41	0,40	0,39	0,40	0,41	0,39	0,42
12- Pitch		0,79		0,77	0,76	0,79	0,65	0,65	0,79
13- Distância do encosto da poltrona ao bin	0,43	0,47		0,29	0,35		0,30	0,29	0,47
14- Largura do corredor	0,45	0,45		0,47	0,47	0,47	0,44	0,44	0,47

Fonte: Tabela elaborada pela autora, de acordo com os dados das medições

Tabela 19 – Medições realizadas em aeronaves de 100 a 150 passageiros

1-Fabricante	Airbus	Boeing	Boeing	Boeing	Boeing	Boeing	Boeing	Boeing	Boeing	Embraer	Mínimo	Máximo
2-Modelo da Aeronave	A319	B737-700	B737-700	B737-700	B737-700	B737-700	B737-700	B737-300	B737-300	E195		
3- Prefixo	MAL	PRGIN	VB4	VBH	GON		PRGOM	WTD	WSF	AYA		
4-N. de poltronas	144	144	144	144	144	144	144	148	148	118		
5-Configuração interna	3x3	3x3	3x3	3x3	3x3	3x3	3x3	3x3	3x3	2x2		
6- Largura do encosto	0,44	0,42	0,44	0,43	0,43	0,42	0,40	0,43	0,40	0,44	0,40	0,44
7- Altura do encosto	0,73	0,63						0,66	0,69		0,63	0,73
8- Comprimento do assento	0,39		0,44	0,43	0,44	0,40		0,43	0,42	0,44	0,39	0,44
9- Largura do assento	0,49	0,46	0,44	0,47	0,47	0,46	0,46	0,42	0,44	0,49	0,42	0,49
10- Distância entre armrests	0,48	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,44	0,42	0,43	0,46	0,42	0,48
11- Altura do assento até o chão	0,42	0,42	0,43	0,42	0,40	0,42	0,38	0,43	0,44	0,40	0,38	0,44
12- Pitch	0,71	0,77	1 (emerg.)	0,83	0,73	0,83	0,74		0,75	0,78	0,71	1,00
13- Distância do encosto da poltrona ao bin	0,52	0,47	0,48	0,47	0,49	0,49	0,47	0,51	0,56	0,35	0,35	0,56
14- Largura do corredor	0,47	0,41	0,42	0,42	0,42		0,42	0,44		0,50	0,41	0,50

Fonte: Tabela elaborada pela autora a partir dos dados das medições.

Tabela 20- Medições realizadas em aeronaves de 150 a 200 passageiros.

1-Fabricante	Airbus	Airbus	Airbus	Airbus	Airbus	Airbus	Airbus	Airbus	Airbus	Airbus	Airbus	Boeing	Boeing	Boeing	Boeing	Boeing	Mínimo	Máximo
2-Modelo da Aeronave	A320	A320	A320	A320	A320	A320	A320	A320	A320	A320	A320	B737-800	B737-800	B737-800	B737-800	B737-800		
3- Prefixo	MHT	PRMHW	M2G	M2X	MHM	MHE	MBP	MBO	MHJ	MHB		PRGGN	GTL	GIE	GTT			
4-N. de poltronas	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	187	187	187	187	187			
5- Configuração interna	3x3	3x3	3x3	3x3	3x3	3x3	3x3	3x3	3x3	3x3	3x3	3x3	3x3	3x3	3x3			
6- Largura do encosto	0,47	0,46	0,42	0,42	0,45		0,40	0,45	0,41	0,43	0,40	0,39	0,43	0,42	0,40	0,39	0,47	
7- Altura do encosto	0,75	0,74	0,74	0,79	0,73	0,76	0,75	0,74	0,76	0,77	0,70	0,71	0,72	0,68		0,68	0,79	
8- Comprimento do assento	0,42	0,42	0,49	0,49	0,42	0,43	0,42	0,41			0,45	0,48	0,48	0,44	0,48	0,41	0,49	
9- Largura do assento	0,46	0,46	0,48	0,49	0,44	0,50	0,46	0,47	0,47	0,48	0,44	0,44	0,43	0,45	0,41	0,41	0,50	
10- Distância entre armrests	0,48	0,48	0,42	0,41	0,45	0,49	0,48	0,48	0,44	0,48	0,41	0,44	0,44	0,44	0,45	0,41	0,49	
11- Altura do assento até o chão	0,41	0,42	0,40	0,41	0,40	0,43	0,43	0,43	0,42	0,41	0,43	0,43	0,39	0,44	0,40	0,39	0,44	
12- Pitch	0,73	0,73	0,73	0,74		0,74	0,76	0,69	0,67	0,79	0,76	0,77	0,74	0,71	0,78	0,67	0,79	
13- Distância do encosto da poltrona ao bin	0,51	0,48	0,47	0,47	0,52	0,48	0,48	0,48	0,52	0,50	0,45	0,45	0,52	0,48	0,45	0,45	0,52	
14- Largura do corredor	0,48	0,46	0,48	0,48	0,48	0,49	0,48	0,47	0,47	0,47	0,44		0,45	0,43		0,43	0,49	

Fonte: Tabela elaborada pela autora a partir dos dados das medições

Para facilitar a comparação aos dados da literatura, uma tabela única, contendo as medidas mínimas e máximas das aeronaves pequenas, médias e grandes foi elaborada. A Tabela 21 contempla todos esses dados.

Tabela 21- Comparação entre as medidas mínimas e máximas das aeronaves pequenas, médias e grandes.

	Pequeno		Médio		Grande	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Largura do encosto	0.40	0.46	0.40	0.44	0.39	0.47
Altura do encosto	0.67	0.73	0.63	0.73	0.68	0.79
Comprimento do assento	0.41	0.49	0.39	0.44	0.41	0.49
Largura do assento	0.42	0.47	0.42	0.49	0.41	0.50
Distância entre armrests	0.43	0.49	0.42	0.48	0.41	0.49
Altura do assento até o chão	0.39	0.42	0.38	0.44	0.39	0.44
Pitch	0.65	0.79	0.71	1.00	0.67	0.79
Distância do encosto da poltrona ao bin	0.29	0.47	0.35	0.56	0.45	0.52
Largura do corredor	0.44	0.47	0.41	0.50	0.43	0.49

Fonte: Tabela elaborada pela autora de acordo com os dados das medições.

Fazendo uma comparação com os dados da literatura, com relação à largura do encosto, Iida (2005), falando sobre cadeiras de escritório, cita diversos autores cujas recomendações estão entre 0,2m e 0,4 m, mostrando que as medidas atualmente utilizadas estão dentro das recomendações. Em pesquisa recentemente desenvolvida pela ANAC, na qual aeronaves também foram medidas a média de largura do encosto encontrada foi de 0,45 m, o que também é um dado compatível ao realizado por esta pesquisa. Porém, é importante ressaltar que essa medida não é suficiente para a população brasileira, já que mais de 70% desta possui mais de 0,45m de largura de ombros. Quigley (2001) quando reviu as normas da AN64 regulamentou uma largura do

encosto de 0,53m para acomodar a maioria da população européia, mas esse valor nunca foi utilizado.

Não foram encontradas recomendações para a medida da altura do encosto. Na Tabela 21, é possível observar que essa medida variou de 0,63m a 0,79m.

Com relação ao comprimento do assento, medida também conhecida como profundidade do assento, a literatura recomenda um mínimo de 0,31m e um máximo de 0,43m. Nas medições, essa medida variou de 0,39m a 0,49m, ultrapassando os limites recomendados. É importante ressaltar que assentos muito profundos não são interessantes, uma vez que podem pressionar a circulação da região posterior do joelho, ricamente inervada, favorecendo a sensação de desconforto.

Falando em largura do assento, as recomendações da literatura variaram de 0,42 m a 0,43m. As medições das aeronaves mostraram que a largura do assento variou de 0,42 m a 0,50 m corroborando com os dados da literatura. A distância entre armrests também foi aferida e variou de 0,41m a 0,49m, sendo compatível à recomendação de Quigley et al de 0,49 cm.

A altura do assento recomendada pelos principais autores da literatura foi de 0,38m a 0,43m, medida que também foi compatível às medições das aeronaves, que mostraram um mínimo de 0,38m e um máximo de 0,44m.

Com relação à medida do pitch, observamos uma grande variação desta medida dentro de uma mesma aeronave. Isso pode ter se dado pelo fato de termos medido diferentes poltronas, em diferentes lugares da aeronave. As medidas da pesquisa de campo variaram entre 0,65m a 1m, sendo a primeira referente à medida da última poltrona da aeronave e a última referente à medida da poltrona da saída de emergência da aeronave. Na literatura, Huet (2003) recomenda que o pitch seja de 0,7m. A maioria das aeronaves mensuradas enquadra-se neste padrão. Porém Bernardo (2009) afirmou que, hoje em dia, a maioria das aeronaves voa com pitch de 0,81, o que não corrobora com os dados das medições.

A distância do encosto ao bin não apresenta medidas de referência na literatura, mas também foi aferida. Observou-se grande variação desta medida: a medida mínima foi de 0,29m e a máxima 0,56m, mas isso pode ser atrelado ao diâmetro da aeronave.

Por fim, a medida da largura do corredor apresenta referência somente na indústria rodoviária, através de uma resolução do Contran que se tornou vigente em 2009 e regulamentou a distância mínima do corredor em 0,30m para ônibus escolares e 0,35m para rodoviários, intermunicipais e urbanos.

Nas medições realizadas nas aeronaves, vimos que esta medida variou de um mínimo de 0,41m a 0,50m. Observou-se ainda durante as medições que nenhuma aeronave apresentava apoio para os pés, bem como apoio para cabeça.

Dessa forma, fazendo uma comparação aos dados da literatura, podemos concluir que as medidas aferidas nas aeronaves estão de acordo com as recomendações sugeridas pelos principais autores. Porém, apesar de se adequarem às recomendações, podemos observar nas últimas pesquisas que as pessoas continuam insatisfeitas com o conforto da poltrona. Assim, o argumento apresentado por Lima (2000) de que não é suficiente apenas prescrever parâmetros isolados para o projeto de poltronas, é reforçado. Este autor acredita que para o projeto de mobiliário deve-se considerar a relação que se estabelece entre o objeto e o corpo do usuário em uma determinada situação de atividade. Como foi visto, a maioria dos estudos da literatura foram realizados em situações estáticas, sem considerar a análise da atividade do usuário como ferramenta de projeto. Portanto, dada a existência desta lacuna, o próximo tópico descreve os resultados de um estudo piloto no qual buscou-se propor um desdobramento de como pode ser realizada a análise da atividade do usuário e como esta pode ser utilizada para fundamentar a escolha dos parâmetros dimensionais das poltronas.

6.2 Filmagem em vôo

Neste tópico são apresentados os resultados de um estudo piloto que foi realizado através da filmagem de um passageiro em situação real de vôo e que teve como objetivo testar idéias de forma a propor um desdobramento de como pode ser feita a análise de conforto de passageiros de aeronaves, que leve em conta a atividade do usuário como ferramenta para o projeto de poltronas.

O método englobou a filmagem de um passageiro em situação real de um vôo interno EMBRAER e a posterior análise das filmagens através de um Protocolo de postura versus atividade.

A caracterização do passageiro filmado pode ser observada na tabela 22:

Tabela 22: Caracterização do passageiro filmado

Passageiro filmado	
Idade	21 a 30
Sexo	M
Peso:	80 kg
Altura:	1,77
Residência	Sudeste
Escolaridade	Superior Incompleto
Renda	03 a 05 salários mínimos
Motivo da viagem	Negócios
Frequência	2 a 3 vezes/mês
Fonte de recurso	Corporativo

Fonte: Tabela desenvolvida pela autora de acordo com os dados do passageiro.

A filmagem iniciou-se na fase de Embarque, na qual o passageiro realizou a atividade de entrada na aeronave e acomodação. Após o embarque e acomodação, enquanto o motor da aeronave estava desligado, o passageiro realizou as atividades de falar ao telefone e interagir com outros passageiros. Em seguida, a filmagem foi interrompida durante as fases de taxiamento e decolagem, devido às regras de voo. Durante o cruzeiro, as filmagens foram retomadas e, nesta fase, foram filmadas as atividades realizadas pelo passageiro, como dormir, olhar para janela, interagir com outros passageiros e ler. As filmagens foram interrompidas quando a comissária anunciou que os aparelhos eletrônicos deveriam ser desligados para o pouso. O desembarque do passageiro, também foi registrado.

Após a realização da filmagem, os vídeos foram organizados para a análise que, conforme mencionado anteriormente, basearam-se na análise das atividades realizadas e das posturas adotadas pelo passageiro, através do Protocolo de Postura versus Atividade.

Os dados da análise foram registrados na Ficha de Análise de Filmagens. Esse procedimento foi importante para facilitar a validação das informações junto ao passageiro, que foi realizado na fase seguinte.

Na fase de validação foi possível evidenciar algumas dificuldades do passageiro para a realização de suas atividades durante o voo, bem como algumas estratégias utilizadas. De acordo com ele, na fase de embarque, o espaço reduzido do corredor e, principalmente a espera das pessoas que estavam se acomodando dificultaram a sua entrada na aeronave. Neste dia, ele ressaltou o fato de estar sem bagagem como uma facilidade para entrar na aeronave.

Quanto à atividade de acomodar-se o passageiro relatou ter que se abaixar para conseguir entrar na poltrona e, além disso, ter que se levantar após ter se sentado para colocar o cinto de segurança, uma vez que ele fica embaixo do banco.

Quanto à atividade de falar ao telefone, o passageiro mencionou que a o apoio para os braços deveria ter ajustes de altura para que ele pudesse realizar essa atividade apoiando os cotovelos.

Para interagir com outros passageiros, o mesmo citou o ruído como um fator ambiental que atrapalha a execução da atividade.

Na atividade de leitura, o passageiro mencionou que altera bastante a posição dos pés devido à curvatura da fuselagem do avião, que o incomoda. Além disso, ressaltou a dificuldade de apoiar o braço quando se está dividindo o apoio. Neste dia, como estava na fileira única, não teve problemas.

A atividade de dormir foi escolhida pelo passageiro durante a maior parte do tempo. De acordo com ele, o ruído e a variação da temperatura dificultam a realização da atividade. A poltrona, devido à ausência de espaço, apoio de cabeça, apoio de pés e inclinação favorável do encosto também dificultam a atividade, justificando a constante alternância de postura.

Para olhar a janela, o passageiro considera o desalinhamento entre a janela e a poltrona ruim, bem como o tamanho da mesma.

Por fim, falando no desembarque, o passageiro relatou que aguarda as pessoas saírem para não ter que ficar em pé com o tronco fletido, pois a altura do bagageiro dificulta a saída da poltrona.

Assim, através da validação foi possível entender alguns aspectos que ficaram obscuros apenas com a análise dos vídeos, justificando a relevância desta fase da pesquisa.

A análise das imagens possibilitou a elaboração de um gráfico contendo o resumo das atividades realizadas pelo passageiro durante o cruzeiro bem como as posturas adotadas e o tempo de permanência em cada uma delas.

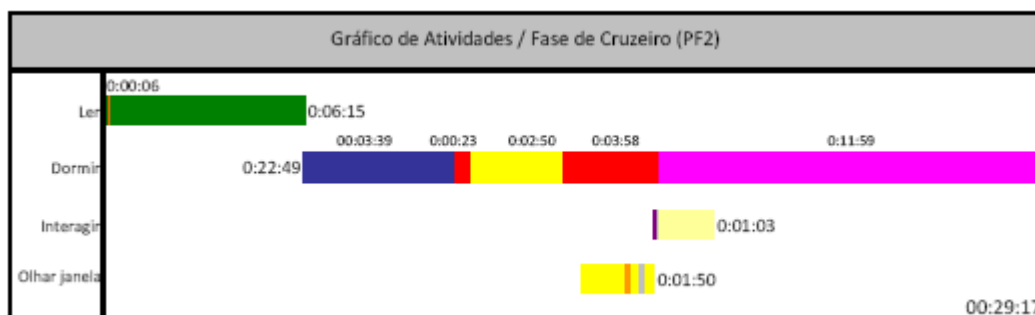


Gráfico 2- Resumo das atividades realizadas ao longo da fase de cruzeiro.

Fonte: Gráfico elaborado pelo Grupo de Pesquisa SimuCAD-Ergo&Ação, de acordo com os dados das análises

As diferentes cores representam as posturas adotadas pelo passageiro durante a realização de suas atividades e estão representadas na Figura 29.



Figura 29- Posturas adotadas pelo passageiro

Fonte: Figura elaborada pelo Grupo de Pesquisa SimuCAD-Ergo&Ação a partir dos dados da filmagem

A Tabela 23 traz um resumo das atividades realizadas pelo passageiro, a duração de cada uma delas e o número de posturas adotadas.

Tabela 23- Resumo das análises

Atividades	Duração (min)	% do tempo total	Número de posturas adotadas
Ler	06'15"	21	2
Dormir	22'49"	70,31	4
Olhar pela janela	01'50"	5,15	3
Interagir	01'03"	3,54	3
TOTAL	29'17"	100	12 (10 posturas diferentes)

Fonte: Tabela elaborada pelo Grupo de Pesquisa SimuCAD-Ergo&Ação de acordo com os dados das análises.

A próxima fase do método consistiu na reconstrução das posturas adotadas pelos passageiros durante o voo e à criação dos envelopes de postura. Esse procedimento foi realizado pelo Grupo de Pesquisa SimuCAD-Ergo&Ação, através do software RAMSIS. Um exemplo da criação dos envelopes de postura pode ser visualizado nas figuras abaixo (Figuras 30, 31 e 32).

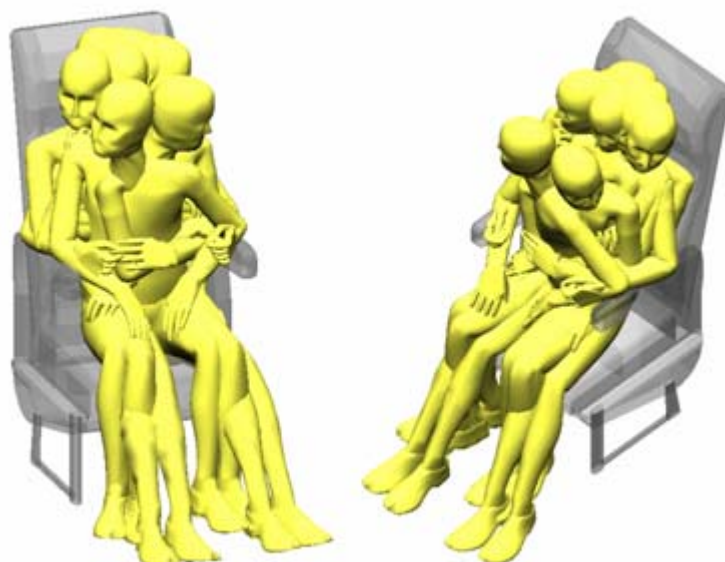


Figura 30 – Envelopes de postura

Fonte: Figura elaborada pelo grupo de pesquisa SimuCAD-Ergo&Ação

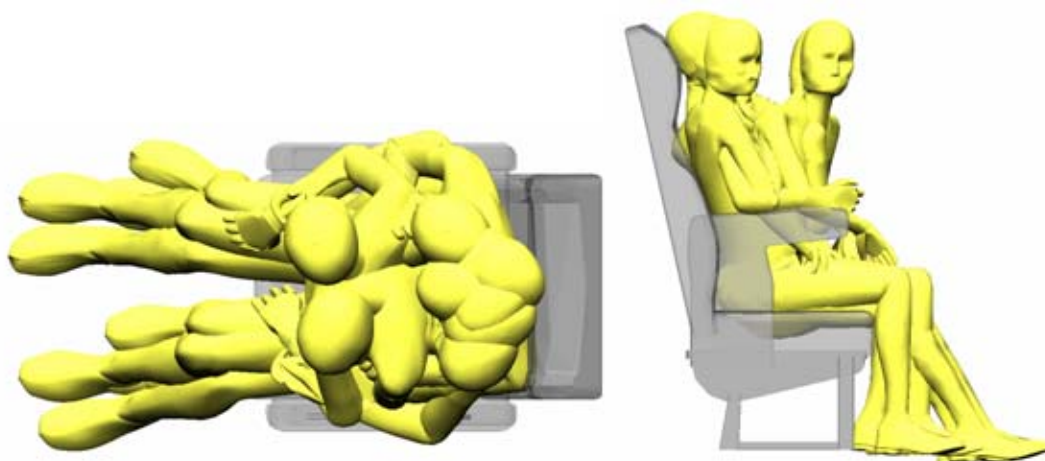


Figura 31 – Envelopes de postura –Vista Superior e Lateral

Fonte: Figura elaborada pelo grupo de pesquisa SimuCAD-Ergo&Ação

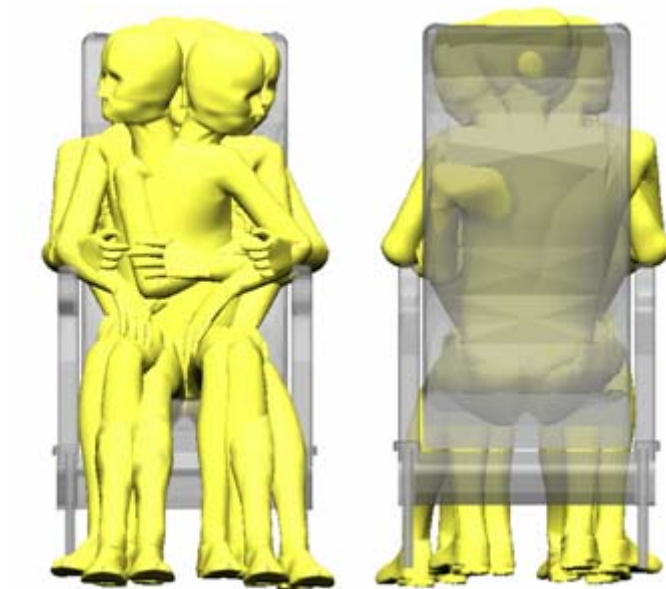


Figura 32 – Envelopes de postura –Vista Frontal e traseira

Fonte: Figura elaborada pelo grupo de pesquisa SimuCAD-Ergo&Ação

Estes envelopes permitem a representação dos espaços realmente ocupados pelos passageiros durante um voo, possibilitando comparações e quantificações, úteis em situações de projeto.

Como conclusão, temos que o desdobramento acima proposto auxilia a atividade dos projetistas de poltronas aeronáuticas, uma vez que de acordo com Groenesteijn, et al, 2009 os aspectos da tarefa desempenhada pelo indivíduo podem ter um papel importante na percepção de conforto/desconforto do usuário. Assim, através dos procedimentos acima explicitados é possível obter informações acerca de quais atividades os passageiros costumam desenvolver durante o voo, das posturas que são mais e menos frequentes para a realização de cada atividade, dos sucessos e insucessos obtidos bem como das estratégias adotadas (e o motivo de cada um deles).

Estes procedimentos auxiliam a elucidar elementos dinâmicos relacionados ao conforto em poltronas, que as atuais análises realizadas na indústria de transportes, em sua maioria estáticas, não são capazes de evidenciar. Por fim, através da reconstrução das posturas e da criação dos envelopes é possível entender os espaços ocupados pelos passageiros durante a realização de suas atividades, sendo todas essas informações úteis para que os projetistas consigam discutir aspectos de dimensionamento de poltronas com maior embasamento.

7. Conclusões e Sugestões para Pesquisas Futuras

Vimos neste trabalho que a questão do conforto tem sido cada vez mais enfocada nos projetos de cabines aeronaves, sendo uma variável chave no estudo da aceitabilidade dos passageiros e na manutenção da competitividade no mercado (QUEHL, 2001; DUMUR, BARNARD, BOY, 2004).

Vimos também que, de acordo com os últimos estudos, os fatores relacionados à poltrona têm grande influência na percepção de conforto/desconforto dos passageiros (INTERNATIONAL AIR TRANSPORTATION ASSOCIATION, 2008).

Assim, dada a relevância deste tema, o objetivo desta pesquisa foi definir parâmetros para o projeto de poltronas aeronáuticas e confrontá-los aos parâmetros atualmente utilizados pela indústria aeronáutica. Além disso, a pesquisa também teve como objetivo estudar as práticas atualmente utilizadas pela indústria de transportes em termos da inserção dos aspectos de ergonomia e conforto ao desenvolvimento de poltronas e propor um desdobramento de análise de conforto baseado na atividade de passageiros que possa ser utilizado em pesquisas futuras.

Para isso, os procedimentos da pesquisa foram: a realização de uma revisão bibliográfica para levantar os principais estudos realizados na literatura sobre o conforto sentado; um benchmark em cinco empresas fabricantes de poltronas para verificar como as questões de ergonomia e conforto são inseridas ao processo de desenvolvimento de poltronas; medições dimensionais em poltronas de aeronaves de maneira a verificar se as medidas atualmente utilizadas estão de acordo com as recomendações da literatura; e um estudo piloto com a filmagem de um passageiro em situação real de vôo, de maneira a propor um desdobramento de análise do conforto sentado, considerando a dinamicidade da situação.

Através do primeiro procedimento da pesquisa foram levantados diversos estudos realizados em cadeiras e em poltronas de diferentes meios de transporte. Foi possível observar, através da revisão, que o conforto é apenas um dos parâmetros de projeto de poltronas aeronáuticas, devendo ser atrelado a diversos outros parâmetros que estão sintetizados no quadro 4.

Quadro 4 - Parâmetros para o projeto de poltronas aeronáuticas

Parâmetros para o projeto de poltronas aeronáuticas
Funcionalidade
Baixo peso
Baixo custo
Ergonomia
Materiais: espumas e revestimentos
Design
Resistência mecânica
Exigências da OEM
Aprovação
Normas e padrões
Manutenção (facilidade de cuidado e reparação)
Durabilidade e confiabilidade
CONFORTO

Fonte: International IIR Fórum Aircraft Seating (2008)

Através dos estudos que pesquisaram especificamente o conforto em poltronas, foi possível elucidar alguns aspectos relacionados, sintetizados no quadro 5:

Quadro 5: Aspectos relacionados ao conforto em poltronas

CONFORTO
Aspectos Cinesiológicos: Possibilidade de movimentação
Aspectos Dimensionais
Assento
Altura do assento em relação ao chão
Largura
Profundidade
Inclinação do assento
Encosto
Inclinação do Encosto
Apoio Lombar
Altura
Largura
Apoio para os braços
Apoio para os pés
Medida do Pitch
Materiais: espumas e revestimentos
Distribuição da pressão no assento e no encosto da poltrona
Borda do assento curvada anteriormente
Grau de facilidade/dificuldade em relação à atividade pretendida

Fonte: Quadro elaborado pela autora, a partir dos dados da literatura

Assim, muitos autores como Harrison (1999), Keegan (1953), Iida (2005), Chaffin, Anderson, Martin (2001), dentre outros, se dedicaram em seus estudos à prescrição de parâmetros de projetos “ideais” para cadeiras e poltronas, parâmetros estes que foram sintetizados ao final do capítulo 4 para posterior confrontação aos atualmente utilizados na indústria aeronáutica. Porém, Lima (2000) levantou o problema de que apenas prescrever parâmetros para o projeto de poltronas e cadeiras não as torna ergonômicas, pois para isso é necessário considerar a relação que se estabelece entre esta e o corpo do usuário em uma determinada situação de atividade.

Dessa forma, a revisão bibliográfica também se focou na investigação das metodologias de análise de conforto que considerem a atividade do usuário para o projeto. Foi possível observar que alguns autores acreditam que aspectos da tarefa desempenhada pelo indivíduo têm um papel importante na percepção de conforto/desconforto do usuário, como Groenestejin *et al* (2009).

Na indústria ferroviária, alguns autores se destacaram pelas análises realizadas. Para Han *et al* (1998), o conforto dos passageiros de trens depende não somente do espaço alocado entre as poltronas, mas também das atividades desenvolvidas pelos mesmos. Em seu estudo, um questionário foi conduzido para levantar atividades representativas de um passageiro de trem. Bronkhorst, Krause (2005) também utilizaram a análise da atividade do usuário como metodologia de projeto, observando o comportamento de passageiros durante a viagem, suas posturas e movimentos.

Também Branton e Grayson, em 1953, observaram o comportamento sentado de 5000 viajantes, analisando as posturas adotadas pelos usuários, a frequência de ocorrência de cada uma delas, o número de mudanças para verificar a estabilidade que uma poltrona oferece. Porém, até os dias atuais esse tipo de estudo não teve qualquer impacto como consolidação metodológica. O que se observa é que a maioria dos estudos continua realizando análises estáticas para prescrever parâmetros de cadeiras e poltronas.

Principalmente na indústria aeronáutica, onde a questão do dimensionamento é bastante crítica, alguns autores acreditam que as percepções de conforto diminuem proporcionalmente ao aumento dos constrangimentos à atividade que o passageiro quer desempenhar (Richards, Jacobson, Kulhthau, 1978; Jacobson, Martinez, 1974). Porém, apesar de existirem estudos que investigaram as atividades preferidas dos passageiros (Jacobson, Martinez, 1974; Folden, *et al*, 2007; Alamdari, 1999) não foram encontrados estudos que discutiram aspectos de dimensionamento a luz das atividades desenvolvidas

pelos passageiros em situação real de vôo. Nesse sentido, observou-se uma lacuna no setor, justificando a necessidade de pesquisas mais profundas na indústria de transportes, para evidenciar práticas, metodologias e ferramentas que possam ser utilizadas em pesquisas futuras.

Assim, o segundo procedimento da pesquisa consistiu de estudos de caso múltiplos em cinco empresas fabricantes de poltronas de diferentes setores do transporte. Como técnicas de pesquisa, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com a equipe de desenvolvimento de produto destas fabricantes para entender como os aspectos de ergonomia e conforto são integrados ao processo de desenvolvimento de poltronas, elucidando conceitos, práticas, metodologias e ferramentas utilizadas, enfatizando, sobretudo, se e como a análise da atividade do usuário é considerada no projeto.

Os resultados da pesquisa de campo mostraram primeiramente que, assim como mostra a literatura, a questão do conforto é apenas um dos parâmetros de projeto, devendo ser atrelado à diversos outros como peso, segurança e custo. Observou-se ainda que a maioria das empresas não possui definições concretas de ergonomia e conforto, utilizando, na maioria das vezes, especificações prontas vindas das montadoras para a fabricação de seus produtos.

Apesar disso, algumas empresas possuem práticas interessantes de projeto. Uma das empresas entrevistadas mencionou realizar análises de uso e dos locais de atuação dos seus produtos, para levantar problemas e pensar em soluções. Outra faz pesquisas etnográficas com usuários onde, além da análise de uso são feitos registros de imagens, medições antropométricas e aplicação de questionários sobre conforto, para conhecer melhor o perfil do usuário final e levantar as dificuldades de realização das atividades relacionadas ao produto. Essa prática é bastante interessante, na medida em que é possível através dos resultados constituir bancos de dados que podem ser alimentados e consultados durante a fase de definição dos parâmetros projetuais. Esses bancos de dados também podem ser alimentados com dados antropométricos coletados em campo, a serem consultados na fase de projeto. Porém, apesar de termos observado algumas práticas de análise da atividade do usuário, não se observou uma consolidação enquanto metodologia universalmente aceita.

A pesquisa de campo também nos permitiu concluir que a distribuição da pressão na interface entre a poltrona e o ocupante é um fator altamente ligado à percepção de conforto/desconforto dos usuários, corroborando com Noro, Fujimaki,

Kishi (2005); Moes (2000); Goonetilleke (1998); Stumpf et al (2002). Sendo assim, o mapeamento de pressão é uma ferramenta largamente utilizada para análise de conforto, e, conforme foi observado no benchmark, além das análises objetivas, também é realizada uma avaliação subjetiva, através de questionário não padronizado, corroborando com Kolich (2007) e Mergl (2005), que acreditam na importância deste tipo de análise.

Além disso, observou-se no benchmark que nenhuma das empresas possui um embasamento sólido quanto aos níveis de pressão desejáveis para cada região do assento e do encosto da poltrona. Esse fato corrobora com alguns autores que afirmam que é difícil recomendar contornos ideais para assento e encosto, bem como os níveis de maciez capazes de minimizar os pontos de pressão desconfortáveis, para todos os usuários. Por esse motivo, as recomendações são que a distribuição da pressão seja maior na região dos ísquios, na posição sentada ereta e nas áreas lombar e torácica, na posição sentada reclinada, sempre evitando a região das coxas, próxima aos joelhos (STUMPF et al, 2002; FLOYD, ROBERTS, 1958; DHINGRA, TEWARI, SINGH, 2003).

Também foi observado que em muitas das empresas a inserção dos conceitos de ergonomia ao desenvolvimento de produto se resume à adequação aos parâmetros antropométricos, que são especificados pelas montadoras ou adequados ao mercado ao qual o produto se destina. Vimos também que a maioria das empresas baseia o dimensionamento dos seus produtos a partir do ponto H, um ponto de intersecção entre o torso e as pernas, utilizando como ferramenta o manequim Tridimensional.

Dessa forma, através dos dados do benchmark foi possível observar que o limite das metodologias atualmente utilizadas pela indústria de transportes está na forma como são tratadas as questões de ergonomia e conforto. Ou seja, as principais ferramentas que são utilizadas para análise de ergonomia e conforto como a antropometria, o dimensionamento a partir do ponto H e o mapeamento de pressão são realizados em situações estáticas, sem considerar a dinamicidade das atividades que são realizadas pelos usuários em situação real de uso. No caso do Mapeamento de Pressão, o teste é realizado estaticamente e em pequena duração (5 a 10 minutos); quando se quer simular o teste de longa duração, faz-se com o manequim tridimensional. É importante ressaltar que esse tipo de análise não reflete as condições reais da situação, pois não abrange as pessoas que permanecem durante horas sentadas, assumindo uma infinidade de posturas para suportar as diversas atividades que desejam realizar.

Assim, apesar da literatura apresentar alguns estudos que trataram a inserção da análise da atividade no projeto de poltronas, bem como apesar de algumas empresas darem exemplos de práticas neste sentido, não há uma metodologia consolidada que esteja sendo utilizada atualmente.

E, em contrapartida, cabines de aeronaves são cenários onde ocorrem diversas atividades e a prescrição de parâmetros para poltronas depende do entendimento e do aprofundamento destas. Assim, a partir desta lacuna observada na literatura e na prática, o próximo procedimento da pesquisa foi a ida a campo para a realização de medições dimensionais em dez modelos diferentes de aeronaves e a realização de um estudo piloto que consistiu na filmagem de um passageiro em situação real de voo.

As medições foram realizadas em vôos comerciais, com o apoio logístico da ANAC e foram baseadas em um Protocolo de Caracterização da Aeronave desenvolvido pelo grupo de pesquisa SimuCAD-Ergo&Ação. Assim foram aferidas medidas do assento e do encosto, bem como do corredor e do pitch da aeronave. Os dados das medições foram organizados de acordo com o tamanho da aeronave e confrontados aos dados sugeridos pela literatura, levantados através da revisão bibliográfica. Os resultados mostraram que, em geral, as medidas aferidas nas aeronaves estão de acordo com as recomendações sugeridas pelos principais autores.

Porém, apesar disso, uma discussão se faz interessante. Apesar de estarem de acordo com o recomendado, as pesquisas atuais continuam evidenciando que as pessoas são insatisfeitas com as poltronas dos aviões. Uma das explicações para esse problema pode ser que, como vimos no benchmark, a antropometria é uma ferramenta bastante utilizada na indústria de poltronas. Assim, os produtos são projetados de acordo com as médias e talvez a insatisfação esteja na inadequação dos dados utilizados para o projeto de poltronas e as medidas atuais da população brasileira. Um exemplo disso pode ser evidenciado pela medida da largura do encosto da poltrona, que apesar de estar dentro da recomendação da literatura, é menor que a medida de largura dos ombros da maioria da população brasileira (Disponível em <http://g1.globo.com/bomdiabrasil>).

Além disso, uma outra explicação para esse fato pode ser dada por Lima (2000) anteriormente explicitado. Este autor ressalta que para o projeto de mobiliário deve-se considerar a relação que se estabelece entre o objeto e o corpo do usuário em uma determinada situação de atividade. Conforme já foi dito, a maioria dos estudos levantados na literatura, que forneceram recomendações para a comparação, foram realizados em situações estáticas, sem considerar as atividades do usuário no projeto.

Portanto, verifica-se uma lacuna na literatura e reforça-se a necessidade de mais pesquisas em situação real de uso para complementar os dados já existentes, com ênfase na análise da atividade dos usuários para os quais serão destinados determinado produto.

Assim, o quarto procedimento desta pesquisa foi a realização de um estudo piloto que teve como técnica a filmagem de um passageiro em vôo. O objetivo desta etapa foi testar idéias de maneira a propor um desdobramento de análise de conforto sentado, que considere as atividades desenvolvidas pelos usuários em situação real de vôo. Dessa forma, um passageiro foi filmado durante toda a fase de cruzeiro de um vôo.

O procedimento consistiu no registro das atividades desenvolvidas pelo passageiro dentro de uma aeronave em situação de vôo e na posterior análise destes vídeos através de um Protocolo versus Atividade, desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa SimuCAD-Ergo&Ação. Essa fase de análise teve como objetivo identificar as principais atividades realizadas pelo passageiro durante o vôo, a postura adotada para cada uma delas e o tempo de permanência em cada atividade e em cada postura.

Posteriormente à fase de análise, os dados foram confrontados junto ao passageiro, consistindo a fase de validação da pesquisa. Essa fase teve como objetivo discutir dados dos registros, a fim de aprimorar o entendimento das filmagens, elucidando fatos que ficaram obscuros apenas com a análise. Posteriormente à fase de validação, as posturas analisadas na filmagem foram reconstruídas no software RAMSIS, procedimento realizado pelo Grupo de Pesquisa SimuCAD-Ergo&Ação. A fase de reconstrução das posturas foi útil para a confecção dos envelopes, que consistem na sobreposição das posturas adotadas pelo passageiro durante o vôo, úteis para representar os espaços realmente ocupados por este durante a realização de suas atividades.

Assim, o quarto procedimento desta pesquisa teve como objetivo contestar a estaticidade observada na maioria das análises de conforto em poltronas, que foram observados na literatura, através da revisão e na prática, através do benchmark. Partiu-se do pressuposto de que análises estáticas de conforto não refletem a realidade da situação em vôo, justificando a necessidade de outros tipos de pesquisa.

Com a realização das filmagens e posterior construção dos envelopes de postura é possível evidenciar os espaços realmente ocupados pelos passageiros considerando o caráter dinâmico da situação, uma vez que reflete as posturas adotadas pelo mesmo durante a realização das atividades de sua preferência.

Esses envelopes podem ser utilizados para o cálculo das áreas ocupadas pelos passageiros (Figura 33), úteis para embasar a discussão das medidas dimensionais das poltronas em função das atividades desenvolvidas pelos passageiros.

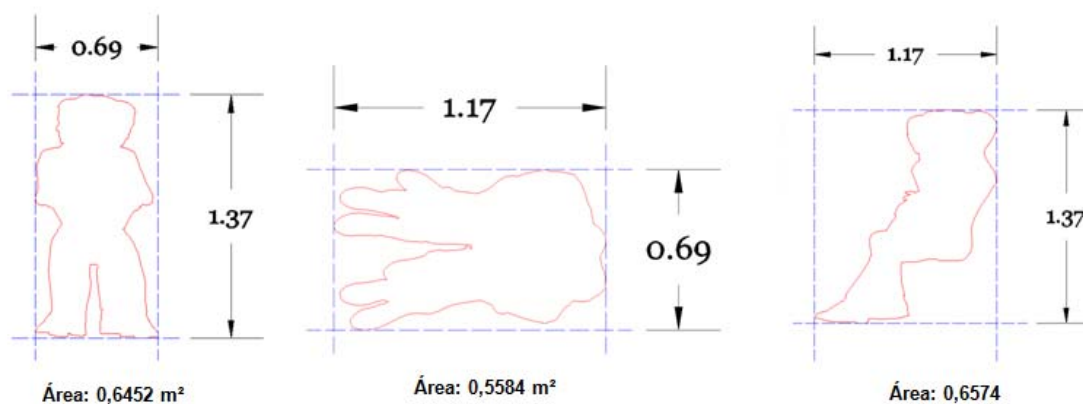


Figura 33. Área ocupada pelo passageiro: vista frontal, superior e lateral.
Fonte: Figura elaborada pelo Grupo de Pesquisa SimuCAD-Ergo&Ação

Assim, uma vez vistos os benefícios que esse tipo de análise pode trazer, a sugestão é que novas pesquisas sejam realizadas nesse sentido para enriquecer o conhecimento acerca do conforto em poltronas de aeronaves. Para aprimorar o entendimento da dinamicidade de uma situação de voo, é importante que o desdobramento acima proposto seja aplicado em um maior número de passageiros, buscando abranger pessoas de diferentes idades e tipos físicos, que viajam em frequência e tipos de voo diferentes, com motivos diversos.

Além disso, as filmagens devem ser realizadas em diferentes poltronas das aeronaves, em diferentes locais das mesmas, uma vez que esses fatores podem influenciar no comportamento dos passageiros durante um voo. Esses dados serão úteis para compor um banco de dados de diferentes atividades desempenhadas pelos passageiros durante um voo, com uma infinidade de posturas assumidas para cada uma delas.

Assim, a partir de filmagens em grande escala será possível entender as principais atividades que as pessoas costumam realizar durante o voo, as principais posturas que são adotadas para suportar tais atividades e, através da reconstrução e da criação dos envelopes será possível compreender os espaços necessários para a execução de cada atividade, fundamentando melhor a escolha das medidas dimensionais das poltronas de aeronaves.

Além disso, dada a comprovada influência da distribuição da pressão na percepção de conforto dos usuários, as próximas pesquisas podem se focar na utilização desta ferramenta em análises dinâmicas, buscando evidenciar diferenças das análises estáticas atualmente realizadas, ampliando o conhecimento sobre o conforto sentado.

8. Referências Bibliográficas

ALAMDARI, F. Airline in-flight entertainment: the passengers perspective. **Journal of Air Transport Management**, v.5, p. 203 – 209, 1999.

ARYAL, K.R.; AL- KHAFFAF, H. Venous Thromboembolic complications following air travel: what's the quantitative risk?A literature review. **European Journal of Vascular Surgery**, UK, v. 31, p. 187-199, 2006.

AYOUB, M. A. Work place design and posture. **Human factors**, v. 15, n. 3 p. 256-268, 1973.

BERNARDO, S. Aviação comercial: conforto a bordo. Disponível em: <http://www.aviation.com.br/portal/noticias/artigos_det.php?id_art=38>. Acesso em: jul. 2009.

BRANTON, P. Behaviour, body mechanics and discomfort. **Ergonomics**, v. 12, n. 2, p. 316-327, 1969.

BRANTON, P.; GRAYSON, G. An evaluation of train seats by observation of sitting behaviour. **Ergonomics**, v. 10, n. 1, p. 35-51, 1967.

BRONKHORST, R.E.; KRAUSE, F. Designing comfortable passenger seats. In: VINK, P. **Comfort and design: principles and good practice**. Florida: CRC Press, 2005. p 155-167.

CAPRARA, A; LANDIM, L.P. Ethnography: its uses, potentials and limits within health research. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, v. 12, n. 25, p.363-76, 2008.

CARCONE, S.M.; KEIR, P.J. Effects of backrest design on biomechanics and comfort during seated work. **Applied Ergonomics**, Canadá, v. 38, p. 755-764, 2007.

CARTER, S. Case study: the application of TRIZ to economy class aircraft cabin design. **Triz-Journal**, 2001.

CASSAR, T.; GROSS, C.M. Evaluation of intelligent seat system. **Applied Ergonomics**, v. 26, n. 2, p. 109-116, 1995.

CHAFFIN, D.B.; ANDERSON, G.B.J.; MARTIN, B.J. Diretrizes para o trabalho na posição sentada. In:_____. **Biomecânica ocupacional**. Belo Horizonte: Editora Ergo, 2001, p. 355-392.

COFFMAN, H. et al **Cabin environment**. Industrial Design Graduate Studio, 2003. Airplane Seating Project.

CORLETT, E.N. Sitting as a hazard. **Safety Science**, Nottingham, v. 46, p. 815-821, 2008.

COURY, H.J.C.G. **Trabalhando sentado**: manual para posturas confortáveis. São Carlos: EDUFSCar, 1995. 88 p.

CRESWELL, J. W. Combined qualitative and quantitative designs. In:_____. **Research design**: qualitative and quantitative approaches. London: Sage, 1997. p. 173-192.

DANGELO, J.G.; FATTINI, C.A. Crânio, coluna vertebral e partes moles do dorso. In:_____. **Anatomia humana sistêmica e segmentar**. São Paulo: Editora Atheneu, 2003. p 357-390.

DHINGRA, H.; TEWARI, V.; SINGH, S. Discomfort, pressure distribution and safety in operator's seat: a critical review. **Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development**, v 5, p. 1-15, 2003.

DUMUR, E; BARNARD, Y; BOY, G. Designing for comfort. In: WAARD, D; BROOKHUIS, K.A.; WEIKERT, C.M. **Human Factors in Designing**, Maastricht: 2004, p. 111-127.

EBE, K.; GRIFFIN, M. Qualitative models of seat discomfort including static and dynamic factors. **Ergonomics**, v.43, n.6, p. 771-790, 2000.

FLOYD, W.F.; ROBERTS, D.F. Anatomical and physiological principles in chair and table design. **Ergonomics**, v. 2, n. 1, p 1-16, 1958.

FOLDEN, D. et al. A wireless computer games and video entertainment system for the aircraft cabin environment. **Computers in Entertainment (CIE)**, v.5, n. 1, 2007.

GOONETILLEKE, R.S. Designing to minimize discomfort. **Ergonomics in Design**, v. 6, n. 3, p.12-19, 1998.

GOONETILLEKE, R.S.; FEIZHOU, S. A methodology to determine the optimum seat depth. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 27, p 207-217, 2001.

GRAF, M.; GUGGENBUHL, U.; KRUEGER, H. An assessment of seated activity and postures of five workplaces. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 15, p. 81-90, 1995.

GRANDJEAN, E. O dimensionamento do local de trabalho. In:_____. **Manual de ergonomia** – adaptando o trabalho ao homem. Porto Alegre: Editora Bookman, 1998. p. 45-72.

GROENESTEIJN, L. et al. Effects of differences in office chair controls, seat and backrest angle in relation to tasks. **Applied Ergonomics**, v. 40, p. 362-370, 2009.

HAN, S.H.et al. Psycophysical methods and passenger preferences of interior designs. **Applied Ergonomics**, v. 29, n. 6, p. 499-506, 1998.

HARRISON, D.D. et al. Sitting Biomechanics Part I: Review of the literature. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 22, n. 9, p. 594-609, 1999.

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

HINNINGHOFEN, H.; ENCK, P. Passenger well-being in airplanes. **Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical**, v.129, p 80-85, 2006.

HOUGH, D, VOJIR, P. **Seating**. Industrial Design Graduate Studio, 2003. Airplane Seating Project.

HUET, M. **Avaliação ergonômica e cinesiológica dos constrangimentos músculo-esqueléticos da região sacro-lombar na postura sentada em viagens aéreas longas**. 2003. Dissertação (Mestrado em Artes e Design). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), 2003.

HUET, M.; MORAES, A. Medidas de pressão sob a pelve na postura sentada em pesquisas de ergonomia. **Fisioterapia Brasil**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 6, p. 438-444, 2003.

IIDA, I. Antropometria: aplicações. In:_____. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Editora Edgar Blucher, 2005. p. 313-340.

INTERNATIONAL AIR TRANSPORTATION ASSOCIATION - IATA. **Corporate air travel survey**. Montreal, 2009.

INTERNATIONAL IIR FÓRUM AIRCRAFT SEATING, Germany, 2008. Material de congresso.

JACOBSON, D.I; MARTINEZ, J. The comfort and satisfaction of air travellers- basis for a descriptive model. **Human Factors**, v. 16, n. 1, p. 46-55, 1974.

JOAHNSSON, A.; NILSSON, L. **Evaluation of discomfort using real-time measurements of whole body vibration and seat pressure distribution while driving trucks**. 2006. 64 p. Dissertação (Mestrado em Ergonomic Design and Production)-Lulea University of Technology, Gothenburg, Sweden, 2006.

KAPANDJI, A. I. **Fisiologia Articular**. 5^a ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2000. V.3: Tronco e Coluna Vertebral.

KÄRKI, S.; LEKKALA, J. Pressure mapping system for physiological measurements. In: IMEKO WORLD CONGRESS – METROLOGY FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 28, 2006, Rio de Janeiro.RJ. **Anais...**Rio de Janeiro, 2006. p. 17-22.

KEEGAN, J.J. Alterations of the lumbar curve related to posture and seating. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, v.35, p. 589-603, 1953.

KNUTSSON, B.; LINDH, K.; TELHAG, H. Sitting- an eletromyographic and mechanical study. **Acta Orthopaedica Scandinavica**, v. 37, p. 415-428, 1966.

KOLICH, M. A conceptual framework proposed to formalize the scientific investigation of automobile seat comfort. **Applied Ergonomics**, 2007.

KYUNG, G.; NUSSBAUM, M.A.; BABSKI-REEVES, K. Driver sitting comfort and discomfort (part I): use of subjective ratings in discriminating car seats and

correspondence among ratings. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 38, p. 516-525, 2008.

LIMA, F.P.A. A ergonomia como instrumento de segurança e melhoria das condições de trabalho. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ERGONOMIA E SEGURANÇA DO TRABALHO FLORESTAL E AGRÍCOLA (ERGOFLOR), I, 2000, Viçosa-MG, **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000, p. 1-11.

LUEDER, R. K. **Anatomical, physiological and health:** considerations relevant to the SwingSeat, 2002. Disponível em: <<http://www.swingseat.com/forms/ErgonomicReviewOfSeating.pdf>> Acesso em: jul 2008

LUEDER, R.K. Seat comfort: a review of the construct in the office environment. **Human Factors**, v.25, n. 6, p.701-711, 1983.

MENEGON, N.L. **Referencial para o Projeto da Técnica.** São Carlos: UFSCar/ Departamento de Engenharia de Produção, 2000. 144 p. Apostila de Engenharia do Trabalho 2.

MERGL, C. et al. Predicting long term riding comfort in cars by contact forces between human and seat. In: DIGITAL HUMAN MODELING FOR DESIGN AND ENGINEERING SYMPOSIUM, 2005, Iowa City, Iowa. **Proceedings...** Iowa City, 2005.

MOES, N.C.C.M. Pressure distribution and ergonomics shape conceptualization. In: INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE, 2000, Dubrovnik.

NACHEMSON, A.; MORRIS, J.M. In vivo measurements of intradiscal pressure: discometry, a method for the determination of pressure in the lower lumbar discs. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 46, p. 1077-1092, 1964.

NORO, K.; FUJIMAKI, G.; KISHI, S. A theory on pressure distribution and seat discomfort. In: VINK, P. **Comfort and design:** principles and good practice. Florida: CRC Press, 2005. p. 33-39.

OBORNE, D.J. Passenger comfort: an overview. **Applied Ergonomics**, v. 9, n. 3, p. 131-136, 1978.

PANERO, J.; ZELNIK, M. Antropometria dos assentos. In:_____. **Dimensionamento humano para espaços interiores**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili AS, 2002. p. 57-67.

PESQUISA inédita mostra como sofrem os passageiros de avião. Disponível em: <http://g1.globo.com/bomdiabrasil/0,,MUL1227421-16020,00-PESQUISA+INEDITA+MOSTRA+COMO+SOFREM+OS+PASSAGEIROS+DE+AVIAO.html>. Acesso em julho 2009.

PEQUINI, S.M. **Ergonomia aplicada ao design de produtos**: um estudo de caso sobre o design de bicicletas. 2005. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Departamento de Tecnologia, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP), São Paulo.

PUGH, S. The application of CAD in relation to dynamic/static product concepts. In:_____. **Creating innovative products using total design**. USA: Editora Addison Wesley, 1996. p. 235-244.

PUGH, S. The organization of design: an interdisciplinary approach to the study of people, process and contexts. In:_____. **Creating innovative products using total design**. USA: Editora Addison Wesley, 1996, p. 325-341.

QUELH, J. **Comfort studies on aircraft interior sound and vibration**. Defesa em 01/10/2001. 210 p. Tese. Universidade Oldenburg zur Erlangung des Grades.

QUIGLEY, C. et al. Anthropometric study to update minimum aircraft seating standards. **Joint Aviation Authorities**, 2001.

Resolução CONTRAN. Disponível em <<http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm>> Acesso em jun 2009.

RICHARDS, L.G.; JACOBSON, I. D.; KUHLETHAU, A.R. What the passenger contributes to passenger comfort. **Applied Ergonomics**, v. 9, n. 3, p. 137-142, 1978.

SCHMELER, M.; BUNING, M.E. **Pressure mapping**. Pittsburgh: University of Pittsburgh/ Department of Rehabilitation Science & Technology, 1999.

SEIGLER, T.M. **A comparative analysis of air-inflated and foam seat cushions for truck seats**. 2002. 128 p. Thesis (Master of Science in Mechanical Engineering) – Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, 2002.

STUMPF, B; CHADWICK, D.; DOWELL, B. **A arte da distribuição da pressão: critérios ergonômicos para o design da Aeron Chair**, 2002. Disponível em: <http://www.atecnet.com.br/download/produtos/Aeron/ergonomia/03_aeron_ergo_pressure.pdf> Acesso em: agosto 2009

TAN, C. et al. Objectifying discomfort seat measurement for next generation truck driver's seat. In: CONGRESS PROCEEDINGS/FISITA WORLD AUTOMOTIVE, 2008, Munich, Germany.

TASKER, A.; AKINOLA, O.; COHEN, A.T. Review of venous thromboembolism associated with air travel. **Travel Medicine and Infectious Disease**, v. 2, p. 75-79, 2004.

TREASTER, D. Measurement of seat pressure distributions. **Human Factors**, v. 29, n. 5, p. 563-575, 1987.

VERGARA, M.; PAGE, A. System to measure the use of the backrest in sitting-posture office tasks. **Applied Ergonomics**, v. 31, p. 247-254, 2000.

VERGARA, M.; PAGE, A. Relationship between comfort and back posture and mobility in sitting-posture. **Applied Ergonomics**, v. 33, p. 1-8, 2002;

VINK, P. The ideal lounge chair. Apresentação em Power Point, 2009.

VINK, P.; KAMP, I; BLOK, M. **Aircraft interior comfort experience**. Delft University of Technology/ Faculty Industrial Design Engineering, [2000].

VINK, P.; LOOZE, M.P.; KUIJT-EVERS, L.F.M. Theory of comfort. In: VINK, P. **Comfort and design: principles and good practice**. Florida: CRC Press, 2005a. p.13-32.

VINK, P.; LOOZE, M.P.; KUIJT-EVERS, L.F.M. Designing comfortable passenger seats. In: VINK, P. **Comfort and design: principles and good practice**. Florida: CRC Press, 2005b, p.155-167.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal of Operations & Production Management**. London, v. 22, n. 2, p. 195-217, 2002.

WATSON, H.G. Travel and thrombosis. **Blood Reviews**, v. 19, p. 235-241, 2005.

YIN, R. K. Introdução. In:_____ **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. p. 1-38.

YIN, R. K. Projetando estudos de caso. In:_____ **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. p. 39-79.

ZHANG, L; HELANDER, M.G.; DRURY, C.G.. Identifying factors of comfort and discomfort in sitting. **Human Factors**, v. 38, n. 3, p. 377-389, 1996.

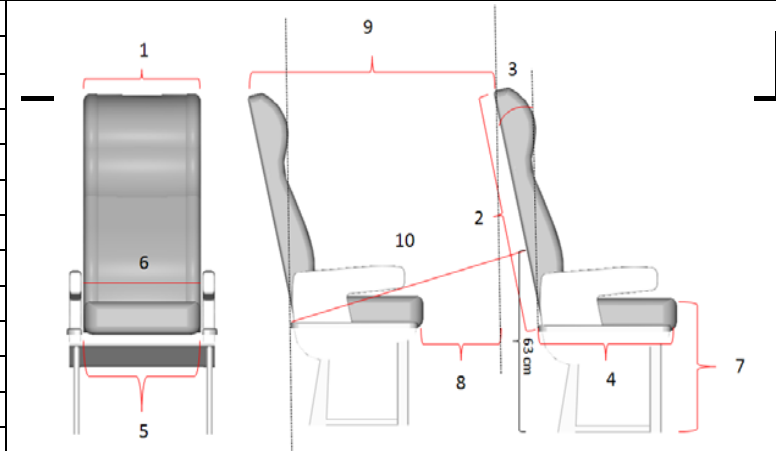
ANEXO 1

<u>Questões-chave</u>	<u>Palavras-chave</u>	<u>Evidências</u>
1. Produção da empresa	Tipos de produto Clientes Parcerias	Documentação – catálogos
2. Conceito de conforto	Definições utilizadas Aplicações no projeto do produto	Documentação – procedimentos de projeto
3. Conceito de ergonomia	Definições utilizadas Aplicação em projetos Visão de higiene e segurança	Documentação – procedimentos de projeto
4. Estrutura na empresa para tratar as questões de ergonomia e conforto	-equipe responsável -número -formação, multidisciplinaridade -parcerias (universidade, terceiros). -principais atividades da equipe. -processo (chegada da demanda, contato com outras áreas, acompanhamento do projeto e das ações propostas pela equipe, concepção de novos produtos). -resultados (mandatório, recomendações). - grau de autonomia	- Organograma - Fluxograma de atividades - Relatórios
5. Aplicação dos conceitos de ergonomia e conforto no projeto do produto	- aspectos considerados - em quais partes do produto são aplicados	- Procedimentos de projeto - Documentos - resultados
6. Abordagem dos aspectos da ergonomia e conforto são tratadas no projeto do produto.	- segurança. - eficácia. - utilidade e usabilidade. - tolerância aos erros. -normas, procedimentos. - antropometria. - saúde. - relações sociais. - entretenimento. - estética (cor, formas).	<i><u>Metodologia e ferramentas utilizadas</u></i> - Pesquisas de mercado - Mapeamento de pressão* - Mock-ups e Protótipos. - Ensaio e testes. - Materiais* - Ferramentas específicas de análise de conforto. - Mecanismo de rastreabilidade.

- Relacionados à fabricação de poltronas

ANEXO 2

Protocolo de Caracterização da Aeronave	
Fabricante:	
Modelo da Aeronave:	
Número de poltronas:	
Número de passageiros a bordo:	
Configuração Interna (poltronas, corredores):	
Número de tripulantes:	
Observações:	
Dimensões da Poltrona	
Peso da poltrona:	
1- Largura do encosto:	
2- Altura do encosto:	
3- Grau de inclinação do encosto:	
4- Comprimento (Profundidade) do assento:	
5- Largura do Assento	
6-Distância entre armrests:	
7- Altura do assento até o chão:	
8- Distância do assento ao encosto:	
9- Pitch:	
10 - Espaço Útil	
Distância do encosto da poltrona ao bin:	
Presença de Apoio de Pés?	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
Presença de Apoio de Cabeça?	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO



ANEXO 3

		PROTOCOLO DE OBSERVAÇÃO: ATIVIDADE x POSTURAS																											
Atividades realizadas e estratégias	Tempo	Poltrona/Mesa		Cabeça												Tronco													
		1.1	1.2	2.1	Braços																								
		1.3	1.4	4.1	Pernas e pés																								
		1.5	1.6	5.1																									
1.	C	1.1	1.2	2.1																									
		1.3	1.4	4.1																									
	F	1.5	1.6	5.1																									
2.	C	1.1	1.2	2.1																									
		1.3	1.4	4.1																									
	F	1.5	1.6	5.1																									
3.	C	1.1	1.2	2.1																									
		1.3	1.4	4.1																									
	F	1.5	1.6	5.1																									
4.	C	1.1	1.2	2.1																									
		1.3	1.4	4.1																									
	F	1.5	1.6	5.1																									

CRUZEIRO

ANEXO 4

Ficha de análise de filmagens - Vôos Shuttle	
<i>Data do vôo:</i>	<i>Trecho:</i>
<i>Tempo de vôo:</i>	<i>Aeronave:</i>
<i>Vídeo:</i>	
1. Atividade:	
2. Fase do vôo:	
3. Tempo de duração da atividade:	
4. Posturas adotadas (a partir da análise do Software):	
4.3 Motivos para as mudanças posturais:	
5. Equipamentos e artefatos utilizados	
5.1 Facilidades no uso de equipamentos:	
5.2 Dificuldades no uso de equipamentos:	
6. Dificuldades e sucessos para realizar a atividade:	
6.1 Com relação ao espaço da cabine:	
6.2 Com relação à condições ambientais (ruído, vibração, temperatura, iluminação)	
6.3 Outras	
7. Situações atípicas	