



Production

ISSN: 0103-6513

production@editoracubo.com.br

Associação Brasileira de Engenharia de

Produção

Brasil

Dantas Alves Silva Ciaccia, Flavia Renata; Idal Sznelwara, Laerte  
Conforto e desconforto em cabines de aeronaves: um método baseado na análise da  
atividade

Production, vol. 26, núm. 4, octubre-diciembre, 2016, pp. 771-781

Associação Brasileira de Engenharia de Produção

São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=396748578008>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

# Conforto e desconforto em cabines de aeronaves: um método baseado na análise da atividade

Flavia Renata Dantas Alves Silva Ciaccia<sup>a\*</sup>, Laerte Idal Sznelwar<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

\*fla\_silva@hotmail.com

## Resumo

A literatura mostra que as poltronas aeronáuticas usualmente são avaliadas por métodos objetivos em experimentos estáticos e realizados fora do seu contexto de uso. O objetivo deste artigo é apresentar um método que utiliza medição contínua de pressão de interface ocupante-poltrona em conjunto com outras técnicas, como observação, relato pós-experimento e filmagem para avaliar o conforto e o desconforto de poltronas e cabines de aeronaves em suas fases de concepção e desenvolvimento. Na primeira etapa do método, os participantes avaliaram as condições para realizar as atividades de ler e repousar em ensaios de 40 minutos, realizados em um simulador de interior de cabine de aeronave. Na segunda etapa, foi realizada uma sessão de *brainstorming* para gerar ideias e captar oportunidades de melhoria para a poltrona e a cabine da aeronave avaliada. Na última etapa, uma solução sugerida no *brainstorming* foi prototipada e avaliada em condição de uso.

## Palavras-chave

Conforto. Ergonomia. Aeronaves. Mapeamento de pressão.

## 1. Introdução

Embora as primeiras pesquisas sobre conforto e desconforto no transporte aéreo tenham sido realizadas há mais de 30 anos, a principal queixa dos passageiros continua a mesma até hoje: conforto da poltrona (Richards & Jacobson, 1977; Blok et al., 2007 apud Vink & Brauer, 2011). A maioria desses estudos foi baseada em entrevistas e questionários (Richards & Jacobson, 1977; Blok et al., 2007 apud Vink & Brauer, 2011), instrumentos cuja fragilidade está relacionada à falta de associação do desconforto com a expectativa do passageiro em realizar algumas atividades durante o voo.

As pesquisas sobre o transporte aéreo geraram poucas melhorias significativas no conforto da poltrona e na cabine de passageiro das aeronaves atuais. Um possível motivo para isso é o fato de o projeto de poltronas aeronáuticas ainda ser baseado, na sua maioria, em medidas antropométricas. Um exemplo desse fato é o Selo Dimensional criado pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) em 2009, que classifica a aeronave por meio de cinco faixas, com as letras de A até E, de acordo com a distância entre

as poltronas e a largura do encosto (Agência Nacional de Aviação Civil, 2009).

Ao projetar uma poltrona considerando-se apenas a antropometria, aspectos importantes, como a movimentação e a utilização do espaço durante a realização das atividades em voo, acabam não sendo levados em consideração. Segundo Wisner (2004), uma das principais contribuições da análise da atividade se refere ao fato de as ações estarem inscritas em um contexto, tornando-se impossível compreendê-las fora dele. Por outro lado, são poucos os trabalhos que, além de adequar a poltrona às medidas dos usuários, ainda se preocuparam com as atividades realizadas durante a sua utilização (Eklund, 2008; Souza et al., 2010).

Nos últimos anos, trabalhos têm investigado como e quais medidas objetivas podem ajudar a avaliar a percepção de conforto e desconforto na postura sentada (Werner et al., 2003; Tan et al., 2009). Verificou-se que a falta de uma definição clara e o caráter subjetivo do conforto têm dificultado a sua

mensuração em avaliações de poltronas (Hertzberg, 1972; Richards, 1980; Lueder, 1983; Bishu et al., 1991; Zhang et al., 1996; Helander & Zhang, 1997; Shen & Parsons, 1997; De Looze et al., 2003; Vink & Hallbeck, 2012). Por essas razões, estudos têm relacionado medidas objetivas, como vibração, conforto térmico, distribuição de pressão de interface, mudanças posturais e atividade muscular, com a avaliação subjetiva do desconforto. (Zhang et al., 1996; Helander & Zhang, 1997; Mergl, 2006; Kolich, 2008). Segundo De Looze et al. (2003), a distribuição de pressão de interface parece ser a medida objetiva com a associação mais clara com as avaliações subjetivas de desconforto e, por este motivo, é a técnica mais utilizada em avaliações de poltronas.

Dessa forma, constatou-se a necessidade de desenvolver um método de avaliação de conforto e desconforto de cabines e poltronas de avião com base na percepção dos passageiros durante a realização de algumas atividades típicas em um voo. Tal método foi desenvolvido pela autora em sua tese de doutorado. Este artigo apresenta a parte do método proposto por Ciaccia (2013), que introduz a medição da distribuição de pressão de interface em conjunto com outras técnicas, como observação, relato pós-experimento e filmagem no projeto de poltrona e de cabine de aeronaves.

## 2. Objetivo da pesquisa

Esta pesquisa propõe um método de avaliação de conforto e desconforto de poltronas e cabines de aeronaves baseado em conceitos da análise da atividade e do *Design Thinking*, para ser utilizado ao longo das fases de concepção e de desenvolvimento de poltronas e cabines de aeronaves.

### 2.1. Apresentação do projeto conforto e design de cabine

Esta pesquisa faz parte do projeto intitulado “Conforto e Design de Cabine”, inserido no âmbito de Parceria para Inovação em Ciência e Tecnologia

Aeroespaciais (PICTA). Essa parceria conta com a participação da Universidade de São Paulo (USP), da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e da fabricante de aeronaves Embraer S.A., com o intuito de investigar a relação entre os diversos parâmetros que influenciam no conforto do usuário de cabines em aeronaves, de forma a permitir, com os resultados do projeto, elaborar diretrizes para o desenvolvimento de interiores com nível superior de conforto, garantindo o bem-estar do passageiro.

## 3. Método da pesquisa

Nesta pesquisa, foi adotada a abordagem qualitativa, uma vez que o objetivo foi melhor compreender a relação entre o passageiro, a atividade realizada e os elementos da cabine de aeronaves.

### 3.1. Estratégia de pesquisa

O método proposto nesta pesquisa pretende não só avaliar a poltrona e a cabine da aeronave, mas também estimular o envolvimento da equipe de projeto nessa avaliação. Inspirado na abordagem de inovação guiada pelo design sugerida pelo *Design Thinking* (Brown, 2010; Vianna et al., 2011), o método utilizado foi dividido em três etapas, como mostra a Figura 1: imersão, ideação e prototipação.

A primeira etapa visa ao entendimento do problema por meio da identificação das necessidades dos atores envolvidos no projeto e das prováveis oportunidades que emergem do entendimento de suas experiências frente ao tema trabalhado. A segunda etapa busca gerar ideias inovadoras através de atividades colaborativas que estimulem a criatividade. Por último, a terceira etapa, a prototipação, auxilia na experimentação das ideias, propiciando aprendizado contínuo e a eventual validação da solução (Brown, 2010; Vianna et al., 2011).

É importante mencionar que o método proposto é iterativo, de forma que, ao término de cada etapa, existe a possibilidade de seguir para a próxima etapa ou para uma etapa anterior, caso alguma oportunidade de

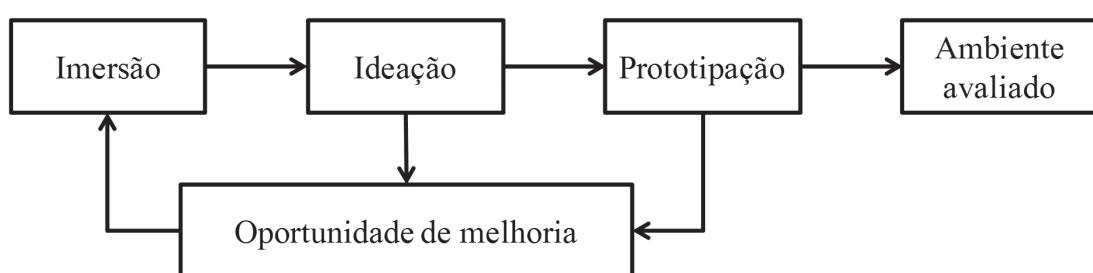


Figura 1. Fluxograma do método proposto.

melhoria na poltrona ou no ambiente seja identificada. No caso de identificação de uma oportunidade de melhoria, sugere-se o retrabalho da poltrona ou do ambiente da cabine antes da realização da nova rodada de experimentos. Ao término da terceira etapa, o ambiente da cabine e a poltrona podem ser considerados avaliados.

### 3.2. Apresentação da equipe de pesquisa

Participaram, desta pesquisa, pesquisadores do pacote de Ergonomia do Projeto “Conforto e Design de Cabine”. Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética Regional (Projeto “Conforto da cabine - Integrado de Análise e Desenvolvimento de Critérios de Conforto” Registro-CEP: 704/06) e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes do início dos experimentos.

### 3.3. Imersão

A etapa de imersão compreende a busca pela empatia com o usuário final da aeronave. É a etapa em que a equipe de projeto se aproxima do problema e tenta entendê-lo a partir do ponto de vista do usuário final, ou passageiro. Para tal, o procedimento experimental foi feito com base em uma simulação da experiência de voo. Inspirado em uma pesquisa que utilizou observação participante (Zurcher Junior, 1978) para estudar o papel dos passageiros em viagens de avião, os membros da equipe do projeto assumiram o papel do usuário na situação a ser avaliada, ou seja, de passageiros realizando as principais atividades realizadas em um voo típico.

O protocolo proposto para esta etapa da pesquisa sugere a utilização de medição contínua de pressão em conjunto com outras técnicas, como

observação, relato pós-experimento e filmagem para avaliar o conforto e o desconforto percebidos pelo passageiro durante a realização das atividades de repousar e ler. As atividades de repousar e ler foram escolhidas pelo alto grau de dificuldade de realização, segundo estudos na literatura (Oborne, 1978, Greghi et al., 2012).

#### 3.3.1. Apresentação do laboratório

Os experimentos desta pesquisa foram realizados em um simulador de interior de uma aeronave comercial instalado no Centro de Engenharia de Conforto da USP. A Figura 2 ilustra o laboratório e as poltronas utilizadas na pesquisa. Além do interior representativo de um avião comercial regional, o simulador ainda possui sistema de ar condicionado e iluminação típicos de uma aeronave deste porte.

#### 3.3.2. Treinamento de sensibilização

Antes de iniciar os ensaios propriamente ditos, a equipe foi treinada para agir como passageiro em simulações de voo, no simulador do Projeto Conforto de Cabine. O treinamento de sensibilização teve o intuito de nivelar as experiências dos pesquisadores e treinar a percepção deles com relação ao que deveria ser considerado durante as futuras avaliações. O treinamento de sensibilização consistiu em uma simulação de voo de 2h. Todos os participantes realizaram essa etapa da pesquisa no mesmo dia. Foi escolhido um horário no meio da manhã para garantir que os participantes estavam descansados. Ao término da simulação do voo, cada participante foi convidado a comentar suas experiências e, em seguida, houve uma discussão com toda a equipe sobre as percepções e sensações de cada um, a partir dos critérios e conceitos de ergonomia.



Figura 2. Simulador do projeto conforto de cabine. (a) vista externa; (b) vista interna.

### 3.3.3. Procedimento experimental

A proposta do experimento foi avaliar o comportamento dos pesquisadores ao realizar as atividades de repousar e ler em um ambiente simulado. Essa etapa da pesquisa foi dividida em dois experimentos de 40 minutos de duração cada um: um experimento de repouso e um experimento de leitura.

A literatura mostra que a fadiga na postura sentada pode ser causada devido à passagem do tempo e não necessariamente devido às características da poltrona (Helander & Zhang, 1997), e que o desconforto associado à fadiga começa a ser percebido a partir de uma hora na postura sentada (Uenishi et al., 2002). Por outro lado, segundo Mergl (2004), a avaliação de poltronas em longo prazo devem considerar experimentos com mais de 30 minutos de duração. A fim de evitar a influência da fadiga e pensando em avaliações em longo prazo, optou-se por realizar ensaios de 40 minutos de duração.

### 3.3.4. Participantes

Três participantes do sexo masculino foram envolvidos no estudo de repouso e dois homens e uma mulher participaram do ensaio de leitura, sendo que um homem participou de ambos os ensaios. A idade dos participantes variou entre 22 e 30 anos.

### 3.3.5. Aparato experimental e protocolo dos ensaios

Os experimentos ocorreram no simulador do Projeto Conforto de Cabine. A temperatura dentro do simulador foi ajustada para 21 °C e a iluminação interna da cabine foi mantida acesa durante todo o experimento.

A poltrona utilizada no experimento estava instalada a uma distância de 36 polegadas da poltrona da frente e foi equipada com duas mantas de pressão (PX100 X3 modelo: 50,8 centímetros x 81,28 centímetros 40.64.02 - Xsensor), sendo uma posicionada no encosto e outra no assento, de forma a medir a pressão de interface ocupante-poltrona e registrar as mudanças posturais durante todo o experimento.

Os participantes foram posicionados em uma poltrona próxima à janela, sem nenhum passageiro sentado ao lado ou na frente deles, pois a proposta do experimento foi avaliar a poltrona e o ambiente vivencial da cabine sem a interferência de outras variáveis, como a presença de outros passageiros.

Os participantes foram filmados e observados ao longo de todo o ensaio. A filmagem foi utilizada para identificar as mudanças posturais dos participantes e para validar o relato dos participantes após os

experimentos. Já o observador teve o papel de identificar fatos relevantes, como dificuldades e estratégias adotadas pelo participante durante o experimento que não foram verbalizados ou explicitados na entrevista pós-experimento.

Ao término dos 40 minutos em atividade, cada participante relatou suas percepções sobre o ensaio por meio de uma entrevista gravada, na qual eles descreveram as motivações e intenções que os levaram a mudar de postura durante o experimento.

### 3.4. Ideação

A etapa de ideação é a fase de geração de soluções e ideias inovadoras capazes de resolver os problemas encontrados na fase de imersão. Dessa forma, o objetivo desta etapa foi fomentar uma discussão sobre possíveis soluções que pudessem ser incorporadas na poltrona e no ambiente vivencial da cabine, de modo a melhorar a realização das atividades de repousar e ler. Para tal, foi realizada uma sessão de *brainstorming* após a análise dos dados dos ensaios de leitura e repouso. O *brainstorming* ou tempestade de ideias é uma técnica que explora o pensamento criativo por meio de sessões colaborativas para geração de novas ideias, conceitos e soluções para um problema proposto (Osborn, 1953).

#### 3.4.1. Procedimento experimental

O problema a ser abordado na sessão de *brainstorming* foi expresso através de uma pergunta: “De que forma podemos melhorar a experiência de voo considerando cada uma das atividades analisadas?”.

A partir desta pergunta, os participantes foram convidados a articular sobre as atividades de repouso e leitura, começando pelas características ou recomendações para realizar cada atividade, levando em consideração não só o ambiente da cabine de uma aeronave, mas também como eles repousam e leem no carro, em casa ou no sofá. Cada comentário e solução que pudessem diminuir o desconforto durante a realização da atividade de repousar e ler foram anotados em um quadro branco e, posteriormente, reunidos em uma planilha.

#### 3.4.2. Participantes

Fizeram parte do *brainstorming* os pesquisadores que participaram da fase de Imersão desta pesquisa.

### 3.5. Prototipação

Por fim, a etapa de prototipação permite que as ideias abstratas sugeridas na etapa de ideação sejam validadas ou excluídas por meio da construção de

protótipos rápidos e baratos. Segundo Brown (2010), a prototipagem permite a exploração de muitas ideias por meio de protótipos rápidos, rudimentares e baratos, que não visam a criar um modelo funcional, mas saber se a ideia tem ou não valor funcional. Após reunir as ideias geradas na etapa de ideação, foi escolhida uma solução para ilustrar essa etapa do método. Após a confecção do protótipo, uma prova de conceito foi realizada instalando o protótipo no simulador.

## 4. Resultados

A seguir, são apresentados os resultados da análise de dados das etapas de imersão, ideação e prototipação.

### 4.1. Análise dos dados da etapa de imersão

A análise de dados da etapa de imersão está dividida entre a análise dos dados da medição de pressão, a análise postural e a análise das entrevistas.

#### 4.1.1. Medição de pressão de interface

Para a análise dos dados da medição de pressão, foram utilizados o software X3 PRO e uma rotina em Matlab, desenvolvida para o cálculo da distribuição de pressão em cada mapa de pressão.

Por meio da medição contínua da pressão de interface entre o participante e a poltrona ao longo dos 40 minutos de ensaio, foi possível gerar um mapa de pressão para cada postura adotada por cada participante, como mostra a Figura 3.

As mudanças de posturas, bem como a duração de cada uma delas, foram identificadas ao analisar o gráfico de pressão vs. tempo, em conjunto com a filmagem do experimento. O gráfico de pressão vs. tempo evidencia as mudanças de postura por meio da presença de transientes nas curvas correspondentes aos dados do encosto e do assento. Uma vez identificadas as mudanças posturais, pôde-se estabelecer um mapa de pressão para cada postura. Observando-se os oito mapas de pressão, é possível constatar que há diferenças entre eles. A análise dos mapas de pressão permite a identificação de

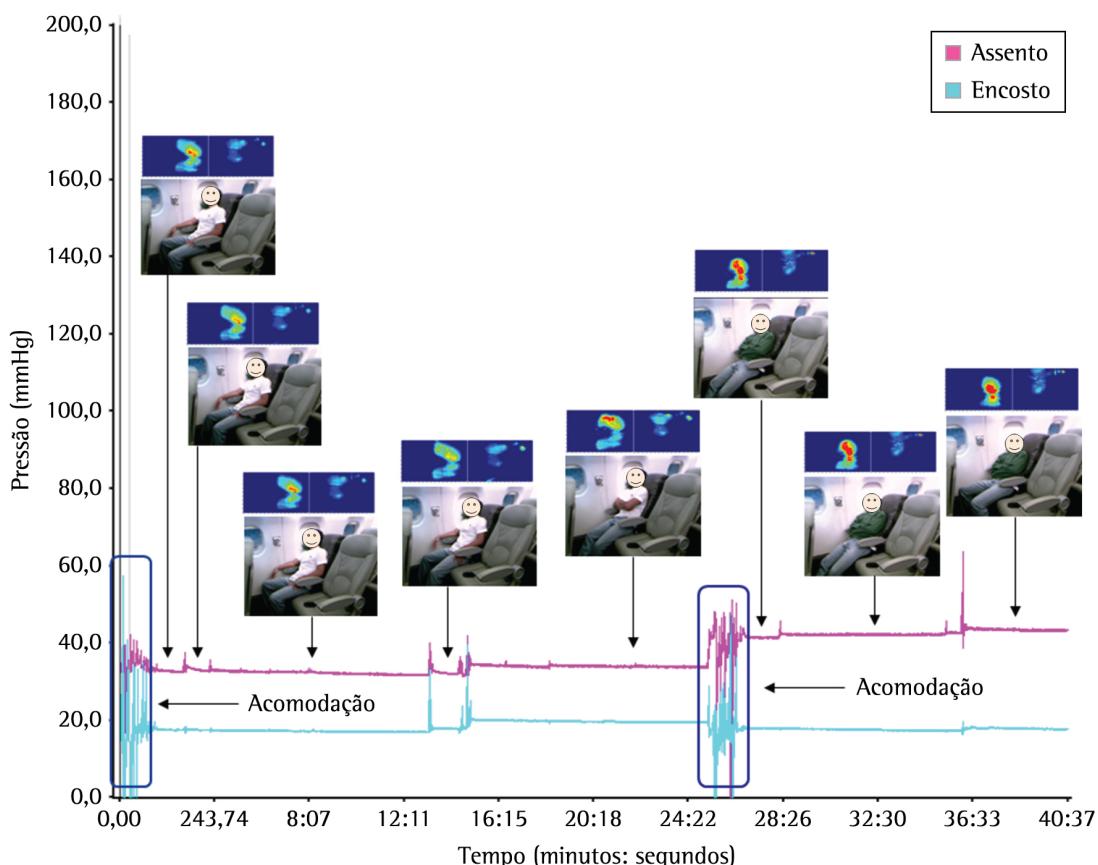


Figura 3. Gráfico pressão vs. tempo e as posturas adotadas pelo participante 2 ao longo do experimento de repouso.

mudanças na posição das pernas, do tronco e da cabeça, porém algumas mudanças, principalmente com os braços e com a cabeça, quando estes não estão apoiados, são difíceis de inferir sem a análise conjunta da filmagem.

Para entender um pouco mais o comportamento do participante e sua relação com a poltrona, foi feita a sobreposição dos mapas de pressão de cada postura adotada por cada participante. O mapa resultante da sobreposição foi utilizado para delimitar o contorno da área de interface entre a poltrona e o ocupante durante todo o ensaio, como mostram as representações do encosto e do assento para o participante 2 do ensaio de repouso (Figura 4) e para o participante 3 do ensaio de leitura (Figura 5).

A sobreposição dos mapas ainda evidenciou as regiões mais solicitadas da poltrona, assim como pontos de maior concentração de pressão ou falta

de apoio. No ensaio de repouso, o uso do apoio de cabeça foi mais frequente e a área de contato foi maior do que no ensaio de leitura. Já um ponto em comum verificado em todos os ensaios foi a falta de apoio na região lombar.

Analizando-se agora os dados de pressão, a Tabela 1 faz um resumo dos dados de pressão média, pico de pressão e área de contato para cada postura adotada pelo participante 2, ao longo do ensaio de repouso. Nota-se que os valores vão se alterando ao longo das posturas adotadas. Conforme a postura vai mudando, a área do assento vai diminuindo e o pico de pressão vai aumentando, algumas vezes chegando a valores até 100% maiores do que os valores iniciais. Esse fenômeno também pode ser visto na Figura 3, pela presença de maiores regiões vermelhas com o passar do tempo.

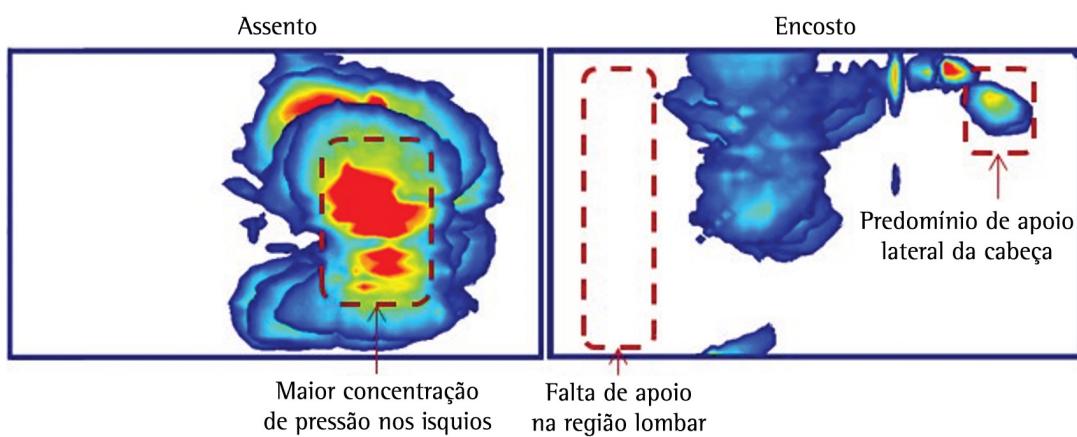


Figura 4. Sobreposição dos mapas de pressão de cada postura adotada durante o ensaio de repouso do participante 2.

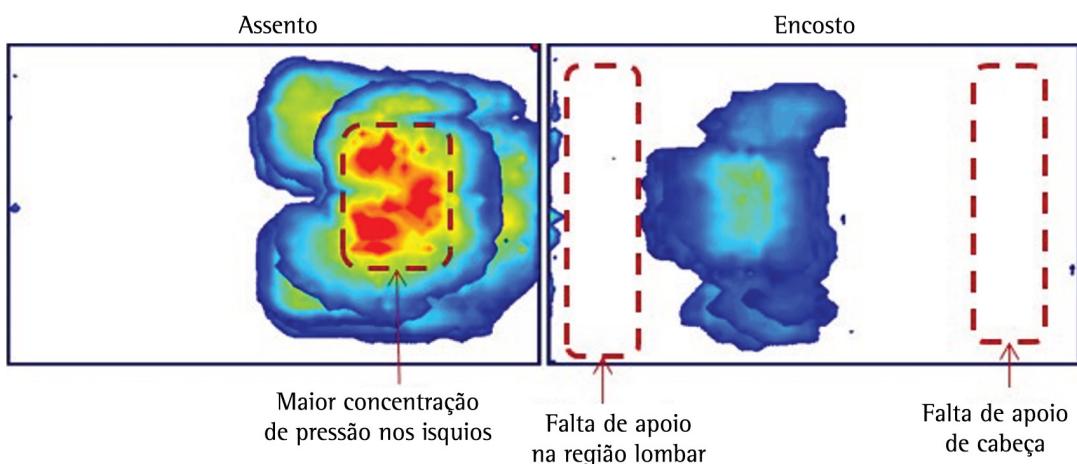


Figura 5. Sobreposição dos mapas de pressão de cada postura adotada durante o ensaio de leitura do participante 3.

#### 4.1.2. Análise postural

A análise postural foi realizada a partir da observação das imagens gravadas em cada experimento. As posições de cabeça, tronco, braços e pernas foram registradas para cada postura adotada pelos participantes, com o auxílio de cartas de caracterização elaboradas com base no trabalho de Souza et al. (2010).

Apesar do número reduzido de participantes, foi possível identificar algumas posturas comuns adotadas por eles no ensaio de repouso, começando pela posição inicial. A Figura 6 mostra que os participantes iniciaram o ensaio de repouso com a coluna ereta e apoiada no encosto da poltrona, cotovelos e pernas paralelas com pés próximos ao corpo, com exceção do participante 1, que estava com as pernas cruzadas.

Com o passar do tempo, os participantes foram se acomodando melhor na poltrona e adotando posturas diferentes de cabeça, pernas e pelve. Um fenômeno comum entre os participantes foi o deslizamento do quadril para frente e também a busca de um ponto de apoio para a cabeça e o pescoço, seja na janela ou na poltrona ao lado. Outra estratégia utilizada pela maioria dos participantes foi alternar os lados do apoio da cabeça entre direito e esquerdo. Um fato interessante foi a utilização quase contínua do apoio de braço.

Nos ensaios de leitura, também houve uniformidade nas posturas adotadas pelos participantes. Em sua postura inicial, os participantes apoiam as costas no encosto, usaram o apoio de braços e posicionaram a cabeça para frente em direção ao livro que estava sendo segurado pelas mãos, como pode ser visto na Figura 7.

Tabela 1. Resumo dos dados de pressão média, pico de pressão e área de contato para o participante 2 do ensaio de repouso.

Postura	Encosto			Assento		
	Pressão média no encosto (mmHg)	Pico de pressão no encosto (mmHg)	Área no encosto (in <sup>2</sup> )	Pressão média no assento (mmHg)	Pico de pressão no assento (mmHg)	Área no assento (in <sup>2</sup> )
1	17,45	33,12	103,50	32,53	92,58	171,50
2	17,39	33,66	107,75	32,71	82,21	174,50
3	16,85	33,74	108,25	31,54	98,32	171,00
4	17,72	42,83	108,25	31,82	73,37	185,25
5	19,38	42,36	106,25	33,72	141,85	184,75
6	17,87	70,14	99,50	41,60	128,23	139,00
7	17,29	66,21	101,00	42,25	167,41	138,75
8	17,50	63,58	108,50	43,28	213,34	127,75

Participante 1



Participante 2

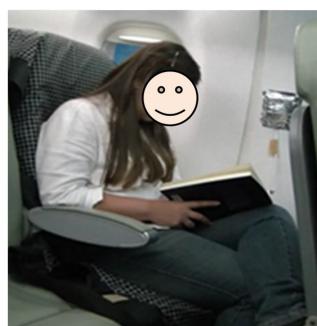


Participante 3



Figura 6. Participantes do ensaio de repouso na posição inicial do ensaio.

Participante 1



Participante 2



Participante 3



Figura 7. Posição inicial dos participantes do ensaio de leitura.

Em determinado momento, os participantes relataram dor no pescoço e, como estratégia para diminuir o desconforto, eles trouxeram o livro mais perto do rosto, suportando a cabeça e o ombro no encosto da poltrona. No entanto, esta postura não durou muito tempo, porque o peso do livro forçava a busca de um novo suporte. Uma alternativa foi a de apoiar o livro em uma das suas coxas. Ao apoiar o livro na coxa, o pescoço voltou a incomodar e uma estratégia utilizada por todos os participantes foi apoiar a cabeça nas mãos. Verificou-se que os participantes não só adotaram várias soluções para apoiar a sua cabeça e o livro durante a leitura, mas também assumiram variadas posições de pernas. Como no estudo de repouso, os apoios de braço também foram amplamente utilizados.

#### 4.1.3. Análise das entrevistas

O relato dos participantes após o experimento foi determinante para a compreensão tanto do grau de envolvimento na atividade quanto na identificação de desconforto em cada postura adotada. O treinamento de sensibilização dos pesquisadores contribuiu para que eles expressassem a sua percepção sobre o grau de envolvimento na atividade realizada e o motivo das principais mudanças posturais. A Tabela 2 faz um resumo das dificuldades e estratégias adotadas pelos participantes ao longo dos experimentos, expressas na entrevista pós-experimento.

#### 4.2. Análise de dados da etapa de ideação

Todos os comentários gerados na sessão de *brainstorming* foram compilados em uma planilha. As ideias afins foram reunidas, classificadas e agrupadas por temas, como o exemplo mostrado na Tabela 3, para o apoio de braço.

#### 4.3. Análise dos dados da etapa de prototipação

Após a classificação e o agrupamento das ideias geradas no *brainstorming*, foi identificada uma solução para ser prototipada: apoio de braço escamoteável.

Como visto na análise das filmagens e no relato dos participantes, o apoio de braços foi um dos elementos mais utilizados da cabine tanto na atividade de leitura quanto na atividade de repouso. Uma vez que a maioria das poltronas de classe econômica possui apoios de braço compartilhados, surgiu a ideia de um apoio de braço que acomodasse dois suportes de braço que pudessem ser acionados conforme a necessidade.

A proposta de apoio de braços escamoteável foi materializada por meio de um protótipo desenvolvido em madeira e metal, e revestido com tecido, como pode ser visto nas Figuras 8 e 9.

Tabela 2. Quadro resumo das estratégias comuns para evitar o desconforto.

	Dificuldades	Estratégias
Repouso	NA	Postura inicial comum - coluna ereta e apoiada no encosto da poltrona, cotovelos e pernas paralelas, com pés próximos ao corpo.
	Manter o corpo o mais horizontal possível.	Deslizar o quadril para frente e manter pernas esticadas.
	Apoio inadequado da cabeça.	Buscar ponto de apoio para a cabeça, seja na janela, na mão ou na poltrona ao lado.
	Apoio inadequado da cabeça.	Alternar os lados do apoio da cabeça entre direito e esquerdo.
	Falta de apoio para pernas e pés.	Alternar pernas cruzadas, esticadas e próximas ao corpo.
	Apoiar e liberar os braços.	Utilizar quase que continuamente o apoio de braço.
Leitura	NA	Postura inicial comum - região lombar e mediana das costas apoiadas no encosto da poltrona, cotovelos apoiados nos apoios de braço e cabeça para frente em direção ao livro.
	Dor na região cervical.	Aproximar o livro do rosto, suportando a cabeça e o ombro no encosto da poltrona.
	Livro pesado.	Apoiar o livro na coxa.
	Desconforto nas mãos.	
	Apoio inadequado da cabeça.	Segurar o livro com uma mão e a cabeça com a outra.
	Dor na região cervical.	Cruzar as pernas, apoiar o pé na poltrona da frente e o livro na perna cruzada.

Tabela 3. Necessidades e soluções relacionadas ao apoio de braço que melhorariam a percepção de conforto nas atividades de leitura e repouso.

Repouso	Leitura
Necessidade: apoiar e liberar os braços. Soluções: <ul style="list-style-type: none"><li>• Apoio de braço escamoteável.</li><li>• Prolongador de apoio de braço.</li><li>• Apoio de braço que abaixa</li></ul>	Necessidade: ter apoio para cotovelos e braços. Soluções: <ul style="list-style-type: none"><li>• Apoio de braço escamoteável.</li><li>• Prolongador de apoio de braço.</li></ul>

Apóio de braço com suportes recolhidos



Apóio de braço com suportes abertos



Figura 8. Protótipo do apoio de braço.

Suporte de braço na condição de uso



Figura 9. Prova de conceito do protótipo. Suporte de braço na condição de uso.

Uma prova de conceito foi realizada para avaliar as contribuições da solução proposta. Para tal, o protótipo foi instalado no simulador e um teste com o conceito foi realizado. Na prova de conceito, foi possível perceber que os suportes extras proporcionam um bom apoio para os braços e evitam que os cotovelos entrem em contato um com o outro. Um pedido de patente para essa solução foi depositado no Instituto Nacional da Propriedade Industrial sob o protocolo BR 102013032476.

## 5. Discussão e conclusão

Poucos estudos na literatura utilizaram a análise das atividades como metodologia para avaliar a percepção dos passageiros sobre aspectos relacionados a conforto e desconforto, em uma situação de voo. Dessa forma, este estudo propôs um método baseado em medição contínua de pressão, observação, relato pós-experimento e filmagem, para avaliar o desconforto

percebido pelo passageiro nas principais atividades realizadas em um voo típico.

Para introduzir conceitos de análise de atividade em avaliações de poltronas e cabines de aeronaves que ainda estão na fase de desenvolvimento, foram escolhidas duas situações de referência para serem simuladas: repousar e ler.

Os experimentos ocorreram em um simulador que reproduz o interior de um avião regional, assim como alguns sistemas essenciais à percepção de conforto, como ar condicionado e iluminação. A observação dos comportamentos dos participantes em laboratório (simulador) favoreceu a criação de situações estruturadas e, de certa forma, controladas, como, por exemplo, o controle das condições ambientais e das atividades realizadas pelos passageiros.

O protocolo dos experimentos foi baseado em uma situação de voo, em que as atividades de repouso e leitura foram realizadas por passageiros que também eram pesquisadores do projeto. Apesar de o protocolo utilizado nesta pesquisa não ser caracterizado por uma observação participante pura, uma vez que foi aplicado em uma condição simulada, os pesquisadores procuraram observar fatos, situações e ações que poderiam não ser compreendidos em outras abordagens.

Ao introduzir o conceito de medição contínua de pressão, isto é, registro das mudanças de pressão ao longo do experimento, foi possível verificar que as posturas adotadas pelos participantes não eram estáticas e se alteraram durante todo o ensaio. Além disso, constatou-se um padrão de movimentação diferente para cada atividade analisada, mostrando que a movimentação do sujeito é influenciada pelo que ele está fazendo. A análise da medição de pressão mostrou que não só as posturas variaram com o tempo, mas também os mapas, os valores de pressão

média, o pico de pressão e a área de contato, sendo que o pico de pressão foi o valor que apresentou maior variação de postura para postura.

A sobreposição dos mapas de pressão de cada uma das posturas adotadas pelos participantes fornece uma forma de visualizar a movimentação do participante na poltrona e pode ser usada para avaliar alguns itens, como o contorno da área de interface ocupante-poltrona, as regiões mais solicitadas da espuma e onde há falta de apoio. A filmagem em conjunto com a medição de pressão teve um papel importante no pós-processamento dos dados, uma vez que auxiliou na compreensão das mudanças posturais ao longo do experimento. Enquanto, por um lado, a manta de pressão registra as mudanças de postura por meio da variação de pressão, por outro, a filmagem permite a identificação da região do corpo que se alterou ao longo do tempo.

A análise postural mostrou que, apesar do número reduzido de participantes, foi possível identificar algumas estratégias e posturas comuns adotadas por eles. Todas as informações apresentadas sobre as intenções, as dificuldades e os constrangimentos sentidos durante os experimentos só foram possíveis por causa do relato dos participantes durante a entrevista pós-experimento.

Ao longo da pesquisa, compreendeu-se que a percepção de desconforto e conforto em longo prazo depende não somente das características dimensionais, de estilo e de materiais das poltronas, mas também dos demais elementos da cabine e, principalmente, da possibilidade de agir e realizar as atividades pretendidas. Isso ficou claro por meio do relato pós-experimento e durante a sessão de *brainstorming*, momentos nos quais os participantes puderam discutir as características da poltrona e o projeto da cabine com base nas suas experiências. Esse compartilhamento resultou em propostas de soluções de melhoria para a poltrona e para a cabine da aeronave, que foram encaminhadas para a etapa de prototipação.

Embora a literatura mostre que é importante envolver usuários reais durante a concepção de produtos, o foco desta pesquisa foi sensibilizar a equipe de projeto para aspectos de ergonomia e conforto durante o uso do ambiente de cabine que está sendo desenvolvido. Por esse motivo, o ambiente vivencial da cabine foi avaliado por poucas pessoas, mas todas capazes de avaliar com a profundidade que não se julga possível ser realizada com usuários finais do produto. De qualquer forma, a participação de pesquisadores do projeto não exclui a necessidade de avaliação da poltrona e da cabine de aeronave por usuários finais deste produto, sejam eles crianças, adultos, idosos ou pessoas com deficiência ou

mobilidade reduzida. Neste caso, sugere-se que um novo protocolo de experimentos seja desenvolvido.

As principais limitações desta pesquisa se referem ao fato de as avaliações terem sido realizadas em laboratório, com atividades pré-definidas e sem outros passageiros a bordo do simulador. Para pesquisas futuras, sugere-se desenvolver outros protocolos para avaliar outras condições experimentais, como, por exemplo, ensaio com atividades livres, ensaios com diferentes distâncias entre poltronas, ensaios com a cabine cheia, entre outros.

Apesar de as particularidades terem sido descritas pensando no ambiente aeronáutico, o método proposto neste trabalho também poderia ser aplicado em outros contextos, como, por exemplo, automóveis, trens e ônibus. Da mesma forma que, no avião, acredita-se que o ambiente físico dos demais meios de transporte também pode contribuir positiva ou negativamente na realização das tarefas e atividades desenvolvidas pelos seus usuários; e esse ambiente, observe-se, deve ser projetado considerando-se alguns aspectos citados neste trabalho.

Esta pesquisa evidenciou que a atividade realizada pelo passageiro influencia as mudanças posturais e o padrão de distribuição de pressão na poltrona. Entretanto, apenas um modelo de poltrona instalado em apenas uma cabine de aeronave foi considerado. Estudos futuros podem ser realizados para investigar o efeito de outros fatores na distribuição de pressão e na realização das atividades, como o design da poltrona, o tipo de espuma, o ruído interno na cabine e a vibração presente em uma situação real de voo.

## Referências

- Agência Nacional de Aviação Civil. (2009). *Programa Selo de avaliação dimensional – Selo ANAC*. Brasília: ANAC. Recuperado em 19 de Março de 2014, de [http://www2.anac.gov.br/arquivos/pdf/20%20-%20Programa%20Selo%20de%20Avalia%C3%A7%C3%A3o%20Dimensional%20\(vers%C3%A3o%20final\).pdf](http://www2.anac.gov.br/arquivos/pdf/20%20-%20Programa%20Selo%20de%20Avalia%C3%A7%C3%A3o%20Dimensional%20(vers%C3%A3o%20final).pdf)
- Bishu, R. R., Hallbeck, M. S., Riley, M. W., & Stentz, T. L. (1991). Seating comfort and its relationship to spinal profile: a pilot study. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 8(1), 89-101. [http://dx.doi.org/10.1016/0169-8141\(91\)90028-K](http://dx.doi.org/10.1016/0169-8141(91)90028-K).
- Brown, T. (2010). *Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias*. Rio de Janeiro: CAMPUS.
- Ciaccia, F. R. D. A. S. (2013). *Entre a vivência do conforto e desconforto em cabines de aeronaves: uma abordagem baseada na atividade* (Tese de doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- De Looze, M. P., Kuijt-Evers, L. F. M., & Van Dieën, J. (2003). Sitting comfort and discomfort and the relationship with objective measures. *Ergonomics*, 46(10), 985-997. <http://dx.doi.org/10.1080/0014013031000121977>. PMID:12850935.
- Eklund, J. (2008). Biomechanics in Work Seating Design. In S. KUMAR, *Biomechanics in ergonomics* (2. ed.). Boca Raton: CRC Press.

- Greghi, M. F., Rossi, T. N., Souza, J. B. G., & Menegon, N. L. (2012). Contributions from the activity analysis to the products development project: case study based on a project of innovation and comfort in aircraft's cabins. In *Proceedings of the 18th World Congress of Ergonomics*, Recife, Brasil.
- Helander, M., & Zhang, L. (1997). Field studies of comfort and discomfort in sitting. *Ergonomics*, 40(9), 895-915. <http://dx.doi.org/10.1080/001401397187739>. PMID:9306741.
- Hertzberg, H. T. E. (1972). *The human buttocks in sitting: pressures, patterns, and palliatives* (SAE Technical Paper, 72005). Warrendale: Society of Automotive Engineers.
- Kolich, M. (2008). Review: A conceptual framework proposed to formalize the scientific investigation of automobile seat comfort. *Applied Ergonomics*, 39(1), 15-27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2007.01.003>. PMID:17374355.
- Lueder, R. K. (1983). Seat comfort: a review of the construct in the office environment. *Human Factors*, 25(6), 701-711. PMID:6368362.
- Mergl, C. (2004). Mit welchen Bewertungsverfahren ist der Sitzkomfort im Auto zu ermitteln. *Ergonomie aktuell*, 5, 14-15.
- Mergl, C. (2006). *Entwicklung eines verfahrens zur optimierung des sitzkomforts auf Automobilsitzen* (Tese de Doutorado). Technical University München, München.
- Oborne, D. J. (1978). Techniques available for the assessment of passenger comfort. *Applied Ergonomics*, 9(1), 45-49. [http://dx.doi.org/10.1016/0003-6870\(78\)90258-2](http://dx.doi.org/10.1016/0003-6870(78)90258-2). PMID:15677253.
- Osborn, A. F. (1953). *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Thinking*. New York: Scribner.
- Richards, L. G. (1980). On the psychology of passenger comfort. In D. J. Oborne & J. A. Levis (eds), *Human Factors in Transport Research* (Vol. 2, pp. 15-23). London: Academic Press.
- Richards, L. G., & Jacobson, I. D. (1977). Ride quality assessment III: Questionnaire results of a second - flight programme. *Ergonomics*, 20, 499-519.
- Shen, W., & Parsons, K. C. (1997). Validity and Reliability of Rating Scales for Seated Pressure Discomfort. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19(4), 301-312. [http://dx.doi.org/10.1016/S0143-4124\(96\)00068-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0143-4124(96)00068-6).
- Souza, J. B. G., Greghi, M. F., Rossi, T. N., Volpe, L. A. A., & Menegon, N. L. (2010). Análise da atividade de passageiros durante voos aéreos: elaboração de uma ferramenta para reconstrução postural dinâmica a partir do registro de imagens em voo. In *Anais do 14º Congresso Brasileiro de Ergonomia*, Rio de Janeiro, Brasil.
- Tan, C. F., Chen, W., Kimman, F., & Rauterberg, G. W. M. (2009). Sleeping posture analysis of economy class aircraft seat. In *Proceedings of the 2009 World Congress on Engineering*, London, UK.
- Uenishi, K., Tanaka, M., Yoshida, H., Tsutsumi, S., & Miyamoto, N. (2002). *Driver's fatigue evaluation during long term driving for automotive seat development* (SAE Technical Paper Series, 2002-01-0773). Warrendale: Society of Automotive Engineers.
- Vianna, M., Vianna, Y., Adler, I., Lucena, B., & Russo, B. (2011). *Design Thinking: inovação em negócios*. Rio de Janeiro: Mjv Press. 161 p.
- Vink, P., & Brauer, K. (2011). *Aircraft interior comfort and design*. Boca Raton: CRC Press.
- Vink, P., Hallbeck, S. (2012). Editorial: comfort and discomfort studies demonstrate the need for a new model. *Applied Ergonomics*, 43(2), 271-276.
- Werner, L., Van Der Linden, J. C. S., & Ribeiro, J. L. D. (2003). Análise da percepção sobre assentos de trabalho utilizando técnicas estatísticas multivariadas. *Produção*, 13(3), 34-49.
- Wisner, A. (2004). Questões epistemológicas em Ergonomia e em análise do trabalho. In F. DANIELLOU, *A Ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos* (pp. 29-56). São Paulo: Edgar Blücher.
- Zhang, L., Helander, M. G., & Drury, C. G. (1996). Identifying factors of comfort and discomfort in sitting. *Human Factors*, 38(3), 377-389. <http://dx.doi.org/10.1518/001872096778701962>.
- Zurcher Junior, L. (1978). The airplane passenger: protection of self in an encapsulated group. *Qualitative Sociology*, 1(3), 77-99. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02429895>.

## Comfort and discomfort in aircraft cabins: a method based on activity analysis

### Abstract

The literature shows that aircraft seats are usually evaluated by objective methods in static experiments and performed out of context of use. This paper aims to present a method based on continuous pressure measurement of the passenger-seat interface along with other techniques such as observation, post-experiment report and video recording to evaluate comfort and discomfort in aircraft cabins. In a first step of the method, participants evaluated the performance of reading and resting in 40 minutes tests conducted in a simulated aircraft cabin interior. In a second step, a brainstorming session was conducted to generate improvements in the aircraft seat and cabin. The last step of the method consisted of the prototyped and analysis of the solution proposed during the brainstorming in a condition of use.

### Keywords

Comfort. Ergonomics. Aircraft. Interface Pressure Measurement.