

GUILHERME KOK

**Desenvolvimento de um produto aplicado ao setor aéreo
com foco em acessibilidade para deficientes físicos**

**São Paulo
2014**

Lombada

GUILHERME KOK

**Desenvolvimento de um produto aplicado ao setor aéreo
com foco em acessibilidade para deficientes físicos**

Trabalho de Formatura apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do diploma de Engenheiro de Produção

**São Paulo
2014**

GUILHERME KOK

**Desenvolvimento de um produto aplicado ao setor aéreo
com foco em acessibilidade para deficientes físicos**

Trabalho de Formatura apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do diploma de Engenheiro de Produção

Área de concentração:
Engenharia de Produção

Orientador:
Prof. Doutor Eduardo de Senzi Zancul

São Paulo
2014

Catalogação-na-publicação

Kok, Guilherme

**Desenvolvimento de um produto aplicado ao setor aéreo
com foco em acessibilidade para deficientes físicos / G. Kok. --
São Paulo, 2014.**

147 p.

**Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.**

**1.Desenvolvimento de produtos 2.Engenharia de produção
3.Deficiência física I.Universidade de São Paulo. Escola Poli-
técnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.**

Dedico este trabalho aos deficientes de qualquer natureza que nunca deixam de batalhar, colaborar e inspirar.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Eduardo de Senzi Zancul por me orientar.

Ao professor André Leme Fleury por participar.

À Maria Alice e ao Yanaze por aconselhar.

Ao grupo de Stanford por colaborar.

À Embraer por viabilizar.

À Amanda por desenhar.

Ao Luiz por serrar.

Ao Rodrigo por cortar.

À univers. por capacitar.

À minha família por me apoiar.

À minha namorada Júlia por me aturar.

e a todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução deste trabalho.

Sem mudança não há inovação, criatividade, ou incentivo para a melhoria. Aqueles que iniciarem a mudança, que é inevitável, terão uma melhor oportunidade de geri-la.
(William Pollard)

RESUMO

Em um mundo globalizado que é dinâmico em quase todos os aspectos, a mobilidade é uma condição *sine qua non*. No entanto, para pessoas com deficiência, a mobilidade ainda é um “artigo de luxo” nos aviões e aeroportos, problema este que é intensificado pela tendência de adensamento das cabines de aeronaves para manter custos baixos e promover a expansão deste meio de transporte. Os obstáculos que os deficientes têm que se sujeitar nos aeroportos e aviões não se restringem apenas ao aspecto físico, mas também a comportamentais e atitudinais dos funcionários das companhias aéreas e dos aeroportos. Embora estes aspectos sejam indispensáveis para os deficientes e geralmente garantidos por lei, ainda são pouco observados ou até mesmo ignorados.

Tendo isto em vista, a Embraer estabeleceu uma parceria com a Universidade de São Paulo e a Universidade de Stanford, no contexto da disciplina ME310 ministrada pela universidade americana, para desenvolver soluções que melhorassem a experiência de voo para as pessoas com mobilidade reduzida. Durante nove meses, a equipe iterou pelos ciclos do *design thinking*, abordando questões como geração de empatia, (re)definição contínua do problema, ideação, prototipagem rápida e testes com o usuários. Por meio desse processo, foram desenvolvidas duas soluções complementares – uma em cada universidade – para lidar com os principais pontos críticos identificados.

O presente trabalho tem como objetivo primário a descrição do processo de desenvolvimento de produto que culminou na criação de uma cadeira de rodas para o corredor do avião. Esta cadeira, desenvolvida pela equipe brasileira, facilita o embarque e desembarque, além de prover maior controle, independência e segurança ao usuário. Adicionalmente, como objetivo secundário, buscou-se neste trabalho examinar a aplicabilidade do *design thinking* como uma ferramenta para a mitigação de incertezas no desenvolvimento de inovações.

Os resultados indicam que o *design thinking* pode ser usado como uma ferramenta para mitigar incertezas no desenvolvimento de projetos inovadores. A geração de empatia, a prototipagem rápida, o incentivo à exploração de espaços do design desconhecidos e a constante alternância entre o pensamento divergente e convergente aceleraram o aprendizado. Conclui-se também que o modelo de planejamento orientado por aprendizado é compatível com o *design thinking* e que há uma oportunidade para integrar estas duas ferramentas.

Palavras-chave: Desenvolvimento de produtos. Engenharia de produção. Deficiência física.

X

ABSTRACT

In a globalized world that is dynamic in almost every aspect, mobility is a condition sine qua non. However, for people suffering from disabilities, mobility is still a "luxury item" in airplanes and airports, an issue that has been proven difficult to solve given the trend of densification of the cabins of the aircrafts to keep costs down in order to expand this mean of transportation. The barriers that disabled passengers have to undergo in airports and airplanes are not only of physical nature, but also related to the behavioral and attitudinal feedback of airline and airport employees. Although these aspects are essential for the handicapped and commonly assured by law, they are still not observed or even ignored.

With this in mind, Embraer decided to partner with the University of São Paulo and Stanford University, in the context of the ME310 class taught by the private research university in California, to develop solutions that could improve the flying experience for people with reduced mobility. For nine months, the team iterated through different cycles of design thinking, performing activities such as generating empathy, (re) defining the problem continuously, brainstorming, rapid prototyping and testing with users. Through this process, two complementary solutions were developed, one in each university, to deal with the main critical points identified.

This graduation project has as its main objective the description of the product development process that culminated in the creation of an aisle wheelchair for a plane. This wheelchair, developed by the Brazilian team, eases the process of boarding and exiting the airplane, in addition to providing greater control, independence and security for the user. Additionally, as a secondary objective, this study sought to examine the applicability of design thinking as a tool for mitigating uncertainty in the innovative product development process.

The results indicate that design thinking can be used as a tool to mitigate uncertainties in the development of innovative projects. To this extent, the generation of empathy, rapid prototyping, encouraging the exploration of unknown spaces of design and the constant alternation between divergent and convergent thinking accelerates learning. It is also shown that the learning plan model is compatible with design thinking and that there is an opportunity to integrate both tools.

Keywords: Product development. Industrial engineering. Disability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1 – Presença global da companhia	2
Figura 1.2 – Evolução da carteira de pedidos, em US\$ bilhões	3
Figura 1.3 – Evolução anual da receita líquida, em R\$ milhões	3
Figura 1.4 – Evolução anual do lucro líquido, em R\$ milhões	3
Figura 1.5 – Receitas por segmento e por mercado da Embraer	4
Figura 1.6 – A estrutura da equipe ME310 Embrear.....	7
Figura 2.1 – O modelo unificado do PDP	12
Figura 2.2 – Tipos de aprendizado	21
Figura 2.3 – O processo de inovação segundo Beckman (2007).....	21
Figura 2.4 – A etapa do framework	23
Figura 2.5 – Identificação dos imperativos	24
Figura 2.6 – Geração da solução	25
Figura 2.7 – Representação do processo social	26
Figura 2.8 – Representação do processo subdividido em equipe	27
Figura 2.9 – O filtro de convergência.....	29
Figura 2.10 – A exploração convergente.....	30
Figura 2.11 – O ciclo do <i>design thinking</i>	31
Figura 2.12 – Alternância entre o modo divergente e convergente.....	34
Figura 2.13 – A macro visão de divergência e convergência do pensamento.....	37
Figura 3.1 – Linha do tempo do projeto	40
Figura 3.2 – O semblante da metodologia.....	41
Figura 4.1 – Composição da população brasileira por deficiência	46
Figura 4.2 – O perfil de Antônio	47
Figura 4.3 – Visão geral da etapa de <i>benchmarking</i>	48
Figura 4.4 – Síntese das observações	49
Figura 4.5 – Diagrama resumo das entrevistas realizadas com deficientes.....	54
Figura 4.6 – Temas abordados pela equipe	57
Figura 4.7 – Ideias geradas pelo <i>brainstorming</i>	58
Figura 4.8 – Protótipo rápido do assento sobre trilhos	59
Figura 4.9 – Sequência da animação: indivíduo tentando acessar o assento da janela	60
Figura 4.10 – Sequência do vídeo da experiência crítica	60

Figura 4.11 – Telas do esboço do aplicativo.....	61
Figura 4.12 – Banheiros com diferentes configurações	66
Figura 4.13 – Banheiro de avião de porte maior acessível para cadeirantes	67
Figura 4.14 – Ilustração das alternativas geradas na sessão de <i>brainstorming</i>	69
Figura 4.15 – Sequência de imagens mostrando o funcionamento do banheiro giratório	70
Figura 4.16 – Modelo em CAD do banheiro giratório.....	71
Figura 4.17 – Protótipo em tamanho real do banheiro giratório	72
Figura 4.18 – À esq. 1 ^a versão do apoio de pés e à dir. 2 ^a versão do apoio de pés.....	72
Figura 4.19 – À esq. projeto do mecanismo para girar a parede e à direita peça impressa	73
Figura 4.20 – Segunda bateria de testes.....	73
Figura 4.21 – Cadeirantes sendo carregados.....	77
Figura 4.22 – Estatísticas sobre a experiência de voo dos cadeirantes	78
Figura 4.23 – Produto da sessão de ideação.....	78
Figura 4.24 – Guia linear	79
Figura 4.25 – À esquerda mesa de roletes e a direita mesa com esferas transferidoras	80
Figura 4.26 – Mecanismo de transferência com roletes.....	80
Figura 4.27 – Prototipagem rápida e teste.....	81
Figura 4.28 – Adição de rolamentos ao mecanismo	81
Figura 4.29 – Teste do mecanismo com roletes.....	82
Figura 4.30 – Modelos de travas disponíveis no mercado	84
Figura 4.31 – Ideação para gerar alternativas de travas	85
Figura 4.32 – Ideação para geração de alternativas de travas	85
Figura 4.33 – Da E p/ a D: braço levantado e mecanismo travado, mecanismo travado e vista traseira	86
Figura 4.34 – Base travada à esq. e destravada à dir.	86
Figura 4.35 – Projeto com esferas transferidoras.....	90
Figura 5.1 – A cadeira de rodas de corredor Embraccess	93
Figura 5.2 – A estrutura, o apoio para os pés e os rodízios	95
Figura 5.3 – Mecanismo de transferência	96
Figura 5.4 – Mecanismos de trava	97
Figura 5.5 – Mecanismo de trava lateral em detalhe	97
Figura 5.6 – O apoio frontal.....	98
Figura 5.7 – As manoplas ajustáveis.....	99
Figura 5.8 – A tábua de transferência Beasy®	100

Figura 5.9 – O assento adaptado do avião	100
Figura 6.1 – Integração do DT com o modelo de planejamento orientado por aprendizado .	103
Figura 8.1 – Usuário insatisfeito sendo carregado pelas escadas do avião	112
Figura 8.2 – Maquete ilustrando o funcionamento do Mamuth da Ortobrás	113
Figura 8.3 – Diferentes modelos de cadeiras de rodas de corredor	113
Figura 8.4 – Projeto acessível de uma toalete de avião	114
Figura 8.5 – Representação esquemática de uma cabine de um E170 de alta capacidade....	114
Figura 8.6 – Corte transversal de um Embraer E170	115
Figura 8.7 – Rampa retrátil de ônibus para pessoas com mobilidade reduzida.....	115
Figura 8.8 – Mini elevadores que facilitam o acesso a uma van e a um ponto do BRT	116
Figura 8.9 – Elevador de cadeira rodas para veículos	116
Figura 8.10 – Espaço preferencial para cadeirantes em ônibus.....	117
Figura 8.11 – Mecanismos de/instruções para travamento da cadeira de rodas.....	117
Figura 8.12 – Cadeirante ereto alcançando produtos no topo da prateleira	118
Figura 8.13 – Almofadas/apoios customizados para deficientes físicos	119
Figura 8.14 – À esq. o aplicativo Hand Talk e à dir. o anel para comunicação em Libras	119
Figura 8.15 – Patente de assento acessível integrado a cabine do avião	120
Figura 8.16 – Cadeira de rodas de corredor.....	121
Figura 8.17 – Patente de assento inflável para crianças/bebês	121
Figura 8.18 – Cadeira da Priestmangoode é acoplável ao assento do avião	122
Figura 8.19 – Funcionalidades da Cadeira Skycare	123
Figura 8.20 – Da E p/ a D: área de embarque e fila designada para deficientes.	125
Figura 8.21 – Da E p/ a D: cadeira com rodas pequenas, com rodas maiores e para o corredor do avião.....	126
Figura 8.22 – Carro elétrico e micro-ônibus para transporte interno e externo respectivamente	127
Figura 8.23 – Passageiro sendo assistido para o embarque em um táxi	128
Figura 8.24 – Mapeamento do serviço: parte I (<i>em inglês</i>)	130
Figura 8.25 – Mapeamento do serviço: parte II (<i>em inglês</i>).....	130
Figura 8.26 – Mapeamento do serviço: parte III (<i>em inglês</i>)	131
Figura 8.27 – Mapeamento do serviço: parte IV (<i>em inglês</i>)	131
Figura 8.28 – Visão explodida da cadeira	132
Figura 8.29 – Visão explodida do apoio frontal	132
Figura 8.30 – Visão explodida da base da almofada	133

Figura 8.31 – Visão explodida da estrutura da cadeira	133
Figura 8.32 – Desenho técnico da cadeira	134
Figura 8.33 – Desenho técnico do apoio frontal e das manoplas.....	135
Figura 8.34 – Desenho técnico da almofada do apoio frontal	136
Figura 8.35 – Desenho técnico do apoio frontal com foco na zona de junção do mastro	136
Figura 8.36 – Desenho técnico do mastro	137
Figura 8.37 – Desenho do porta-mastro.....	137
Figura 8.38 – Desenho técnico da base da almofada	138
Figura 8.39 – Desenho técnico dos perfil de alumínio (parede) frontal e traseiro.....	138
Figura 8.40 – Desenho técnico da estrutura da cadeira.....	139
Figura 8.41 – Desenho técnico do apoio de pé	139
Figura 8.42 – 1 ^a página da brochura (<i>em inglês</i>)	140
Figura 8.43 – 2 ^a página da brochura (<i>em inglês</i>)	141
Figura 8.44 – Apresentação final do projeto	142
Figura 8.45 – Pôster (<i>em inglês</i>)	143
Figura 8.46 – <i>Mockup</i> da cabine montado pela equipe	144
Figura 8.47 – Usuário simulando experiência de voo com óculos de realidade aumentada..	144
Figura 8.48 – À esq. visitante da feira testando protótipo e à direita funcionário da Embraer	145
Figura 8.49 – A equipe ME310.....	145
Figura 8.50 – Estande da equipe na Feira de Reabilitação	146
Figura 8.51 – Usuários testando protótipo na feira	146

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Detalhamento das incertezas.....	17
Tabela 2.2 – O processo do planejamento orientado pelo aprendizado	18
Tabela 4.1 – Primeiro loop de aprendizado: etapa de planejamento	43
Tabela 4.2 – Primeiro <i>loop</i> de aprendizado: etapa de avaliação do aprendizado	63
Tabela 4.3 – Segundo <i>loop</i> de aprendizado: etapa de planejamento	64
Tabela 4.4 – Detalhamento das alternativas	69
Tabela 4.5 – Segundo <i>loop</i> de aprendizado: etapa de avaliação do aprendizado	74
Tabela 4.6 – Terceiro <i>loop</i> de aprendizado: etapa de planejamento	75
Tabela 4.7 – Terceiro <i>loop</i> de aprendizado: etapa de avaliação do aprendizado	82
Tabela 4.8 – Quarto <i>loop</i> de aprendizado: etapa de planejamento	83
Tabela 4.9 – Quarto <i>loop</i> de aprendizado: etapa de avaliação do aprendizado	87
Tabela 4.10 – Quinto <i>loop</i> de aprendizado: etapa de planejamento	88
Tabela 4.11 – Quinto <i>loop</i> de aprendizado: etapa de avaliação do aprendizado	91
Tabela 8.1 – <i>QR Codes</i> e links para os vídeos gerados durante o projeto.....	147

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
D.School	Instituto Hasso Plattner de Design da Universidade de Stanford. É a sede da disciplina ME310.
DT	<i>Design thinking</i>
DOT	Departamento de Transporte Americano (<i>Department of Transportation</i>)
EXPE	Feira de design que é realizada em Stanford, todo ano no começo de junho, para expor os trabalhos desenvolvidos pelas equipes da disciplina ME310.
FAA	Autoridade máxima do EUA de aviação civil (<i>Federal Aviation Administration</i>)
ME310	Disciplina de inovação e design ministrada pelo departamento de engenharia mecânica da Universidade de Stanford na d.School. Neste curso, alunos de universidades estrangeiras se juntam aos alunos de Stanford para enfrentar desafios de inovação de design propostos por empresas globais.

SUMÁRIO

1	Introdução.....	1
1.1	Contextualização do trabalho	1
1.2	A Empresa	2
1.3	Objetivo.....	4
1.4	Importância e motivação do trabalho.....	5
1.5	Papel do autor no trabalho	6
1.6	Estrutura do trabalho.....	8
2	Revisão Bibliográfica	9
2.1	Características do PDP.....	10
2.2	O Modelo Unificado do PDP (Adaptado de ROZENFELD <i>et al.</i> , 2006)	11
2.2.1	Visão geral da macrofase de pré-desenvolvimento	12
2.2.2	Visão geral da macrofase de desenvolvimento.....	13
2.2.3	Visão geral da macrofase de pós-desenvolvimento	13
2.3	Limitações dos modelos <i>Stage-Gate</i>	14
2.4	Planejamento orientado pelo aprendizado (adaptado de RICE <i>et al.</i> , 2008)	16
2.5	Design	19
2.5.1	Observações	22
2.5.2	Frameworks	23
2.5.3	Imperativos	23
2.5.4	Soluções	24
2.6	<i>Design Thinking</i>	25
2.6.1	O ciclo do design thinking	30
2.6.2	A micro visão de divergência e convergência	34
2.6.3	A macro visão de divergência e convergência e os marcos do DT	36
3	Metodologia.....	39
3.1	Parte I – Projeto ME310	39
3.2	Parte II – Disciplina processo, projeto e gestão da inovação.....	41
3.3	Parte III – Documentação do trabalho de formatura	41
4	Descrição do projeto.....	43
4.1	O 1º <i>loop</i> de aprendizado: o protótipo da função crítica.....	43
4.1.1	Planejamento e priorização das incertezas.....	43
4.1.2	Condução das atividades.....	44
4.1.2.1	Pesquisa desk	44

4.1.2.2	Persona	46
4.1.2.3	Benchmarking e Patentes	47
4.1.2.4	Observações	48
4.1.2.5	Entrevistas	49
4.1.2.5.1	Entrevistas com profissionais do ramo	49
4.1.2.5.2	Entrevistas com usuários	50
4.1.2.5.3	Entrevistas com funcionários da companhia aérea	54
4.1.2.6	Definição do problema	56
4.1.2.7	Brainstorming	58
4.1.2.8	Protótipos	59
4.1.2.9	Teste com usuários	61
4.1.2.10	Incertezas organizacionais	62
4.1.3	Avaliação do aprendizado	62
4.2	O 2º loop de aprendizado: o protótipo azarão	63
4.2.1	Planejamento e priorização das incertezas	63
4.2.2	Condução das atividades	65
4.2.2.1	Entrevista com cadeirante	65
4.2.2.2	Benchmarking	66
4.2.2.3	Observações	67
4.2.2.4	Definição do problema	68
4.2.2.5	Geração de ideias	69
4.2.2.6	Protótipos e testes com usuários	70
4.2.3	Avaliação do aprendizado	74
4.3	O 3º loop de aprendizado: o protótipo integrado	75
4.3.1	Planejamento e priorização das incertezas	75
4.3.2	Condução das atividades	77
4.3.2.1	Definição do problema	77
4.3.2.2	Pesquisa desk	77
4.3.2.3	Brainstorming	78
4.3.2.4	Benchmarking	79
4.3.2.4.1	Mecanismos de transferência	79
4.3.2.4.2	Prototipação e teste com usuários	81
4.3.3	Avaliação do aprendizado	82
4.4	O 4º loop de aprendizado: o protótipo funcional.....	83
4.4.1	Planejamento e priorização das incertezas	83
4.4.2	Condução das atividades	84
4.4.2.1	Benchmarking	84
4.4.2.2	Ideação	85
4.4.2.3	Prototipação e teste	86

4.4.3	Avaliação do aprendizado.....	87
4.5	O 5º loop de aprendizado: protótipo X-está-finalizado	87
4.5.1	Planejamento e priorização das incertezas.....	87
4.5.2	Condução das atividades.....	89
4.5.2.1	Geração de empatia	89
4.5.2.1.1	Entrevista com deficiente físico.....	89
4.5.2.2	Ideação	89
4.5.2.3	Prototipação e teste	90
4.5.2.4	Incerteza organizacional	90
4.5.3	Avaliação do aprendizado.....	90
5	Resultado: a Cadeira de Transferência Embracecess	93
5.1	A identidade do produto.....	93
5.2	A visão geral do produto	93
5.2.1	A almofada.....	94
5.2.2	A estrutura.....	94
5.2.3	As rodas	94
5.2.4	O apoio para os pés	94
5.2.5	O mecanismo de transferência	95
5.2.6	Os mecanismos de trava	96
5.2.7	O apoio frontal (peitoral)	98
5.2.8	As manoplas.....	99
5.2.9	O cinto de seguranças opcional	99
5.2.10	Outros	99
6	Conclusão	101
7	Bibliografia	105
8	Apêndice.....	112
8.1	Detalhamento do <i>benchmarking</i> do 1º loop de aprendizado	112
8.1.1.1.1	Soluções existentes na aviação comercial	112
8.1.1.1.2	Soluções análogas	115
8.1.1.1.3	Patentes	120
8.1.1.1.4	Soluções conceituais notáveis.....	121
8.1.1.1.5	Regulamentação.....	123
8.2	Observações do primeiro <i>loop</i> em detalhe.....	125
8.3	Blueprint.....	130
8.4	Desenhos técnicos e modelos em CAD	132
8.5	Brochura da equipe para a apresentação de inverno.....	140

8.6	EXPE – Apresentação e Feira de Exposição em Stanford	142
8.7	Participação da equipe na Feira de Reabilitação em São Paulo.....	146
8.8	Vídeos	147

1 INTRODUCÃO

Neste capítulo é apresentado o contexto no qual o presente trabalho de formatura foi desenvolvido, assim como a empresa que apoiou o desenvolvimento projeto. Por fim é exposto o objetivo, a importância e a motivação e sua estrutura dele.

1.1 Contextualização do trabalho

A oportunidade de desenvolver este projeto surgiu do acordo entre a Universidade de São Paulo e a Universidade de Stanford que estabeleceu a intenção de codesenvolver um projeto na disciplina ME310, oferecida pela instituição americana. Neste curso, alunos de ambas as universidades enfrentam desafios de inovação de design propostos por empresas globais.

Em cada um dos projetos desenvolvidos na disciplina ME310, alunos de pós-graduação de Stanford se juntam a alunos de universidades parceiras estrangeiras e aprendem, aplicam e experimentam o processo de *design thinking*, além de outras ferramentas. Aos alunos cabe o desafio de projetar em um ano acadêmico (aproximadamente 8 meses) um sistema completo capaz de atender tanto os requisitos primários de funcionalidade, quanto de usabilidade, desejabilidade e sociais. Ao longo do projeto, espera-se que os alunos desenvolvam uma série de protótipos e testem conceitos de design para que no fim desenvolvam um sistema completo que prove o conceito final escolhido pela equipe.

No caso específico deste projeto, 2 alunos da Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – sendo um deles o autor deste trabalho – 1 aluno da Engenharia Elétrica e 1 aluna do Design da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – se juntaram ao longo do projeto a seis alunos¹ de Stanford de cursos variados como Engenharia Mecânica, Robótica, Mecatrônica e Aeronáutica.

Para orientar os alunos, dois professores e dois pesquisadores pós-graduandos da Universidade de São Paulo se juntaram a uma equipe de três professores e dois assistentes da Universidade de Stanford.

A empresa que colaborou com o desenvolvimento do projeto, financiando parte dele, propondo o problema a ser abordado, motivando a equipe e, acima de tudo, prestando auxílio quando necessário, é apresentada no item seguinte.

¹ 3 desses alunos se afastaram do projeto antes do término por motivos diversos, sendo substituídos por outros 3, totalizando os 6 mencionados acima.

1.2 A Empresa

A organização para o qual foi desenvolvido o projeto deste trabalho de formatura é a EMBRAER. Trata-se de uma fabricante de aeronaves comerciais, executivos, agrícolas e militares. A sede da empresa está localizada na cidade de São José dos Campos e ela também possui fábricas em outras cidades do Estado de São Paulo, nos EUA, em Portugal e na China. Ela também tem escritórios espalhados pelo Brasil, EUA, Portugal, Irlanda, Reino Unido, França, Holanda, Emirados Árabes Unidos, Singapura e China (EMBRAER S.A, 2014). A Figura 1.1 destaca a presença global da companhia.

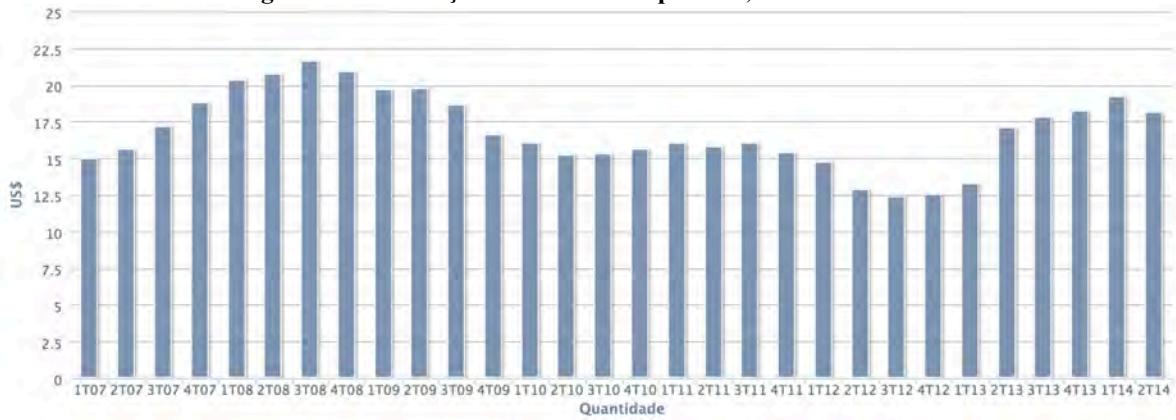
Figura 1.1 – Presença global da companhia



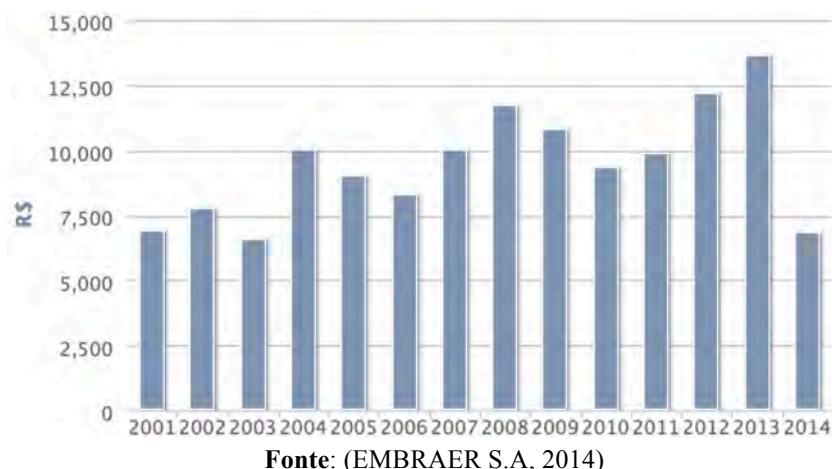
Fonte: (EMBRAER S.A, 2014)

A empresa possui hoje mais de 19 mil empregados de 20 nacionalidades distintas espalhados pelo mundo. Desde a sua fundação, já foram entregues mais de 5000 aeronaves o que permitiu a ela se tornar a 3^a maior fabricante de jatos comerciais do mundo. Ao todo 86 companhias aéreas de 57 países diferentes possuem em sua frota ao menos um avião comercial da Embraer. A companhia também possui acordos com mais de 50 forças armadas, além de possuir uma participação significativa no mercado de jatos executivos – 780 jatos já foram entregues em mais de 50 países.

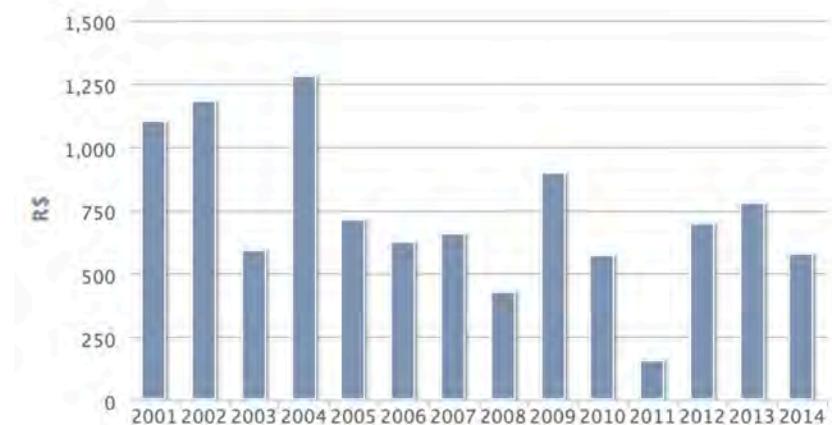
Apesar de a Embraer ter sentido os efeitos da crise de 2008, ela aparenta ter recuperado o fôlego com a evolução positiva da carteira de pedidos, de sua receita líquida e do seu lucro líquido (vide a Figura 1.2, Figura 1.3 e Figura 1.4). Esse cenário de receitas bilionárias e lucros milionários fez com que a empresa atingisse a 22^a colocação no ranking das maiores empresas brasileiras da Revista Forbes de 2014 (VALOR ECONÔMICO, 2013).

Figura 1.2 – Evolução da carteira de pedidos, em US\$ bilhões

Fonte: (EMBRAER S.A, 2014)

Figura 1.3 – Evolução anual da receita líquida, em R\$ milhões

Fonte: (EMBRAER S.A, 2014)

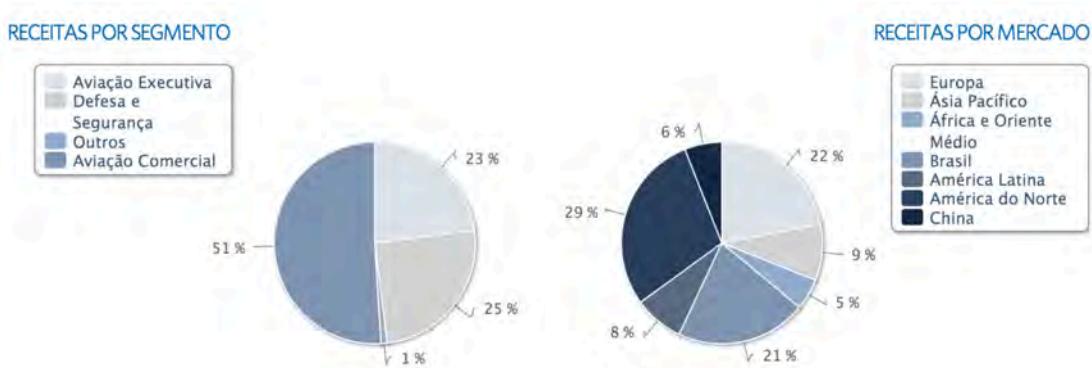
Figura 1.4 – Evolução anual do lucro líquido, em R\$ milhões

Fonte: (EMBRAER S.A, 2014)

Embora mais da metade das receitas da empresa sejam provenientes do mercado de aviação comercial, ela vem diversificando suas receitas nos últimos anos com a penetração no mercado de defesa e segurança (25% da receita total) e de aviação executiva (23% da receita total). Os principais mercados da empresa são respectivamente a América do Norte com 29%,

Europa com 22% e Brasil com 21%. Espera-se que nos próximos anos as vendas para a China cresçam devido a expansão do número de aeroportos no país que devem impulsionar o número de voos regionais (EMBRAER S.A, 2014). A Figura 1.5 ilustra a divisão da receita da empresa por segmentos e mercado.

Figura 1.5 – Receitas por segmento e por mercado da Embraer



Fonte: (EMBRAER S.A, 2014)

No mercado de aviação comercial regional a empresa tem como principal concorrente a empresa canadense Bombardier. Vale ressaltar que nos últimos anos a Embraer tem sido mais bem sucedida que seus concorrentes, o que permitiu a ela conquistar 54% do mercado de aeronaves regionais, frente aos 45% da Bombardier. Segundo alguns analistas, essa diferença deve crescer ainda mais até o final de 2015 com a Embraer abocanhando mais 9% do mercado, enquanto a Bombardier deve perder 14%. Espera-se que a entrada de novos players como a Mitsubishi, Sukhoi da Rússia e a Comac da China intensifiquem ainda mais a concorrência nesse mercado, pondo em risco o duopólio atual (FINANCIAL POST, 2013).

Para manter o crescimento e criar novas vantagens competitivas a empresa tem apostado em seu setor de P&D para inovar tanto na questão de eficiência das aeronaves quanto de conforto. Tendo isso em vista, a empresa apresentou o seguinte problema a equipe: como melhorar a experiência de voo para as pessoas com mobilidade reduzida.

1.3 Objetivo

O objetivo primário deste trabalho é o de detalhar o processo que culminou na concepção de um novo produto/serviço capaz de aprimorar a experiência de voo para pessoas com deficiência e/ou mobilidade reduzida. Por experiência de voo compreende-se todo o trajeto desde que o passageiro sai de sua residência/estabelecimento comercial até o momento em que chega no seu destino final, incluindo-se portanto toda a experiência no trajeto para o ae-

roporto, no aeroporto de partida e de destino, no próprio avião e no trajeto terrestre até seu destino final.

Por outro lado, o objetivo secundário deste trabalho é o de estudar a aplicabilidade do *design thinking* como uma ferramenta para a mitigação de incertezas no desenvolvimento de produtos inovadores.

1.4 Importância e motivação do trabalho

A justificativa deste trabalho pode ser separada em três frentes distintas.

A primeira, e talvez mais nobre, é a questão social que o tema desperta por razões óbvias. É notável que a forma como muitas cidades, edifícios e bens foram planejados impede o convívio/acesso de uma parcela significativa da sociedade, fazendo assim muitas vezes que uma diferença meramente física transcenda e se torne também econômica e cultural.

Em estudo publicado por Elwan (1999), pesquisador do Banco Mundial – instituição pertencente a Organização das Nações Unidas –, foi verificado que pessoas com deficiência tem uma maior probabilidade de ter um nível de educação e de renda inferior ao do resto da população. Em decorrência disto, eles tem uma predisposição maior de se encontrar abaixo do limite de pobreza do que pessoas sem deficiência, fazendo com que não consigam acumular recursos suficiente para ter uma poupança ou outros ativos. Essas descobertas, segundo o autor, valem tanto para países em desenvolvimento, quanto os desenvolvidos. Ademais, essa situação é agravada pelo fato da relação entre pobreza e deficiência ser recíproca, i.e. não é só a deficiência que aumenta o risco de pobreza, mas o ambiente proporcionado pela pobreza aumenta as chances de adquirir alguma deficiência. As razões são inúmeras e contemplam a inexistência de saneamento básico, de uma nutrição e acesso a tratamento de saúde adequados, violência e exposição a jornadas de trabalho mais perigosas/insalubres.

O *redesign* da experiência de voo é portanto um ponto necessário, porém não suficiente, para reduzir a disparidade mencionada acima. Em uma economia globalizada, cada vez mais se nota uma movimentação de pessoas entre cidades e países diferentes. Nesse cenário, torna-se ainda hoje muito difícil e penoso para um deficiente assumir um cargo que exija dele fazer viagens frequentes de avião, visto que ele precisa se sujeitar a um ambiente não completamente adaptado que exige dele uma disponibilidade de tempo e disposição física/mental significativamente maior, desconsiderando-se as vezes em que um voo é simplesmente inacessível por motivos diversos. Cabe ressaltar que essa inacessibilidade não só afeta viajantes a negócio, mas também aqueles que gostariam de viajar a lazer ou por motivos de saúde.

A segunda frente deve ser vista sob a perspectiva da empresa. A melhoria da acessibilidade dos elementos que juntos proporcionam uma experiência de voo para o usuário, permite a empresa atender de forma mais adequada uma parcela do mercado praticamente ignorada pelos seus concorrentes. De acordo com a Cartilha do Senso de 2010 de Pessoas com deficiência redigida por Oliveira (2012), cerca de 8% da população apresenta alguma deficiência severa. Definir como atender melhor essa importante fatia de mercado significaria para a empresa em questão ter uma melhor solução para oferecer aos seus clientes diretos – as companhias aéreas.

A terceira frente e provavelmente a mais polêmica, remete a expectativa de que este trabalho instigue uma discussão no Departamento de Engenharia de Produção e quiçá na universidade, sobre o incentivo a inovação no âmbito universitário. Hoje há inúmeras barreiras que desestimulam a inovação e afastam cada vez mais o engenheiro e outros profissionais de trilhar uma carreira que destoe da de um administrador tradicional. O reflexo disso é demonstrado nos números: segundo ranking publicado pela Organização Mundial de Propriedade Intelectual (VALOR ECONÔMICO, 2013), o Brasil caiu em 2013 seis posições, indo para o 64º lugar.

Os alunos da graduação lidam ao longo de sua formação com (1) o inchaço do currículo com disciplinas obrigatórias que o impedem de se dedicar a atividades extracurriculares; (2) a discriminação de acesso a instalações por não pertencerem a certo departamento/faculdade; (3) a departamentalização excessiva da universidade e consequentemente *monodisciplinaridade* dos cursos; (4) A burocracia – negativa diga-se de passagem – dispersa por toda a instituição; (5) e inclusive a exagerada regulamentação do TF que desestimula, senão impede, o desenvolvimento de projetos que potencialmente poderiam ter um impacto grande para a sociedade. O paradoxo é evidente: almeja-se inovar, para inovar é necessário fugir do senso comum; então criam-se inúmeras regras que estimulam a padronização do pensamento e estabelecem barreiras formais a inovação. Afinal, nada é mais importante que uma capa dura azul, com letras em dourado e espaçamento duplo que reforce a ideia de que a faculdade estacionou em alguma década passada.

1.5 Papel do autor no trabalho

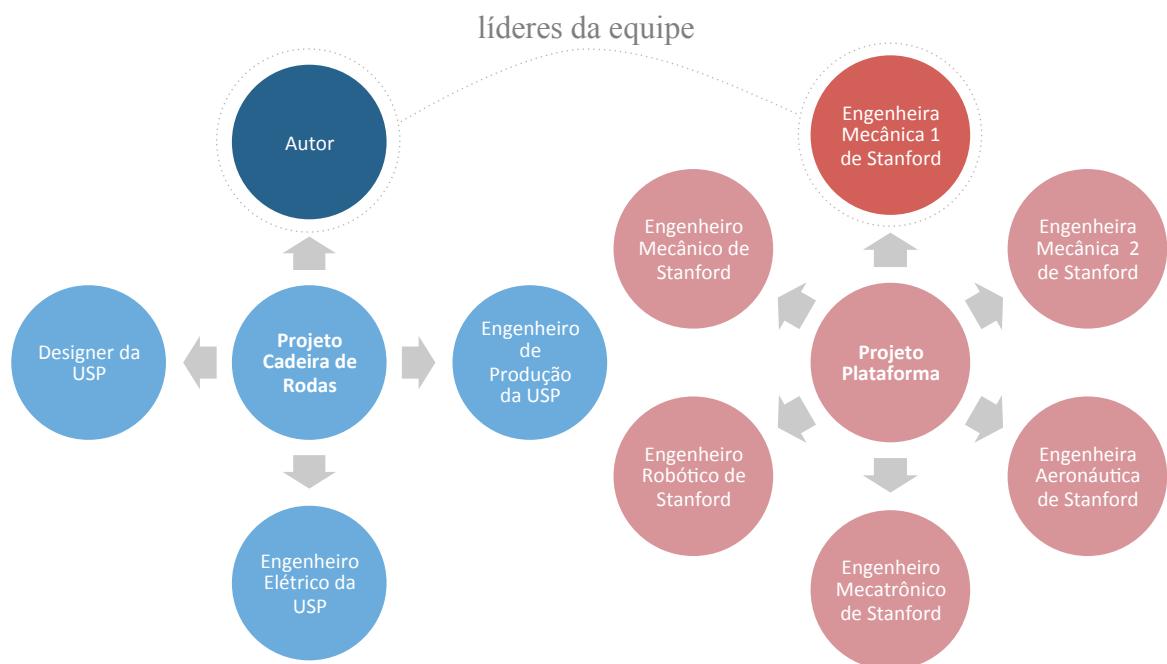
O autor deste trabalho de formatura participou ativamente durante 8 meses na concepção do produto para a Embraer. Conforme mencionado anteriormente, a equipe foi composta por quatro alunos da graduação da Universidade de São Paulo e seis alunos de mestrado da

Universidade de Stanford (sendo que três deles saíram durante o projeto sendo substituídos por outros três).

Ao autor coube o papel de liderança do grupo brasileiro, papel este justificado pela sua facilidade em se comunicar em inglês, coordenar os esforços da equipe e experiência prévia. Essa distinção de papel não representou na prática uma diferença muito acentuada nas atividades que foram realizadas, visto que o trabalho foi dividido de forma que cada um pudesse contribuir independentemente da tarefa. Por outro lado, a equipe americana foi comandada por uma aluna de mestrado da faculdade de engenharia mecânica de Stanford.

Cabe destacar que embora as equipes tenham feito em conjunto as etapas de *benchmarking* e levantamento das necessidades dos clientes, cada equipe trilhou um caminho diferente no que se diz respeito a elaboração de soluções e protótipos. Dessa forma pode-se afirmar com convicção que a cadeira de transferência, juntamente com os protótipos que antecederam ela, foram construídos exclusivamente com o esforço da equipe brasileira. É verdade, no entanto, que medidas foram adotadas para garantir uma integração da cadeira descrita neste trabalho com a plataforma de transporte desenvolvida pela equipe americana, cujo principal benefício é o de proteger a cadeira de rodas dos próprios usuários contra danos durante o transporte. A Figura 1.6 ilustra o que foi exposto acima.

Figura 1.6 – A estrutura da equipe ME310 Embrear



Fonte: Elaborado pelo autor

Ao todo a equipe brasileira passou 22 dias no exterior, sendo 8 deles no início do projeto durante o evento de *Kickoff* (lançamento) da disciplina ME310 e outros quatorze para a finalização e apresentação do projeto em uma feira em Stanford. A equipe americana, em contrapartida, foi recepcionada durante uma semana pela equipe brasileira na visita que eles fizeram à Escola Politécnica. Além disso, a comunicação ocorreu por meio de reuniões semanais por videoconferência, via uma plataforma de gerenciamento de projeto e por troca de e-mails.

Por outro lado, o contato com a empresa para qual foi desenvolvido o projeto foi mensal, sendo metade deles realizados na sede da empresa em São José dos Campos e outra metade na Universidade de São Paulo. A equipe também foi contemplada com a presença de alguns funcionários da empresa na apresentação final do projeto em Stanford.

Em média o autor deste trabalho dedicou 40 horas por semana para a elaboração deste projeto em atividades que variaram desde a geração de empatia com o usuário até o teste dos protótipos. Dado que o processo de desenvolvimento do projeto foi social (vide o capítulo 2.6 *Design Thinking*), não convém fazer uma separação minuciosa das atividades de cada um dos integrantes.

Vale ressaltar que a realização deste projeto exigiu um esforço descomunal tanto dos alunos que abdicaram de uma situação financeira mais confortável para encarar o desafio de fazer algo expressivo e original, quanto dos professores responsáveis que tiveram que costurar o acordo entre as universidades e a empresa, buscar recursos para o projeto e assessorar os alunos durante o projeto.

1.6 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está dividido em seis capítulos distintos. O primeiro faz uma breve introdução do trabalho (já apresentado).

No segundo capítulo é apresentada a revisão bibliográfica que fundamenta metodologia aplicada no desenvolvimento do projeto. O foco nessa seção foi direcionado a teoria de desenvolvimento de produtos, *design thinking* e gestão de incertezas.

No terceiro capítulo são expostos os recursos utilizados e a metodologia empregada para o desenvolvimento deste trabalho de formatura.

No quarto capítulo o foco é direcionado para o detalhamento do projeto seguindo a metodologia proposta, iterando os *loops* de aprendizado para cada um dos ciclos propostos no *design thinking*.

No quinto capítulo, o produto é apresentado em detalhe.

No último capítulo, são discutidas as principais conclusões do trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Se na era industrial eram as fábricas, com os meios de produção padronizados, assim como o acesso a recursos, capital e mercados que eram chave para o poder e a riqueza, hoje se provam cada vez mais fundamentais para o desenvolvimento de uma economia a capacidade de coletar e gerenciar informação, assim como a capacidade de inovar.

No Brasil e em outros países em desenvolvimento, “*as atividades de desenvolvimento de produtos tradicionalmente se concentram em grande parte nas adaptações e melhorias de produtos já existentes*” (ROZENFELD *et al.*, 2006). Segundo o autor, as inovações tendem a ser idealizadas e projetadas quase que exclusivamente nos países desenvolvidos para então serem disseminadas via transferência internacional de tecnologia.

E é neste contexto que as empresas vem se digladiando para superar desafios cada vez mais complexos e abrangentes que exigem delas desenvolver uma capacidade de inovação muito além da atual.

Para tanto, Rozenfeld *et al.* (2006) defendem que é necessário aprimorar a qualificação dos que lidam diretamente com o desenvolvimento de produtos/serviços assim como da gerência por meio da disseminação do “*conhecimento sobre as boas práticas de estruturação e gerenciamento desse processo de negócio*”

Por processos de negócio comprehende-se um conjunto de atividades organizadas entre si visando produzir um bem ou um serviço para um tipo específico de cliente. Cabe ressaltar a diferença entre projetos e processos: projetos representam um conjunto de atividades temporárias com objetivos únicos enquanto processos são contínuos e repetitivos e possuem objetivos estabelecidos periodicamente.

O Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) sistematizado e documentado permite que as particularidades de cada projeto e equipe de desenvolvimento sejam atendidas e, ao mesmo tempo, garante a utilização das melhores práticas de projeto e um linguajar padronizado e único para toda a corporação. Isso aumenta a qualidade e repetibilidade dos projetos de desenvolvimento de produtos.

Modelos de referência descrevem portanto o processo de desenvolvimento de produto e servem de referência para que empresas e seus profissionais possam desenvolver produtos segundo um ponto de vista comum. É uma planta que tem como principal função evitar problemas e ineficiências decorrentes da má comunicação e integração entre os profissionais e as áreas envolvidas.

2.1 Características do PDP

Antes de descrever os modelos de desenvolvimento de produto, vale caracterizar o processo como um todo. De acordo com Rozenfeld (2006), há um elevado grau de incertezas e riscos das atividades e resultados associado a este processo, assim como uma grande dificuldade de alterar as decisões iniciais, visto que estas decisões estão associadas a cerca de 80% do custo total incorrido no projeto.

O autor afirma também que as atividades básicas seguem um ciclo iterativo do tipo: projetar (gerar alternativas), construir, testar e otimizar. Ademais, destaca uma geração e manipulação de grande volume de informações e atividades que provêm de diversas fontes e áreas da empresa e da cadeia de suprimentos. Por fim, argumenta que há uma multiplicidade de requisitos a serem atendidos pelo processo, considerando todas as fases do ciclo de vida do produto e seus clientes.

As inovações resultante destes processos podem ser enquadradas em uma série de tipologias diferentes. Tushman e Anderson (1986) propõe a existência de inovações “destruidoras de competência”, i.e. aquelas que tornam o modelo até então dominante obsoleto, concluindo seu ciclo, ou “intensificadoras de competência”, i.e. aquelas que aprimoram o modelo dominante, prolongando seu ciclo. O autor exemplifica a inovação destruidora de competência relatando o caso da introdução da técnica de flutuação na indústria de vidro que tornou os conhecimentos e destrezas até então empregados na indústria arcaicos, sem valor algum.

Koberg *et al.* (2003) apresentam uma tipologia levemente diferente. De acordo com eles, é possível classificar as inovações como sendo incrementais quando a amplitude de seu impacto é reduzida e radicais para quando o escopo e amplitude são consideravelmente maiores, envolvendo inovações estratégicas ou a criação de novos produtos, serviços ou mercados. Herbig (1994 apud KOBERG *et al.*, 2003) descreve a existência de três tipos de inovação incremental: a inovação contínua que compreende mudanças rotineiras nos produtos (por exemplo adicionar um item a uma linha de produtos já existente), inovações modificadas que são ligeiramente mais radicais por adotarem novas tecnologias que desempenham a mesma função que a anterior (atualização de um software) e inovações de processo que consistem em melhorias na forma de fabricar um produto.

Christensen (1997) por outro lado apresenta uma outra definição para inovações radicais. De acordo com ele, inovações radicais levam a um aumento de desempenho expressivo, sem que isso signifique necessariamente o abandono dos produtos/processos que existiam naquele momento. Inovações incrementais por outro lado são aquelas que geram uma pequena melhora de desempenho, sem causar um impacto muito significativo no mercado. O lança-

mento de smartphones com uma câmera com uma qualidade melhor ou um processador melhor se enquadraria nesse caso.

Por fim, Christensen (1997) propõe a existência de inovações disruptivas e sustentáveis. A inovação disruptiva é aquela que cria um novo mercado ou cadeia de valor e eventualmente rompe um mercado ou cadeia de valor já existente, deslocando uma tecnologia já existente. Diferentemente das inovações radicais, as inovações disruptivas geralmente possuem em um primeiro momento um desempenho inferior do que as soluções já existentes no mercado. No entanto possuem uma proposta de valor (um produto menor, mais fácil de ser usado, mais barato...) que um nicho de mercado valoriza e eventualmente acabam evoluindo até dominarem o mercado.

Em contraste com a inovação disruptiva, uma inovação sustentável não cria novos mercados ou redes de valor, mas adiciona valor aos já existentes, permitindo que as empresas competam umas com as outras nestes termos.

No presente trabalho, o referencial proposto por Christensen (1997) foi adotado, dando-se preferência portanto a tipologia da disruptura. No entanto, por haver uma semelhança muito grande entre os termos inovação incremental e sustentável, decidiu-se por utilizar ambos de maneira intercambiável.

Caracterizado o PDP, prossegue-se com a descrição do Modelo Unificado do PDP (ROZENFELD *et al.*, 2006), baseado no framework dos Stage Gates proposto por Cooper (1990).

2.2 O Modelo Unificado do PDP (Adaptado de ROZENFELD *et al.*, 2006)

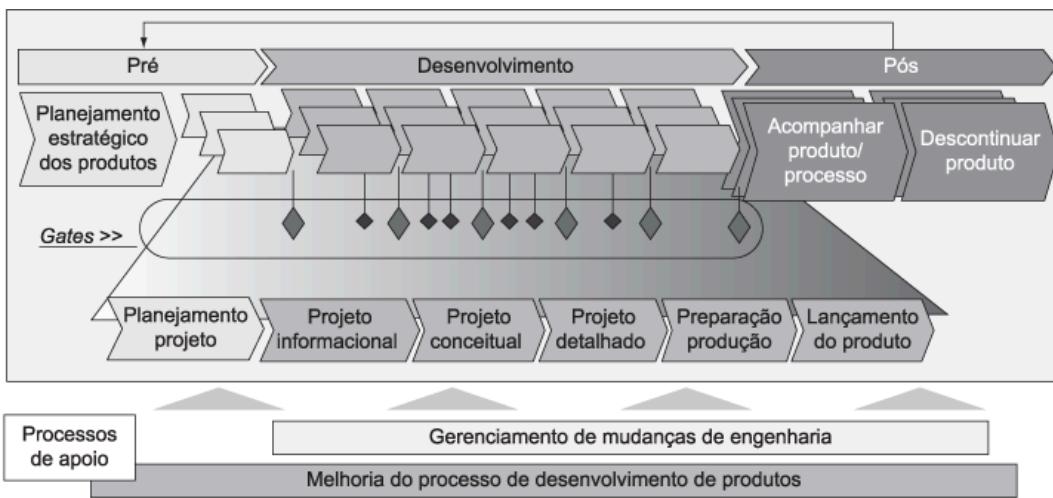
O modelo proposto por Rozenfeld *et al.* (2006) é dividido em três macrofases, que por sua vez são subdivididas em fases e atividades. As três macrofases são: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. O que determina o fim de uma fase é a entrega de um conjunto de resultados que, juntos, determinam um novo patamar de evolução do projeto de desenvolvimento.

Esta transição de fase ou *gate* serve como um marco importante de reflexão sobre o andamento do projeto, antecipando problemas e gerando aprendizado para a empresa. Desse modo, define-se formalmente a realização de uma avaliação das atividades planejadas e da qualidade dos resultados obtidos na fase. Coloca-se, desse forma, a perspectiva do negócio na avaliação do projeto para garantir que ele esteja sempre alinhado às estratégias da empresa.

Em cada um dos *gate*, são considerados conjuntamente os aspectos técnicos do produto, de gerenciamento do projeto, da situação do mercado e da relação do projeto com os de-

mais produtos e projetos da empresa. A sistemática de gates possui as seguintes fases: (1) definição dos critérios; (2) avaliação contínua dos critérios; (3) realização do *gate* (auto-avaliação pelo time de desenvolvimento e eventual aprovação). A realização de *gates* é uma atividade coletiva, cuja eficiência dependerá da qualidade do planejamento das reuniões. Um problema muito comum é a dispersão, fruto das diferenças entre os integrantes das reuniões (visão técnica x visão gerencial), tornando assim necessária a separação do trabalho de análise (técnico) do de decisão (gerencial).

Figura 2.1 – O modelo unificado do PDP



Fonte: elaborado por Rozenfeld *et al.* (2006)

A sobreposição de fases entre atividades de diferentes fases do modelo é possível e é capaz de encurtar consideravelmente o tempo de desenvolvimento. Qualquer mudança em resultados já definidos acontecerá única e exclusivamente por meio de um processo de mudança controlado, o qual garantirá que o impacto da mudança seja verificado e todos os autores envolvidos comunicados.

2.2.1 Visão geral da macrofase de pré-desenvolvimento

O pré-desenvolvimento deve garantir que o direcionamento estratégico, definido pela empresa no Planejamento Estratégico da Corporação, as ideias de todos os atores internos e externos envolvidos com os produtos, e as oportunidades e restrições sejam sistematicamente mapeados e transformados em um conjunto de projetos bem definidos, isto é, o portfólio de projetos que deverão ser desenvolvidos.

A primeira etapa do pré-desenvolvimento é denominada planejamento estratégico e compreende o Planejamento Estratégico da Corporação (PEC), que informa sobre os rumos da corporação como um todo, incluindo todas as unidades de negócio; Planejamento Estratégico da Unidade de Negócios (PEUN), que detalha como será a estratégia da unidade de negócio

em si; Planejamento Estratégico de Produtos (PEP), a fase do pré-desenvolvimento na qual se determina a estratégia em relação às linhas de produto, a partir da análise do portfólio e da estratégia da unidade de negócio.

A segunda fase é conhecida como Planejamento do Projeto e é composta pelas atividades de determinação do escopo e planejamento macro do projeto e finaliza no momento em que um projeto específico é considerado viável e aprovado no gate.

O pré-desenvolvimento é, portanto, a ponte entre os objetivos da empresa e os projetos de desenvolvimento, contribuindo com a priorização de projetos de acordo com os critérios da empresa, uso eficiente dos recursos de desenvolvimento, início mais rápido e eficiente e a definição de critérios claros para avaliação dos projetos em andamento.

Cabe ressaltar que o pré-desenvolvimento deve ser usado sempre que possível, especialmente nos casos em que o ambiente é turbulento, o produto é inovador, o tempo de vida do produto no mercado é pequeno e as peças e processos são complexos e numerosos.

2.2.2 Visão geral da macrofase de desenvolvimento

As informações obtidas na macrofase de pré-desenvolvimento são utilizadas pelos times de desenvolvimento, na macrofase de desenvolvimento para determinar as especificações meta do produto. Esses times variam de tamanho e tipo de membro dependendo da fase em que se encontram.

Com base nas especificações, são estabelecidas as estruturas funcionais do produto. Em seguida, em conjunto com parceiros e fornecedores, levantam-se alternativas de solução, até que eventualmente uma seja escolhida. Os detalhes da solução elegidas são então reunidas em uma concepção do produto, que por sua vez terá sua viabilidade analisada. Caso o projeto seja aprovado, inicia-se o processo de Projetar-Construir-Testar-Otimizar o produto em ciclos de detalhamento e otimização até a homologação do produto. Os equipamentos necessários a produção são então especificados e adquiridos, possibilitando assim o início da produção e o lançamento do produto. Termina então a macrofase de desenvolvimento.

2.2.3 Visão geral da macrofase de pós-desenvolvimento

São atividades centrais do pós-desenvolvimento o acompanhamento sistemático e a documentação correspondente das melhorias de produto ocorridas durante o seu ciclo de vida. Esta macrofase compreende também a retirada sistemática do produto do mercado, assim como uma avaliação de todo o ciclo de vida do produto, para que as experiências contrapostas ao que foi planejado anteriormente sirvam de referência a desenvolvimento futuros.

Deve-se destacar que, nessa fase, membros do time de desenvolvimento devem ser alocados no time de acompanhamento para garantir uma continuidade e passagem de conhecimentos.

Esta macrofase é iniciada com o planejamento do acompanhamento do produto, em que as principais atividades e responsáveis são definidos. A avaliação da satisfação do cliente e o monitoramento do desempenho técnico do produto fornecerão dados que deverão ser processadas e consolidadas, de modo a estarem disponíveis a todos os atores da empresa. O gerenciamento dessas informações é de suma importância para impedir que erros de planejamento persistam nas futuras inovações.

2.3 Limitações dos modelos *Stage-Gate*

Christensen *et al.* (2008) contestam a importância dos modelos *stage-gates* ao afirmar que estas atividades geralmente não são nada mais que reuniões de revisão em que os envolvidos reportam o que fizeram para os gerentes executivos. Com base no progresso da equipe e no potencial do projeto, estes gerentes deveriam decidir se o projeto passaria para o próximo estágio, retornaria para fase anterior ou seria cancelado. O problema é que invariavelmente os critérios chaves para a tomada de decisão em cada *gate* são a renda e o lucro projetado, assim como os riscos associados. Soma-se a isso o fato de comumente as equipes já saberem quão boas as projeções devem parecer para serem aprovadas e o que se tem no final é um processo de avaliação falho: os números são maquiados até que o cenário pareça favorável, tornando, aquilo que deveria ser um filtro, um túnel. Diagnosticar este problema é uma tarefa complexa para as empresas, visto que os gerentes nem sempre tem capacidade de averiguar a validade das hipóteses feitas e a acurácia dos números apresentados.

Todavia, não são todas as ideias que passam imunes pelos *stage-gates*. Se as receitas dos produtos, dos quais a empresa possui familiaridade e que são possivelmente submetidos a melhorias incrementais podem eventualmente ser quantificadas com certa credibilidade, o mesmo não pode ser feito para produtos potencialmente disruptivos. Afinal, as propostas para incentivar o crescimento por meio da exploração de tecnologias, produtos ou modelos de negócio potencialmente disruptivos não podem ser sustentadas por números palpáveis. Os seus mercados são inicialmente pequenos, e as receitas expressivas geralmente não se concretizem por vários anos. Quando estes projetos disruptivos disputam financiamento com as inovações incrementais, os incrementais levam uma vantagem expressiva que comumente culmina no atraso ou no engavetamento do projeto disruptivo.

Outra deficiência do *stage-gate* apontada pelos autores reside no pressuposto de que a estratégia proposta é sempre a estratégia correta. Dessa forma, depois que uma inovação é aprovada, desenvolvida e lançada, resta apenas executá-la. O problema é que nem sempre a estratégia adotada satisfaz as necessidades do consumidor e sendo assim, deveria haver espaço para que ela fosse aprimorada continuamente.

Amabile (1998) questiona, em seu artigo sobre como suprimir a criatividade, o valor de uma técnica disseminada em muitas organizações e entre gestores: as camadas demoradas de avaliação. Ela afirma que nesses processos as ideias não são recebidas com uma mente aberta, pelo contrário, os gerentes procuram razões para não dar prosseguimento a uma ideia em vez de fornecer motivos para explorá-la mais a fundo. Além disso, há o agravante de que em muitas organizações é vantajoso profissionalmente reagir criticamente a novas ideias.

Essa cultura de avaliação leva as pessoas a focarem nas recompensas externas e nas punições associadas com o resultado delas, aumentando assim a importância da motivação extrínseca² em detrimento da motivação intrínseca³. Instaura-se uma cultura que gera um ambiente de medo e compromete a motivação de pessoas de tentarem algo novo.

Amabile (1998) vai além ao afirmar que em muitas situações de negócio, saber o que não funciona pode ser tão útil quanto saber o que funciona. No entanto, quando as pessoas não conseguem compreender o valor do insucesso de projetos que fracassam no mercado, elas se sujeitam cada vez menos a experimentar, explorar e a conectar com o seu trabalho em um nível pessoal. Por conseguinte, a motivação intrínseca destas pessoas se esvai.

Para contornar as limitações intrínsecas dos modelos de PDP que utilizam o *stage-gate*, Christensen *et al.* (2008) propõem a adoção do planejamento orientado por descobertas (*discovery-driven planning*). Este processo reverte a lógica do *stage-gate* ao partir de uma lista com as principais suposições que devem ser ratificadas para que a inovação seja bem-sucedida. Esta lista por sua vez é ranqueada levando-se em consideração tanto o impacto de invalidar cada uma dessas hipóteses quanto o custo – tempo, dinheiro e outros recursos – de testá-las. Na maioria das vezes, o fracasso em inovar está mais relacionado a uma questão relevante que foi ignorada do que a uma resposta incorreta.

Embora Rice *et al* (2008) concordem que o planejamento orientado por descobertas seja mais apto para lidar com incertezas do que o modelo Stage-Gate, eles afirmam que proje-

² A motivação extrínseca tem origem em fatores externos ao indivíduo, como qualquer recompensa monetária ou punição. O indivíduo tem pouca satisfação e prazer na execução da tarefa, mas se sujeita a essa situação por conta das recompensas.

³ A motivação intrínseca está relacionada com a individualidade de cada um, isto é sua forma de ser, seus gostos e interesses. A tarefa por si só representa uma recompensa e está associada à felicidade e à realização pessoal. Pessoas tendem a ser mais criativas quando elas estão motivadas primariamente pelo interesse, satisfação e desafio do trabalho em si e não pelas motivações extrínsecas.

tos de inovação disruptiva não possuem um nível de clareza sobre o resultado final suficientemente nítido para que se aplique esta metodologia.

Nestes cenários, é mais vantajoso identificar e priorizar as incertezas que precisam ser elucidadas, definir formas alternativas para explorá-las e continuamente avaliar o valor do aprendizado acumulado versus o custo incorrido.

A seguir é apresentada de forma mais minuciosa o *framework* do planejamento orientado pelo aprendizado proposto por Rice *et al.* (2008):

2.4 Planejamento orientado pelo aprendizado (adaptado de RICE *et al.*, 2008)

Para qualquer projeto de inovação disruptivo, os objetivos específicos são frequentemente obscuros e muito maleáveis. O *learning plan* é uma metodologia que permite às empresas gerenciar inovações disruptivas ao reconhecer explicitamente que as equipes desenvolvem seus projetos a partir de suposições, ao invés de fatos concretos. O foco que era direcionado exclusivamente à qualidade e à eficiência operacional passa a ser orientado a como tornar as incertezas em aprendizados úteis que contribuam para a evolução dos projetos de inovação.

São quatro os tipos de incertezas com os quais as equipes lidam ao longo do projeto:

- A. Incertezas técnicas:** correspondem a integralidade e a exatidão do conhecimento aplicado, a capacidade de implementar as especificações técnicas do produto, a confiabilidade do processo produtivo, a manutenibilidade e assim por diante.
- B. Incertezas de mercado:** incluem o grau em que as necessidades e os desejos dos clientes são claros e bem compreendidos, as limitações na interação do usuário com o produto, a adequação dos métodos convencionais de vendas/distribuição e modelos de receita e o entendimento da equipe das vantagens competitivas da inovação frente aos produtos dos concorrentes.
- C. Incertezas organizacionais:** em virtude do longo horizonte temporal associado ao ciclo de projetos de inovação, o dinamismo das organizações muitas vezes implica em incertezas internas e externas. Inclui-se nesta categoria a resistência organizacional, a falta de continuidade ou persistência, inconsistência nas expectativas e métricas, mudanças nos parceiros internos e externos e alterações na estratégia da companhia.
- D. Incertezas de recursos:** trata tanto da disponibilidade de recursos financeiros quanto de competências para exploração da oportunidade identificada. A ausência

de um desses recursos leva as equipes a gastarem quantidades imensas de tempo negociando a aquisição deles tanto internamente quanto externamente.

A Tabela 2.1 apresenta as principais incertezas identificadas no estudo de Rice *et al.* (2008) baseada em um estudo de 12 projetos de inovação. Não se trata de uma lista comprehensiva, visto que cada projeto possui suas particularidades. No entanto, serve como referência para as equipes de desenvolvimento.

Tabela 2.1 – Detalhamento das incertezas

Categorias	Incerteza técnica	Incerteza mercadológica	Incerteza organizacional	Incerteza de recursos
Foco da incerteza	Entendimento dos drivers tecnológicos, valores e viabilidade econômica	Aprendizado sobre os drivers mercadológicos, criação de valor e viabilidade do negócio	Obtenção e manutenção da legitimação organizacional	Acesso a dinheiro, pessoas e competências organizacionais.
Áreas a serem consideradas	<ul style="list-style-type: none"> • Integralidade e exatidão do conhecimento tecnológico subjacente • Articulação de novos benefícios que são habilidades • Potencial para aplicação em múltiplos mercados • Potenciais benefícios de redução de custos • Abordagens para solucionar problemas técnicos identificados • Requisitos de desenvolvimento de manufatura e de software • Viabilidade econômica com escabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Clareza da proposta de valor • Tamanho potencial do negócios • Definição do mercado alvo inicial e de mercados potenciais. • Identificação de clientes potenciais parceiros no desenvolvimento • Outros agentes da cadeia de valor, conforme necessário • Existência de outras soluções competitivas • Adequação do modelo de negócio 	<ul style="list-style-type: none"> • Contexto estratégico para a inovação • Compromisso da alta administração • Relacionamento com as partes internas interessadas. • Potenciais resistências organizacionais • Influência com a estratégia corporativa / administração • Expectativas da alta administração • Estrutura organizacional • Localização do projeto e estrutura de comunicação • Natureza do processo de orientação de projeto 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade de financiamento interno e externo • Os requisitos do projeto em relação a dinheiro, equipe e parcerias • Escolha do líder do projeto • Competências da equipe alinhada com os requisitos do projeto • Atração e desenvolvimento de talentos • Aquisição de competências internamente ou por meio de parcerias externas • Identificação, estratégias de formação e de gestão de parcerias • Avaliação contínua das parcerias com a evolução do projeto
As falhas potenciais e fai-llhas fatais	<ul style="list-style-type: none"> • Prova de conceito falho • Limitações de prototipagem • Desvantagens relacionados a custo • Problemas relacionados a tecnologia e / ou aplicação dela • Problemas complexos no desenvolvimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Atratividade do mercado é desmentida • Teste do protótipo com o mercado alvo falha ou é decepcionante • Incapacidade de assegurar um cliente parceiro adequado • A falta de robustez, profundidade, abrangência e / ou número de novos recursos/benefícios oferecidos, resultando em um mercado potencial muito restrito • Horizonte de tempo impróprio para a criação do novo mercado 	<ul style="list-style-type: none"> • Saída do responsável pelo projeto • Mudança na gestão sênior e / ou estratégia • Mudança no patrocinador • Transferência de responsabilidades • Falta de comunicação estratégica de marketing • Portfólios e métricas inadequados • Provas insuficientes para demonstrar resultados de negócios 	<ul style="list-style-type: none"> • Perda significativa de financiamento devido a um desempenho geral ruim da empresa • Limitações da equipe do projeto • Incapacidade de atrair talento necessário • Ausência de estratégia de parcerias • Fracasso de parceria • Condições de saída de parceria indefinidas

Fonte: elaborado com base em Rice *et al.* (2008)

O modelo do planejamento orientado pelo aprendizado encoraja as equipes a examinar de forma sistemática e contínua cada uma destas categorias de incerteza. Isso permite que os gestores identifiquem as lacunas no conhecimento e registrem aquilo que é conhecido para priorizar quais incertezas são mais críticas, propor hipóteses alternativas e formas de testá-las para resolver as incertezas forma mais rápida e barata possível.

A seguir cabe a equipe avaliar o seu progresso e registrar aquilo que foi aprendido. Ao monitorar as incertezas de forma contínua, a equipe é capaz de avaliar o grau de redução de cada uma das incerteza para priorizar o próximo loop de aprendizado.

O modelo do processo do planejamento orientado pelo aprendizado é apresentado a seguir:

Tabela 2.2 – O processo do planejamento orientado pelo aprendizado

Incertezas	Técnicas	Mercado-lógicas	Organizacionais	Recursos
A. Conduzir um loop de aprendizado				
1. Definir o que é sabido e o que é desconhecido em cada categoria.				
2. Avaliar o grau de criticidade (alta, média ou baixa).				
3. Desenvolver suposições para cada incerteza.				
4. Identificar, explorar e avaliar abordagens alternativas para testar cada suposição.				
5. Selecionar a abordagem cujo custo-benefício seja maior em termos de aprendizado por dinheiro por tempo.				
6. Estabelecer critérios de mensuração para provar ou rejeitar as hipóteses.				
7. Definir as tarefas e o calendário associados a cada teste.				
8. Conduzir os testes.				
B. Avaliar o aprendizado				
9. Após os testes, analisar e avaliar o que foi aprendido (por exemplo, uma suposição pode ser convertida em um fato ou ela foi rejeitada? Neste último caso, qual é a nova hipótese sobre a incerteza.				
10. Avaliar como o aprendizado impacta as hipóteses sobre as incertezas em cada uma das categorias (técnicas, de mercado, organizacionais ou de recursos).				
11. Determinar como o aprendizado afeta a evolução global do projeto.				
12. Definir os próximos passos necessários para as iterações subsequentes.				
C. Proceder com o próximo ciclo de aprendizado				

Fonte: Elaborado com base em Rice *et al.* (2008)

Em alguns casos, o aprendizado obtido pela experimentação de uma das hipóteses pode levar a uma reviravolta no projeto por causa de descobertas inesperadas e problemas latentes que são postos em evidência. O time pode optar por trilhar um caminho alternativo ou até mesmo pelo fim do projeto baseado nas novas informações. Isto reafirma a importância desta

metodologia para monitorar e guiar o processo, ao invés de controlar e direcionar de forma rígida a realização das atividades como no caso do Stage-Gate.

Os autores ressaltam ainda que a comissão responsável por julgar o projeto deve ser experiente o suficiente para avaliar de forma adequada o valor associado a execução de um ciclo de aprendizado de forma a não engavetar projetos de alta incerteza prematuramente. Por fim, Rice *et al.* (2008) enfatizam que é necessário confrontar a tendência natural dos times de explorar as incertezas com as quais são capazes de lidar mais facilmente em detrimento das outras. Ao ignorar um desses tipos de incerteza, aumenta-se a probabilidade de que o projeto fracasse em um estágio avançado do desenvolvimento, isto é, em um momento em que muitos gastos já foram incorridos.

Apesar de haver uma gama de modelos de inovação disponíveis, muitas empresas do ramo de engenharia tem o mau hábito de criar soluções e tentar empurrá-las no mercado para testar o sucesso delas. Esse processo iterativo que alterna rapidamente observação e geração de soluções falham em criar soluções que forneçam uma proposta de valor relevante para os consumidores e tornam as inovações disruptivas um sonho distante. Isso tem levado muitas companhias a tentar entender melhor os princípios fundamentais que norteiam a inovação. Dentre estes conceitos destaca-se o design.

2.5 Design

De acordo com Charles Owen (1993 apud BECKMAN, 2007), design “é o processo de criação no qual se emprega ferramentas e linguagem para inventar artefatos e instituições. A medida que a sociedade evolui, evolui também a habilidade de empregar o design”. Tendo isto em vista, o autor elaborou um modelo que vê o design como sendo um processo de desenvolvimento de conhecimento que permeia tanto o mundo prático quanto o da teoria. Segundo ele, o design tem fases reconhecíveis, que embora não sigam uma ordem específica, quase sempre começa com uma fase analítica de busca e compreensão/descoberta e termina com fases de síntese com experimentação e invenção.

Essa visão se adequa ao modelo de aprendizagem proposto Kolb (1984), uma vez que ambos compartilham a opinião de que a experimentação tem um papel de destaque no aprendizado. Dewey (apud BECKMAN 2007) descreve a importância da experimentação:

[...] cada experiência se apodera de algo daqueles que antecedem e modifica a qualidade daqueles que sucedem (...) aquilo que ele aprendeu na forma de conhecimento e habilidades em uma situação se torna um instrumento para entender e lidar efetivamente com situações que ocorrem posteriormente[...]

Kolb (1984) vai além e destaca que o aprendizado deve ser analisado como sendo um processo e não em termos de seus resultados. Isso advém do fato que só seria possível medir o aprendizado em termos de acúmulo de conhecimento caso ideias fossem imutáveis e a verdade universal. Em outras palavras, o aprendizado envolve um ciclo contínuo de experimentação, questionamentos e descobertas e não um simples processo de memorização ou de estudo passivo.

O autor enfatiza também que o processo de aprendizado experimental requer a resolução de conflitos entre modos diametralmente opostos de modelagem do mundo. Para ele há duas abordagens possíveis para se expor a experiências (experiência concreta e conceituação abstrata) e duas outras (observação reflexiva e experimentação ativa) para promover a transformação por meio de experiências. Colocado em uma matriz dois-por-dois (Figura 2.2), essas dicotomias definem quatro estilos de aprendizagem: divergente, assimilativa, convergente, e acomodatícia. Indivíduos com uma preferência por um estilo divergente são bons em atividades de geração de ideias, enquanto os indivíduos com uma preferência por um estilo convergente preferem as tarefas técnicas que combinem teoria e prática do que as tarefas que lidam com questões sociais ou interpessoais. Indivíduos com o estilo de assimilação são bons em juntar grandes quantidades de informação e, logicamente, ordená-las, enquanto os indivíduos com o estilo acomodatício preferem experiências práticas e aprendizagem orientada para a ação.

Tendo isto em vista Beckman (2007), relata um processo de inovação consistindo de quatro etapas: geração de observações, frameworks, imperativos e soluções (Figura 2.3). O autor destaca que este processo não é necessariamente linear, sendo possível abordar o processo com uma ordem diferente da apresentada ou até mesmo pulando alguma das etapas ao longo dos ciclos de aprendizagem. No entanto, para que a inovação seja completa e significativa, deve percorrer cada uma dessas etapas ao menos uma vez, mesmo que o tempo depreendido em cada uma das atividades destoe.

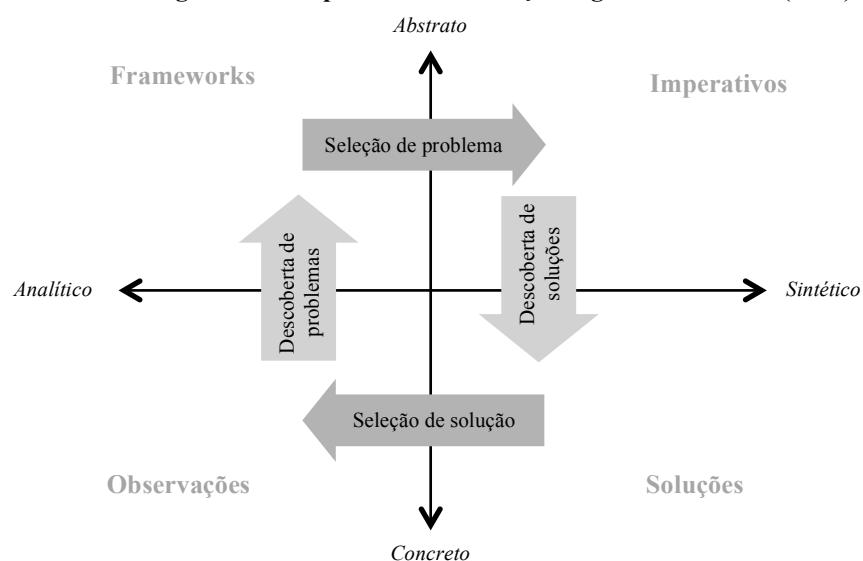
O autor destaca que a educação nas escolas de engenharia e de administração não respeitam esse conselho e muitas privilegiam a resolução de problemas em detrimento da descoberta dos problemas, o que pode ajudar a explicar a atitude de “jogar para ver se cola” de algumas empresas mencionada anteriormente.

Figura 2.2 – Tipos de aprendizado



Fonte: Desenhado pelo autor com base em Kolb (1984) e Beckman (2007)

Figura 2.3 – O processo de inovação segundo Beckman (2007)



Fonte: Adaptado de esquema proposto por Beckman (2007)

A seguir são apresentadas cada uma das etapas propostas pelo autor:

2.5.1 *Observações*

Segundo o autor, um entendimento profundo do consumidor e das necessidades do usuário pode ser obtido por meio de pesquisas etnográficas ou de campo. Essas pesquisas devem revelar não só o uso primordial e as necessidades do usuário/consumidor, mas também identificar o significado oculto das necessidades, i.e. os sentimentos e intenções por trás que podem auxiliar na tomada de decisões estratégicas. Para tanto é necessário compreender o contexto (tempo, lugar, condições e circunstâncias) no qual surgem os desejos, em que decisões são tomadas e em que os produtos são usados. Pesquisas que ignorem estes fatores estão condenadas ao fracasso.

Dessa forma, boas atividades de observação fornecem ao designer ou inovador uma oportunidade para entender como o seu produto ou serviço está sendo usado, e como os benefícios surgem no contexto do uso. O observador deve procurar entender por que os usuários agem como agem, e o significado das ações realizadas pelos usuários tanto para si quanto para os outros. O observador provoca e ouve histórias, especialmente histórias que envolvem contradições ou soluções alternativas e normas explícitas e ocultas. Assim, o entendimento da cultura do grupo alvo em questão é fundamental para entender a escolha e uso de um determinado produto/serviço, assim como os motivos que levam a uma resistência na sua adoção.

Dentre as técnicas sugeridas pelo autor, destacam-se as seguintes:

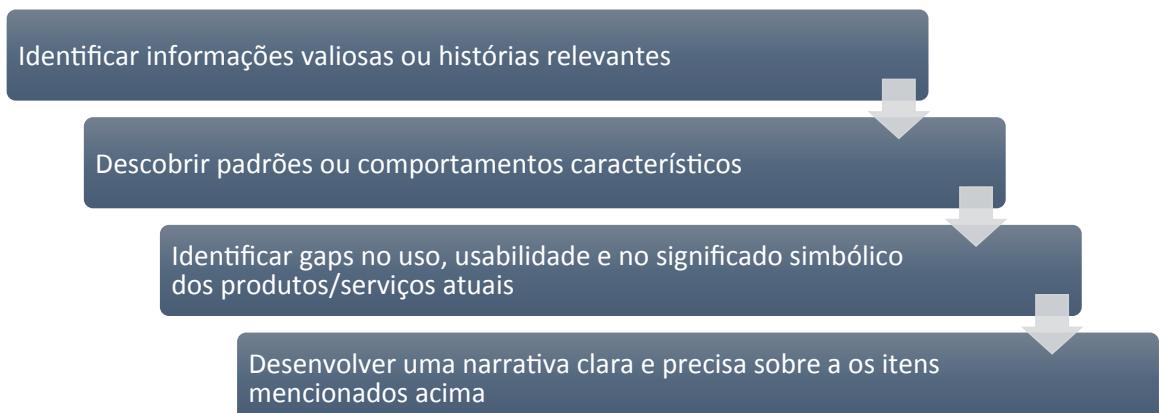
- **Observação participante:** pesquisador se insere no meio e realiza o processo que o usuário faria.
- **Observação não participante:** pode ser feito diretamente ou indiretamente. Um indivíduo pode simplesmente acompanhar uma pessoa ao longo do dia enquanto ela realiza atividades ou alternativamente câmeras podem ser posicionadas para filmá-la.
- **Entrevistas etnográficas formais:** prevê uma imersão do pesquisador no ambiente no qual o usuário realiza suas atividades, podendo o pesquisador também fazer perguntas sobre a história de vida e o cotidiano do usuário.
- **Interceptações:** pesquisador vai a um ambiente específico, faz observações por um período e em seguida aborda o usuário com questões de forma informal.
- **Diários de informantes:** usuário descreve suas atividades regularmente em um diário, para que o então o pesquisador possa realizar perguntas que contradigam o que o usuário faz e aquilo que fala. Eventualmente pode-se usar um informante para tirar fotos/observar o comportamento do usuário ao realizar certas atividades.

2.5.2 Frameworks

Nessa etapa, muda-se do estado concreto para o abstrato. Tendo como base as informações coletadas na etapa anterior, busca-se dar sentido aos dados, enquadrando e reenquadrando os dados para extrair informações valiosas, identificando padrões e, finalmente, focando naquilo é mais importante para o cliente ou usuário. Esta etapa demanda o processamento de uma grande quantidade de informação e ao mesmo tempo ser capaz de ver o que está faltando para os clientes e usuários.

O objetivo final da etapa de framework é o de reformular, de chegar a uma nova história para contar sobre como o usuário pode resolver o seu problema ou para chegar a uma nova forma de ver o problema, que por sua vez permitirá que a equipe chegar soluções inovadoras.

Figura 2.4 – A etapa do framework



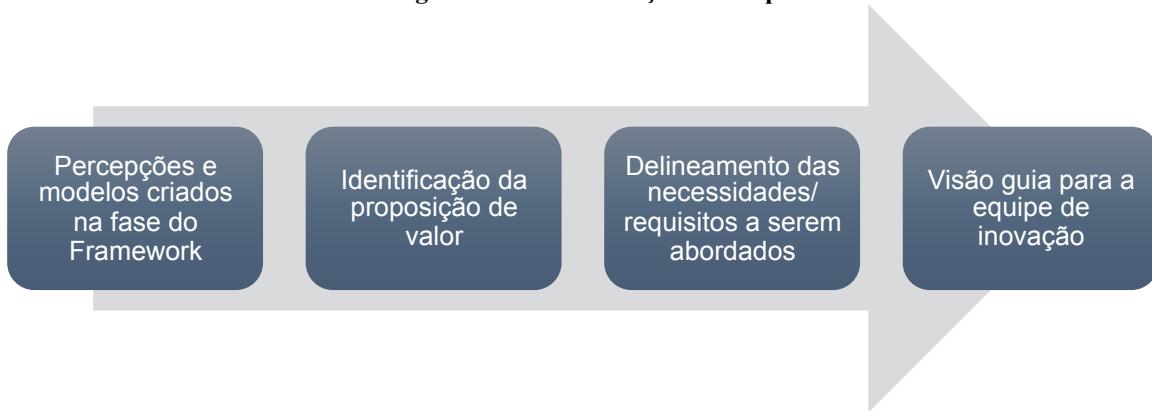
Fonte: diagrama elaborado pelo autor com base em Beckman (2007)

2.5.3 Imperativos

Busca-se nesta etapa criar uma nova história cuja atratividade seja superior em termos de valor para o usuário quando comparada a atual. Para tanto é necessário sintetizar imperativos, ou em outras palavras, as proposições de valor que devem ser atingidas pelo novo conceito. Torna-se necessário descrever os benefícios tangíveis que os usuários poderão experimentar ao usar o produto ou serviço. Este é o momento da inovação no qual ocorre a convergência, visto que a equipe define as metas mais importantes que deve atingir para entregar a inovação.

Os imperativos - sejam eles indicados por um pequeno conjunto de necessidades dos usuários selecionados, uma lista de princípios de design, ou na forma de uma proposta de valor - fornecem uma especificação de nível altíssimo para a concepção de um produto ou serviço. Eles fornecem uma visão guia para a equipe de inovação para as atividades restantes no processo de inovação.

Figura 2.5 – Identificação dos imperativos



Fonte: diagrama elaborado pelo autor com base em Beckman (2007)

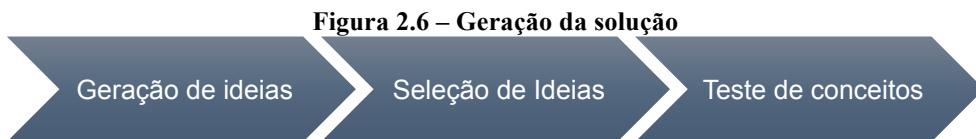
2.5.4 Soluções

Com base nos imperativos, que estão intimamente relacionados a pesquisa observational, a equipe de inovação pode usar uma ampla gama de técnicas de geração de ideias para chegar a soluções alternativas, um conjunto bem documentado de técnicas de seleção de ideias para escolher as soluções que eles desejam levar em diante, e por fim uma diversidade de mecanismos para solicitar *feedback* dos potenciais utilizadores.

Técnicas para a geração de ideias podem ser focadas tanto em lógica quanto em intuição. Técnicas lógicas incluem a análise morfológica, em que as funções individuais da inovação são separadas, as ideias são geradas para a solução de cada uma delas, e, em seguida, as soluções são misturadas e combinadas para gerar um novo conjunto de opções viáveis. Técnicas intuitivas incluem as muitas formas de *brainstorming* (por exemplo, em grupo, individual, rascunhos esquemáticos e por associação de palavras). O resultado do processo de geração de conceito deve ser uma ampla gama de soluções, cada uma delas definida abrangentemente, de forma a incluir não apenas um produto ou serviço específico, mas a imagem de marca que o acompanha, os sistemas de distribuição, e assim por diante.

A seleção de ideias, processo feito de modo informal e de forma ad hoc na maioria das organizações, pode ser feito usando matrizes formais de seleção. Para tanto é necessário entrar em um consenso sobre quais critérios serão levados em consideração, assim como o peso de cada um deles. Isso permite uma discussão mais profunda de como as ideias podem satisfazer as necessidades não atendidas dos usuários.

Por fim, cabe a equipe testar os conceitos. Isso exige que o time primeiro crie um protótipo e então teste com os usuários. Antes de criar o protótipo, é preciso que a equipe defina o que ela quer aprender do processo de prototipagem para que ela concentre seus esforços em obter este *feedback*. Vale ressaltar que estes protótipos podem ser rudimentares e que pode ser necessário criar uma série deles para chegar a um produto/serviço completo.



Fonte: diagrama elaborado pelo autor a partir do artigo de Beckman (2007)

Em suma, na fase de observação a equipe buscam *inputs* e dados que criem empatia. Na fase do *framework*, busca-se algo novo a partir da compilação dos principais insights obtidos na fase de observação. O foco é direcionado para os gaps no uso, usabilidade e significado, que leva a identificação de novas oportunidades (imperativos) e por fim na criação de soluções tangíveis.

De acordo com Beckman (2007), para conseguir que uma equipe se engaje no processo de inovação é preciso entender que os indivíduos têm preferências distintas sobre as partes do ciclo de aprendizagem. Esta diferença se deve principalmente ao conforto que cada indivíduo sente em trabalhar em uma dessas partes. Para percorrer com sucesso integralmente o processo de inovação é necessário alocar pessoas na equipe com diferentes tipos de personalidade e de diferentes backgrounds e, além disso, alternar a liderança de acordo com a fase que a equipe se encontra no processo de aprendizagem. Além disso, é preciso se precaver para que as equipes não permaneçam isoladas no mundo abstrato (vide algumas instituições acadêmicas) ou no mundo concreto (como exposto anteriormente no caso de algumas empresas de engenharia). Isso tudo visa garantir que as equipes sejam capazes de fluir com facilidade e naturalidade entre as etapas.

Beckman (2007) argumenta que estes diferentes estilos de aprendizagem não são uma característica fixa em um indivíduo, mas surgem a partir de interações entre o indivíduo e o seu ambiente que advém por sua vez de escolhas dos próprios indivíduos. Essa noção de adaptabilidade sugere que empresas que desejam tornar-se mais inovadoras podem criar ambientes e situações propícias para isto.

2.6 *Design Thinking*

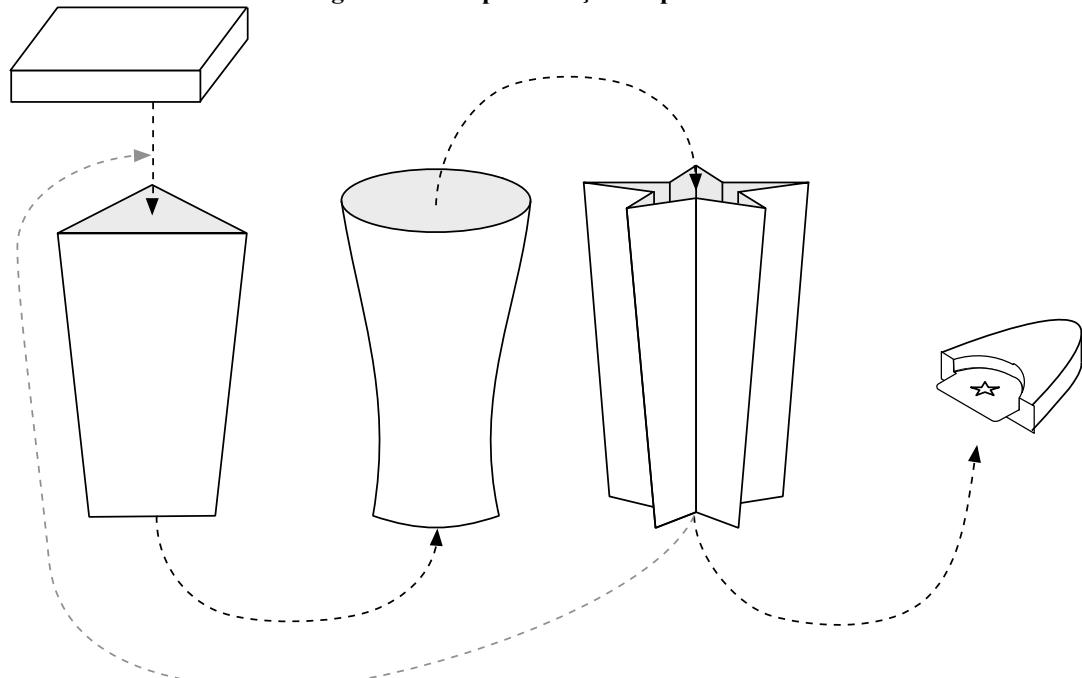
De acordo com Dym *et al.* (2005), o *design thinking* é um conjunto de processos complexos de questionamento e aprendizado que designers realizam em um contexto sistemático, tomando decisões à medida que avançam. Por design no contexto da engenharia subentende-se um processo sistemático no qual os designers devem empregar sua inteligência para gerar, avaliar e especificar conceitos para dispositivos sistemas ou processos cujas funções e formas

satisfacam os objetivos ou necessidades dos clientes e ao mesmo tempo atendam a um conjunto específico de restrições.

Trata-se de um processo social, visto que geralmente o trabalho é feito colaborativamente em times que se comunicam em diversas “línguas” uns com os outros. Em cada equipe há uma diversidade social e de conhecimento significativa. Cada participante por sua vez possui um conjunto enraizado de valores técnicos e representações que funcionam como um filtro durante as interações da equipe de design. Dessa forma o resultado é uma intersecção daquilo que foi construído por cada um dos participantes e não uma simples somatória.

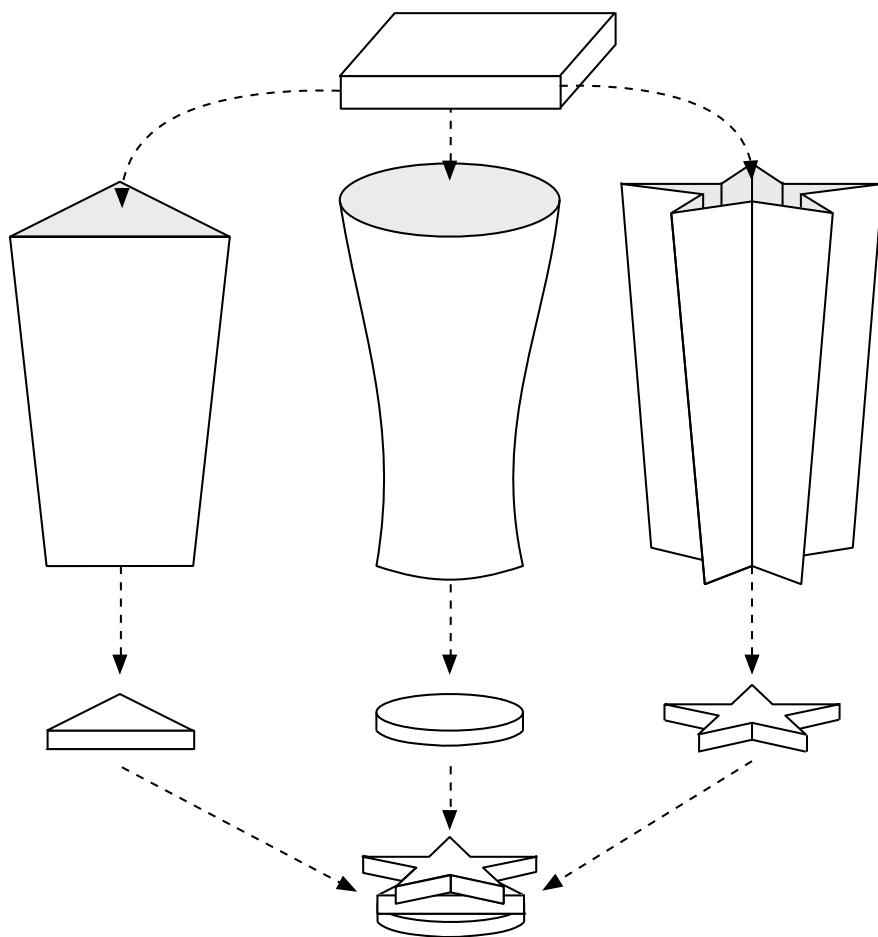
A Figura 2.7 representa o processo social descrito acima. Cada um dos indivíduos de um time é representado por um funil com um formato de boca diferente. As ideias fluem de um funil para o outro, sendo selecionadas e lapidadas de acordo com os valores e conhecimentos de cada indivíduo. As ideias podem passar múltiplas vezes por estes funis até que um produto final seja obtido. Este processo se contrapõe a um trabalho subdividido em equipe (vide Figura 2.8), no qual cada indivíduo desenvolve em paralelo um módulo do produto ou serviço, fazendo com que a interação entre os integrantes da equipe seja mínimo e predomine somente no momento em que é necessário integrar os módulos. O resultado obtido de um processo social geralmente é superior por propor um design mais coerente do que o do processo subdividido em equipe.

Figura 2.7 – Representação do processo social



Fonte: diagrama elaborado pelo autor

Figura 2.8 – Representação do processo subdividido em equipe



Fonte: diagrama elaborado pelo autor

Do diagrama acima é possível inferir que no processo social a diversidade de uma equipe tem um papel fundamental na originalidade de um produto/serviço, pois a intersecção (resultado) da combinação é dependente dos diferentes filtros as quais as ideias são expostas. Esse diagnóstico é corroborado por um estudo realizado por Wilde (*apud* Lyn *et al*, 2005) que verifica que a probabilidade de sucesso de um produto do design aumenta com a formação de times constituídos de participantes com papéis complementares, uma pluralidade de pontos de vista, um líder neutro e um coringa (um ponto fora da curva).

Já no que se diz respeito à linguagem existente no design no contexto da engenharia, Dym *et al.* (2005) argumentam que, ao contrário do que se observa em algumas escolas de engenharia, a matemática não é suficiente para estabelecer uma comunicação efetiva na concepção de produtos/serviços. Para que haja uma difusão e compreensão ao longo do projeto, os autores sugerem o uso das seguintes linguagens:

- a) Declarações verbais ou textuais: utilizadas para articular projetos de design, descrever objetos, descrever as restrições ou limitações, promover a comunica-

- ção entre diferentes membros do projeto e as equipes de projeto e fabricação, e documentar projetos finalizados;
- b) Representações gráficas: utilizadas para fornecer descrições visuais das artefatos projetados, tais como desenhos, representações, e desenhos de engenharia;
 - c) Gramática da forma: método em que desenhos são gerados pela aplicação de um conjunto de algoritmos/regras, permitindo a exploração de novos conceitos e soluções;
 - d) Funções: são recursos utilizados para correlacionar formas geométricas com funções específicas do artefato.
 - e) Modelos matemáticos ou analíticos: usados para expressar algum aspecto da função de um artefato ou comportamento. Este comportamento é, por sua vez, muitas vezes derivado de algum princípio físico;
 - f) Números: usados para representar dados discretos do projeto (por exemplo, dimensões da peça) e parâmetros em cálculos ou em algoritmos que representam um modelo matemático.

Para explicitar a importância da linguagem no design, o autor apresenta uma série de estudos que demonstram a importância de uma comunicação eficaz e eficiente. Primeiro, Mabogunje e Leifer (1997 apud DYM *et al.*, 2005) verificaram que o número de frases nominais geradas pelas equipes durante as fases conceituai de design eram diretamente e proporcionalmente relacionados a um maior nível de criatividade (embora isto não significasse melhores resultados. Song *et al.* (2001 apud DYM *et al.*, 2005) constataram que há uma correlação entre a atividade de elaborar esboços e o resultado final do projeto. Similarmente, Yang (2003 apud DYM *et al.*, 2005) sugere que uma correlação entre a quantidade e a variedade de desenhos nos estágios iniciais do projeto e o resultado final. O esboço permite guardar soluções e ressalta conflitos e possibilidades, permitindo assim que ideias sejam revistas e refinadas, conceitos sejam gerados, além de facilitar o processo de resolução de problemas

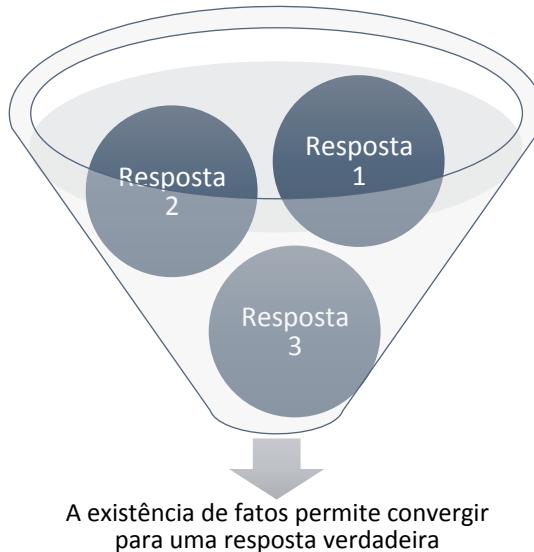
Embora a criatividade desempenhe um papel importante na resolução destes problemas, o *design thinking* não pressupõe a existência de gênios ou momentos de inspiração profunda. Pelo contrário, é visto como sendo um processo cognitivo complexo, mas replicável, de desenvolvimento de produtos/serviços inovadores que depende de uma grande dose de transpiração e de reflexão. Um dos desafios no design de sistemas complexos reside no fato de que com o aumento do número de variáveis e interações, o sistema se expande além da capacidade do designer de lidar com esses detalhes simultaneamente. Com isto, torna-se necessário reduzir o foco seletivamente para os fatores mais importantes, tornando o problema fac-

tível de ser resolvido pela mente humana. Para tanto, é necessário ter capacidade de fazer estimativas para assim determinar aquilo que é de fato relevante para o problema.

Cabe também a um designer ter a capacidade de lidar com modelos imperfeitos, informações incompletas e com ambiguidades que surgem com os questionamentos ou com os ciclos iterativos de pensamento convergente/divergente, sem perder a capacidade de antecipar e avaliar os impactos não intencionais que emergem de interações entre as várias partes de um sistema. Por fim, o designer deve ter habilidade na concepção de experimentos e protótipos, visto que o design de sistemas raramente é feito exclusivamente baseado em princípios científicos.

Os autores argumentam todavia que a maioria das escolas de engenharia privilegia “*uma abordagem epistemológica com questionamentos sistêmicos na qual princípios comprovados são aplicados para analisar problemas que são verificáveis, para assim chegar a soluções ou respostas verdadeiras*”. Em outras palavras, essa metodologia prevê a existência de uma resposta, ou um conjunto delas, para uma determinada questão, sendo que o pensamento deve convergir para uma solução e revelar fatos que sustentem uma verdade.

Figura 2.9 – O filtro de convergência

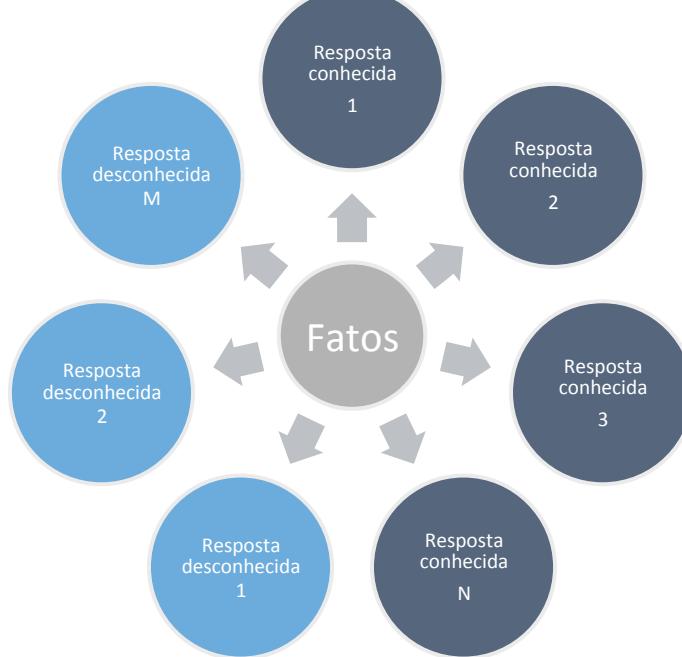


Fonte: elaborado pelo autor com base em Dym *et al.* (2005)

Por outro lado, as perguntas que são apresentadas em situações de design preveem uma premissa diametralmente oposta: para qualquer pergunta existe uma diversidade de respostas conhecidas, independentemente de serem corretas ou erradas, assim como inúmeras respostas possíveis desconhecidas. O designer tenta dessa forma explicitar as alternativas já conhecidas e revelar as desconhecidas. Esse tipo de questionamento é conhecido como pen-

samento divergente, atua no domínio conceitual e tem como objetivo divergir de fatos para se chegar em possibilidades.

Figura 2.10 – A exploração convergente



Fonte: elaborado pelo autor com base em Dym *et al.* (2005)

O *design thinking* por sua vez prevê uma alternância contínua do domínio do conhecimento (convergente) para o domínio dos conceitos (divergente) e vice-versa para que se possa divergir e criar conceitos e em seguida partir de questionamentos dotados de razão e sistêmicos convergir para soluções tangíveis. Song *et al.* (apud DYM *et al.*, 2005) constataram que equipes que constantemente desafiaram suposições, alternando entre ciclos de divergência e convergência de padrões de pensamento e questionamento tiveram um desempenho superior. Para ilustrar essa alternância, apresenta-se a seguir o ciclo a qual uma equipe deve ser submetida quando optar por seguir a metodologia do *design thinking*:

2.6.1 O ciclo do *design thinking*

O ciclo do *design thinking* (ROYALTY, 2011) desenvolvido pelos pesquisadores da d.School de Stanford propõe a existência de cinco etapas distintas geralmente começando com a geração de empatia e prosseguindo com a (re) definição do problema, ideação, prototipagem e por fim com o teste com usuários. A seguir são detalhados cada uma dessas etapas:

Figura 2.11 – O ciclo do *design thinking*



Fonte: elaborado pelo autor com base em Royalty (2011)

➤ Geração de Empatia

Na etapa da geração de empatia a equipe observa os usuários e o seu comportamento no contexto de suas vidas, se engaja para interagir com eles e os entrevista tanto de modo formal quanto informal. Nesta etapa de imersão, busca-se sentir as experiências que os usuários vivenciam quando praticam certa atividade.

A importância de suscitar a empatia no *design thinking* é múltipla. Primeiro, por esta ser uma metodologia centrada no usuário, é necessário entender as pessoas para as quais se está projetando o produto/serviço. A observação do que as pessoas fazem e como interagem com o ambiente dá pistas de como elas se sentem e pensam, assim como do que precisam. Além disso, a empatia permite que a equipe capture o significado intangível das experiências que os usuários se submetem e esse discernimento é capaz de guiar a equipe até soluções inovadoras. Para tanto, é necessário aprender a enxergar o entorno com um olhar imparcial para evitar assim filtrar automaticamente informações que podem ser muito valiosas.

Ademais, ao examinar a ampla gama de experiências as quais os usuários são submetidos, a equipe consegue definir de maneira mais precisa o conjunto de usuários para os quais ela está projetando o serviço/produto. Por fim, ao compreender as frustrações, anseios e situações críticas as quais os usuários se sujeitam, é possível que a equipe crie uma identificação com o usuário, o que por sua vez pode promover o altruísmo/motivar a equipe.

Para explorar esse campo de experiências, diversas ferramentas são sugeridas por Royalty (2011). Entre elas são destacadas as seguintes:

- **Entrevistar para criar empatia:** a compreensão dos pensamentos, emoções e motivações do público alvo torna a tarefa de inovar mais palpável. A razão disso é que

o entendimento das escolhas que uma pessoa faz e o comportamento que ela expressa permite identificar as necessidades dela e projetar para satisfazer estas necessidades.

- **Gravação e edição de vídeos:** o vídeo é um meio poderoso para comunicação de ideias, insights e histórias. A edição pode aprimorar um vídeo ou arruiná-lo, pois a história é suportada ou prejudicada pela forma que o vídeo é sequenciado e ritmado.
- **Personas:** são personagens fictícios inventados para representar os diferentes tipos de usuário dentro de um alvo demográfico, comportamento e/ou atitude definida que poderia utilizar um produto ou serviço de uma maneira análoga.
- **Brainstorming:** A intenção desse processo de ideação é a de alavancar o pensamento coletivo de o grupo, envolvendo os membros da equipe, promovendo um ambiente propício para o compartilhamento e construção de ideias.
- **Observações estruturada ou não, participativa ou não.**

Destaca-se também a importância de sintetizar a informação para torna-la gerenciável.

Para tanto, sugere-se o uso das seguintes ferramentas:

- **Blueprint:** É uma ferramenta com abordagem focada no cliente para a inovação e melhoria do serviço (JUNGES; VAN AMSTEL, 2013). Descreve o processo de serviço, os pontos de contato com o cliente e os elementos do serviço em detalhe suficiente para verificar, implementar, melhorar e manter os elementos de um processo;
- **Diagramas e fluxogramas diversos** para sintetizar as informações.

➤ (Re) Definição do problema

Nesta fase o foco é direcionado para a organização e síntese dos dados coletados na etapa de empatia para transformá-los em necessidades ou descobertas convincentes. Há dois objetivos primordiais nisto: desenvolver um entendimento profundo dos usuários e do espaço de design e baseado nesta percepção, chegar a uma declaração de problema que incite a ação, conhecida como o seu ponto de vista. Mais do que simplesmente definir e explicitar o problema a ser abordado, este ponto de vista é uma visão única do design que foi criada a partir das descobertas da fase de empatia.

Um bom ponto de vista deve ser capaz de prover foco e enquadrar o problema, inspirar a equipe, fornecer um modelo de referência para avaliar ideias concorrentes, capacitar a equipe para tomar decisões de forma independente em paralelo, alimentar e guiar as sessões

de *brainstorming*, impedir que a equipe caia na armadilha de querer desenvolver conceitos que é tudo para todos e guiar os esforços da equipe. Vale ressaltar que esta visão pode ser revisada e reformulada ao longo do processo.

➤ Ideação

Na ideação o foco é direcionado para a geração de ideias que explorem o amplo espaço de soluções, tanto em termos de quantidade quanto de diversidade. É uma etapa que deve privilegiar a divergência de ideias ao invés do senso comum para que assim a equipe possa atingir conceitos/resultados inesperados.

Um bom processo de ideação deve fugir de soluções óbvias para aumentar assim o potencial inovador do conjunto de soluções, tomar vantagem das diferentes perspectivas e pontos fortes dos integrantes da equipe, descobrir áreas inesperadas para serem exploradas e criar fluência (volume) e flexibilidade (variedade) na gama de opções.

Independentemente de qual método de ideação usado pela equipe, o princípio fundamental da ideação é estar ciente de quando ideias estão sendo geradas e quando ideias estão sendo avaliadas - misturando os dois só intencionalmente.

➤ Prototipagem

Prototipagem (ou prototipação) é a ação de tirar ideias e suposições do mundo abstrato e trazê-las para o mundo real. O protótipo pode ser qualquer coisa que assuma uma forma física – seja ele um papel dobrado, uma encenação, um espaço, um objeto, uma interface ou uma série de ilustrações em sequência. O grau de complexidade do protótipo deve corresponder ao progresso do projeto, i.e. em fase iniciais deve-se privilegiar protótipos rudimentares que sejam rápidos de fazer para aprender rapidamente e explorar diferentes possibilidades; em fases mais avançadas, o grau de detalhamento deve ser maior para provar o conceito e captar de maneira mais fidedigna e precisa o *feedback* do usuário.

De acordo com o autor, protótipos são mais bem sucedidos quando as pessoas podem experimentar e interagir com eles. E o que se aprende com estas interações pode aprimorar a empatia e o design final do produto/serviço.

Além de testar a funcionalidade propriamente dita da solução, o protótipo permite aprofundar o conhecimento sobre o espaço de design e o usuário, mesmo nas etapas iniciais do projeto. Isso ajuda a reduzir a ambiguidade, melhora a comunicação interna e externa e fornece insights que podem ser explorados na fase de ideação. Além disso, a criação de protótipos permite inspirar a equipe de design, clientes, usuários, investidores com a materialização

propriamente dita da visão. Mais, o protótipo é um ótimo jeito de iniciar uma conversa com um usuário que fuja das entrevistas de opinião tradicionais.

Finalmente, a prototipagem é uma maneira fácil e barata de falhar rapidamente que permite testar várias ideias sem comprometer recursos valiosos como dinheiro e tempo.

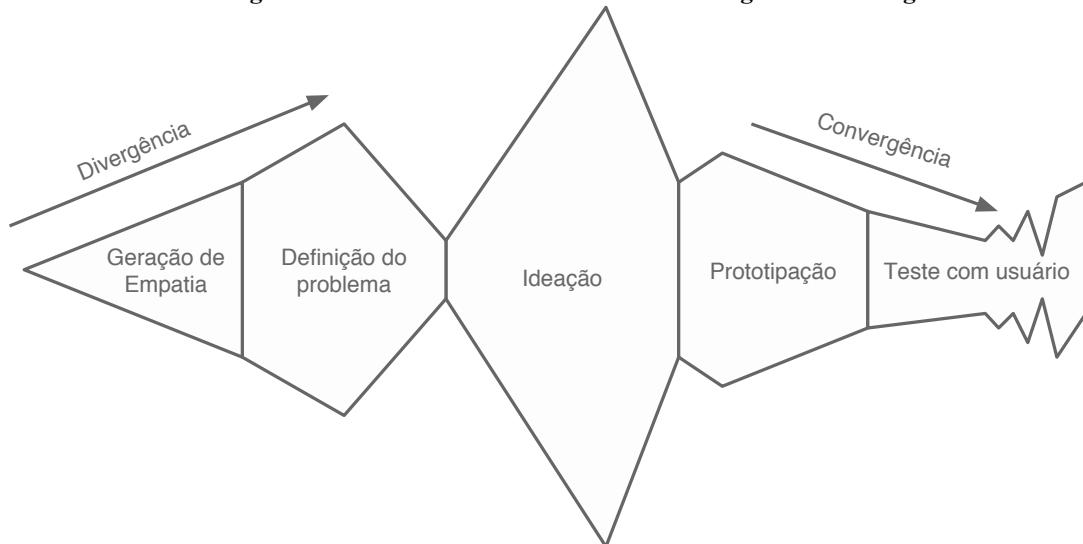
➤ Teste com usuários

A última etapa do ciclo estimula a equipe a testar os protótipos com os usuários para que a equipe possa compreender se aquilo que foi projetado está atendendo as necessidades/anseios do usuário. Isso permite que ajustes sejam feitos ao projeto e ajuda a definir os próximos passos do projeto (mesmo que isso signifique voltar a estaca inicial). Além disso, o teste é uma oportunidade de aprimorar a empatia pela observação e interação o usuário. Por fim, essa etapa permite que se teste se o ponto de vista especificado na definição do problema realmente enquadra o problema adequadamente.

2.6.2 A micro visão de divergência e convergência

A partir do que foi discutido, é possível observar claramente a alternância entre a divergência e convergência de pensamento. Para explicitar essa intercalação, o diagrama representado na Figura 2.12 é apresentado:

Figura 2.12 – Alternância entre o modo divergente e convergente



Fonte: elaborado pelo autor com base em Royalty (2011)

Na fase de geração de empatia, busca-se por meio da vivência de experiências análogas as quais os usuários se sujeitam explorar os problemas/oportunidades de melhoria que possam existir. Nessa fase conexões inesperadas são criadas de forma aleatória, permitindo

que o observador tenha insights sobre diferentes aspectos da questão abordada. Essa amplitude de pensamento caracteriza a divergência representada no diagrama.

A fase de definição do problema também em um primeiro momento é divergente, visto que ao organizar os dados as equipes fazem diversas suposições para explicar o comportamento dos usuários. No entanto, a medida que avançam na etapa de definição do problema, a equipe estabelece relações entre os dados coletados e converge para um ou um pequeno conjunto de problemas/oportunidades que devem ser tratados prioritariamente.

Já na fase de ideação há uma iniciativa muito acentuada para divergir o pensamento para gerar soluções que fujam do convencional. Nessa fase a diversidade da equipe se demonstra de extrema importância. Após terem sido levantadas uma grande quantidade e variedade de ideias, torna-se necessário selecionar alguma delas para prosseguir para a próxima etapa de prototipagem. Por conta disso, observa-se uma súbita mudança para o pensamento convergente, que deve ser administrada corretamente para evitar que ela ocorra precipitadamente e impeça o surgimento de ideias inovadoras.

Finalizada esta última etapa, surge novamente o pensamento divergente, mas de modo breve. A equipe passa a buscar diferentes meios para representar a sua ideia, tendo em vista o imperativo de torná-lo de uma complexidade tal que permita colher um *feedback* com o usuário tanto sobre o problema enquadrado quanto sobre a solução proposta. É evidente que uma vez escolhido uma forma trazer a vida o conceito, ou ao menos parte dele, o foco é novamente direcionado para o pensamento convergente.

Por fim, na etapa de teste, direciona-se os esforços para o teste de alguns atributos da solução. Esta atividade pode ser classificada como sendo convergente. Todavia, o mesmo não pode ser dito para a sequência, visto que se por um lado o usuário pode aprovar a solução proposta, por outro ele pode fazer uma série de críticas e sugestões que aumentem o escopo de soluções possíveis. Essa incerteza não deve ser vista como algo a ser administrada ou até mesmo suprimida, visto que é neste momento que é possível identificar e analisar o comportamento do usuário com a solução para fazer os ajustes necessários. Essa incerteza é representada na figura pelas linhas em ziguezague.

Vale enfatizar que cada ciclo durante o projeto pode iniciar com um acúmulo de pensamento convergente ou divergente e terminar com um nível bastante distinto do inicial. Para esclarecer este ponto apresenta-se a seguir a macro visão de divergência e convergência.

2.6.3 A macro visão de divergência e convergência e os marcos do DT

O processo de *design thinking* proposto pela d.School e por Schindlholzer *et al.* (2011) sugere que as equipes percorram uma série de etapas em que, muito embora sejam realizados o mesmo ciclo de geração de empatia, definição do problema, geração de ideias, prototipagem e teste com usuários, possuem objetivos, abrangência, grau de detalhamento e compromisso muito distintos. Cada uma dessas fases é caracterizada por protótipos únicos que são reconhecidos como marcos no projeto. Eles são apresentados a seguir:

➤ 1^a Iteração | Protótipo da Função Crítica

O objetivo dessa fase é o de melhor entender com clareza a natureza problema a ser abordado e o escopo global do problema, bem como o de identificar os requisitos funcionais críticos de uma possível solução. As tarefas neste estágio incluem procurar compreender os clientes em termos de suas necessidades e comportamento, bem como a tentativa de entender o desenvolvimento de novas tecnologias e modelos de negócios como possíveis fontes para a geração de ideias. Estas atividades formam os principais componentes do primeiro estágio do processo de design e com base nos conhecimentos reunidos nesta fase um conjunto de protótipos é implementado para fornecer soluções para as funções críticas identificadas.

➤ 2^a Iteração | Protótipo Zebra

Depois que o problema foi abordado pela primeira vez na etapa do protótipo da função crítica, a segunda fase de protótipo, a chamada fase Zebra (*Darkhorse*), permite que a equipe de design altere a sua abordagem inicial e siga em uma direção diferente. A motivação para isso é dupla. Primeiro, ele permite que a equipe resolva o problema sob uma perspectiva diferente, possibilitando o surgimento de uma ampla gama de soluções potenciais. Em segundo lugar, a liberdade proporcionada às equipes de design nessa fase permite que elas experimentem soluções de alto risco que podem ter sido considerados demasiadamente arriscadas na primeira fase. Abre-se espaço portanto para o surgimento de uma solução altamente inovadora.

➤ 3^a Iteração | Protótipo Integrado

O protótipo integrado (*FunKtional*) visa integrar e combinar os diferentes módulos do projeto que foram desenvolvidos nas etapas anteriores em um conceito ou uma visão coerente e holística que sirva de referência para as próximas etapas. É também nesta fase que se verifica se a visão atende as necessidades dos clientes por meio de entrevistas/questionários com os potenciais clientes.

➤ 4^a Iteração | Protótipo Funcional

A etapa do protótipo funcional é caracterizada pelo marco no qual as equipes definem o escopo da solução final que será entregue no final do projeto. É neste momento que a equipe começa convergir para uma solução final, após ter divergido nas fases iniciais.

➤ 5^a Iteração | Protótipo X-Está-Finalizado

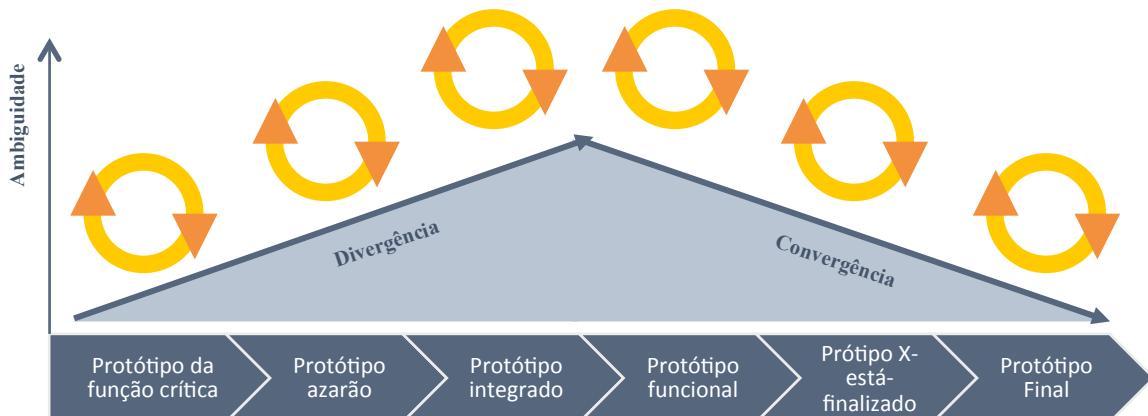
O protótipo X-está-finalizado é assim chamado porque é nesta fase que uma funcionalidade ou função da solução é desenvolvida até o ponto que pode ser considerada finalizada e pronta para ser integrada no projeto, permitindo a equipe marcar um item da lista das ações a serem realizadas como estando completa.

➤ 6^a Iteração | Protótipo Final

Na última iteração os esforços são focados na integração e aperfeiçoamento dos componentes para que eles juntos resultem em um conceito coerente.

Da explanação acima verifica-se que nos primeiros três protótipos há um movimento de divergência que busca explorar a diversidade no espaço do design. Este foco negativo é proeminente na fase do *Dark Horse* (*Zebra*) na qual a equipe é encorajada a seguir um caminho improvável, em uma área desconhecida, sem o compromisso de ter uma solução definitiva no término. Por outro lado, nas últimas etapas os esforços são direcionados para que ao final do projeto se tenha um protótipo final que demonstre um conceito coeso que atenda a um anseio ou uma necessidade do usuário. A seguir é apresentado o diagrama que ilustra o que foi discutido acima:

Figura 2.13 – A macro visão de divergência e convergência do pensamento



Fonte: elaborado pelo autor com base em Schindlholzer *et al.* (2011)

3 METODOLOGIA

A metodologia do projeto está dividida em três partes distintas. Na primeira , que teve início em outubro de 2013 e término em junho de 2014, estão contempladas todas as atividades que foram desempenhadas dentro do contexto da disciplina ME310. A segunda parte considera o aprendizado desenvolvido na disciplina PRO2804 – Projeto, Processo e Gestão da Inovação. A última parte, representada pela composição do trabalho de formatura, trata da descrição do projeto sob a perspectiva da teoria da gestão da inovação e do *design thinking*. A Figura 3.1 apresenta a linha do tempo do projeto.

3.1 Parte I – Projeto ME310

Ao longo de nove meses foram empregados os conceitos do *design thinking* desenvolvidos pela D.School da Universidade de Stanford para a resolução do problema proposto pela Embraer, a empresa parceira do projeto.

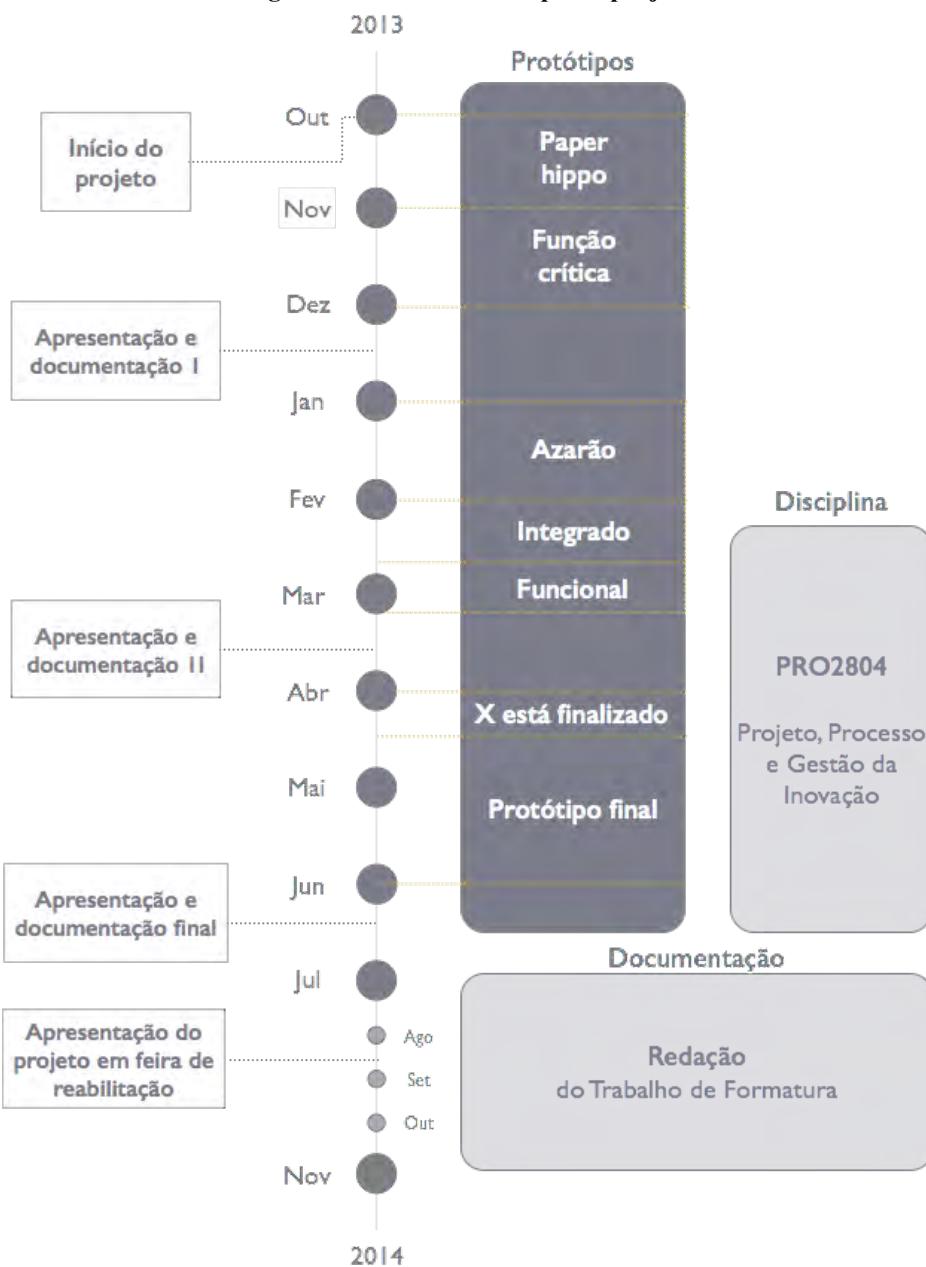
O primeiro desafio apresentado à equipe tratava da elaboração de artefatos de papel para uma competição de captura de bolinhas de plástico em uma fonte com aproximadamente 15 metros de comprimento por 8m de largura. Muito embora este desafio denominado *Paper Hippo* não estivesse ligado diretamente ao problema que a empresa parceira apresentou, ele instigou a equipe a desenvolver um primeiro protótipo e a compreender tanto as dificuldades quanto os benefícios da prototipação rápida e no começo do projeto.

A seguir a equipe iniciou o projeto propriamente dito com a realização do primeiro ciclo do *design thinking* que culminou na elaboração do protótipo da função critica. Dado que o problema se traduzia em diversas incógnitas para a equipe, um grande esforço foi dedicado na fase de geração de empatia com pesquisas de campo e na literatura, entrevistas e *benchmarking*. Esse entendimento permitiu a geração das primeiras ideias e do desenvolvimento do primeiro protótipo.

Em seguida, a equipe priorizou o pensamento divergente com o ciclo do protótipo azzarão. Fugiu-se das ideias convencionais em busca de algo que pudesse ter um grande impacto na experiência de voo de um deficiente.

Na terceira etapa, a partir dos aprendizados com os protótipos anteriores e com a observação dos e entrevista com os usuários, vislumbrou-se a criação de uma visão que direcionasse a equipe durante o restante do processo de desenvolvimento e que estivesse de acordo com o anseio dos potenciais usuários do produto. O resultado dessa fase foi o protótipo integrado.

Figura 3.1 – Linha do tempo do projeto



Fonte: Elaborado pelo autor

Proseguiu-se com a etapa do protótipo funcional na qual foram desenvolvidos alguns elementos significativos do projeto restringindo desse modo o escopo dele. O saldo dessa fase é um protótipo que transmite uma imagem da forma do produto final e de como ele funciona.

A continuação do projeto se deu com o ciclo do protótipo X-está-finalizado. Nele desenvolveu-se uma funcionalidade chave do projeto com o intuito de melhor entender e gerir os esforços necessários para desenvolver o restante do projeto tendo como base a parte X finalizada.

Por fim, executou-se o ciclo do protótipo final que resultou no produto final apresentado tanto na feira da disciplina em Stanford quanto na feira de Reabilitação em São Paulo em

meados de agosto. Nessa fase, combinou-se o conhecimento adquirido nas fases anteriores para a elaboração de um protótipo que apreciasse as funções essenciais para a melhoria da experiência de voo do usuário.

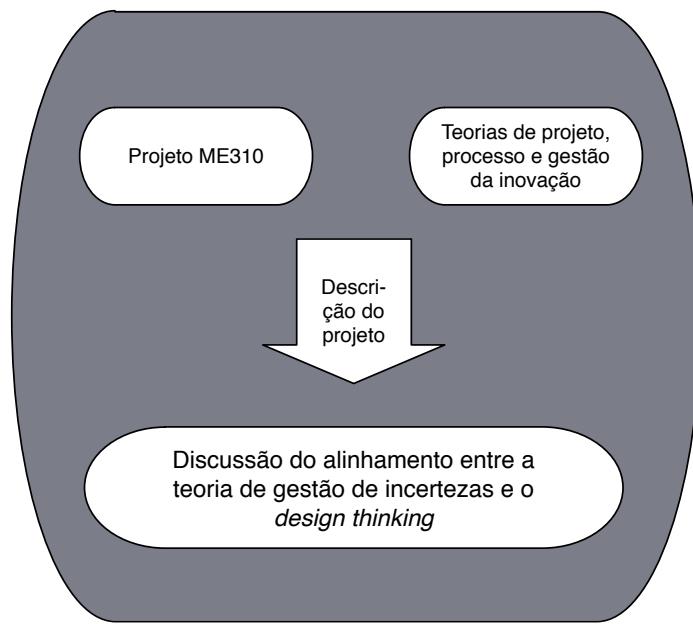
3.2 Parte II – Disciplina processo, projeto e gestão da inovação.

Concomitantemente com a execução da primeira parte da metodologia, foram estudados artigos relacionados ao processo, projeto e gestão da inovação no contexto da disciplina de graduação PRO2804. Os temas abordados incluíam a definição e pretextos da inovação, o sistema corporativo, P&D e aprendizagem organizacional, a cadeia de valor ampliada da inovação, a gestão de portfólio e de incertezas, o método DNA de construção de capacidade para desenvolver inovações disruptivas, entre outros.

3.3 Parte III – Documentação do trabalho de formatura

A etapa final refere a redação do trabalho de formatura. Nele buscou-se, a partir do que foi observado, vivenciado e estudado nas Partes I e II da metodologia, descrever o projeto para então discutir uma possível relação entre a teoria do DT e da gestão de incertezas. Para tanto aplicou-se o framework do aprendizado orientado pelo aprendizado proposto por Rice *et al* (2008) de modo a integrá-lo aos ciclos do DT. A partir desta experimentação foi questionado o alinhamento e validade dessas duas teorias para os casos de desenvolvimento de produtos/serviços em que há um grande número de incertezas de criticidade elevada. A figura a seguir ilustra o que foi discutido acima:

Figura 3.2 – O semblante da metodologia



Fonte: elaborado pelo autor

4 DESCRIÇÃO DO PROJETO

A seguir é descrita a evolução do projeto seguindo o framework proposto por Rice *et al.* (2008) e o processo do DT. Cada um dos loops de aprendizado são subdivididos em uma fase de planejamento e priorização das incertezas, uma fase de execução e por fim uma de análise do aprendizado.

4.1 O 1º loop de aprendizado: o protótipo da função crítica

4.1.1 Planejamento e priorização das incertezas

A tabela a seguir apresenta a primeira etapa do primeiro loop do planejamento orientado por aprendizado. Destaca-se que no início do projeto as incertezas mercadológicas do projeto eram predominantes já que o problema não fora vivenciado por nenhum dos membros da equipe. A incerteza técnica não foi explorada neste momento porque o espaço do design era até então muito vago.

Tabela 4.1 – Primeiro loop de aprendizado: etapa de planejamento

Incertezas	Téc	Mercadológicas	Organizacionais	Recursos
A. Conduzir um loop de aprendizado				
1a. Pontos conhecidos	N/A	1. Experiência de voo de pessoa que não possuem deficiências	1. Contexto estratégico da inovação para a Embraer.	1. Verba de até R\$50'000 para prototipagem
1b. Pontos desconhecidos	N/A	1. Experiência de voo de uma pessoa com deficiências 2. Tamanho do mercado 3. Necessidades do cliente 4. Soluções existentes no mercado	1. Divisão de tarefas entre equipe brasileira e americana. 2. Expectativas da equipes de professores	1. Competências da equipe estão alinhadas com o requisito do projeto. 2. Verba disponível para viagem.
2. Grau de criticidade	N/A	Alta	Baixa	Média
3. Suposições	N/A	1. Experiência é significativamente pior devido as restrições de espaço de um avião 2. Pessoas com deficiência locomotora são maioria. 3. Os deficientes físicos precisam de um espaço maior dentro do avião para se movimentarem 4. Há uma gama limitada de soluções para o público alvo	1. Equipes desenvolverão um único projeto em conjunto. 2. Os professores esperam que os alunos desenvolvam uma solução seguindo os princípios do DT que resolva uma necessidade de um usuário deficiente.	1. Há uma falta de engenheiros mecânicos na equipe brasileira 2. Não há verba disponível para arcar com todos os custos da viagem
4. Alternativas (Tendo em vista o DT, quando aplicável)	N/A	1. Conduzir entrevistas qualitativas com potenciais usuários 2. Conduzir entrevista quantitativas com potenciais usuários 3. Fazer um <i>benchmarking</i> 4. Criar uma persona 5. Pesquisar patentes 6. Observar o usuário no avião 7. Realizar uma observação não	1. Priorizar o desenvolvimento em conjunto das atividades. 2. N/A	1. Desenvolver habilidades internamente 2. Pedir auxílio para a comunidade da universidade quando necessário. 3. Buscar apoio financeiro dentro da universidade 4. Reduzir ao máximo o custo da viagem.

		<p>estruturada em um voo</p> <p>8. Pesquisar na literatura a incidência dos diferentes tipos deficiência na população</p> <p>9. Idear e prototipar uma solução que valide as informações coletadas</p> <p>10. Validar com os atores envolvidos.</p>		
5. Abordagens selecionadas e enquadramento no DT	N/A	<p>Geração de Empatia: 1, 3, 4, 5, 7, 8;</p> <p>Definição do problema: Análise do resultado das abordagens selecionadas acima.</p> <p>Idear e prototipar: 9;</p> <p>Teste com usuários: 10;</p>	<p>Outros: 1.</p>	<p>Outros: 3, 4.</p>
6. Critérios	N/A	<p>1. Qualitativo baseado em entrevistas.</p> <p>2. Incidência na população e criticidade da experiência (qualitativo + quantitativo).</p> <p>3. Concordância dos potenciais usuários e da empresa parceira</p> <p>4. Capacidade das atuais soluções atenderem o público alvo (qualitativo)</p>	<p>1. Percepção da equipe quanto aos benefícios e malefícios do trabalho em conjunto (saldo dos prós e contras, qualitativo).</p>	<p>1. Existência ou não de verba suficiente para a viagem.</p>

Fonte: elaborado pelo autor

Da tabela é possível inferir que as principais incertezas estavam associadas **a falta de compreensão** por parte da equipe das **necessidades** dos potenciais usuários e também do **tamanho de mercado**. Não obstante, foram identificadas também incertezas organizacionais relacionadas a **divisão de tarefas** entre a equipe americana e brasileira e de recursos. Para cada uma das incertezas foram geradas hipóteses que foram testadas pela condução das seguintes atividades.

4.1.2 Condução das atividades

A seguir são apresentadas as principais atividades desenvolvidas.

4.1.2.1 Pesquisa desk

Há uma grande dificuldade em obter dados de alta qualidade relacionados a incidência de deficiência física ou mental sobre a população. A proporção de pessoas com deficiência varia dramaticamente entre os censos e pesquisas domiciliares. Essa variação pode ser atribuída principalmente as diferenças na definição do que é e o grau de cada uma das deficiências, diferentes técnicas de coletas e a questão cultural dos respondentes. (BANCO MUNDIAL, 2011)

Para ilustrar essa situação, toma-se como o exemplo os censos publicados no Brasil, Uruguai e Paraguai em uma mesma década. Enquanto os dois primeiros países indicaram uma taxa de deficiência de 16% na população, o último apontou uma taxa de 1%. Essa discrepância claramente não é fruto de uma diferença na constituição populacional destes países, ainda mais que nenhum deles esteve envolvido em uma guerra no passado recente. Para corroborar essa informação, pode-se usar o próprio exemplo do Brasil que indicava no censo de 1991 que apenas 0,9% da população sofria com alguma deficiência. (BANCO MUNDIAL, 2011). Certamente não houve um aumento dessa magnitude no número de deficientes.

Essa carência de dados confiáveis e/ou padronizados impede a comparação entre os países e dificulta a adoção de políticas públicas para auxiliar o desenvolvimento destes indivíduos. No entanto, para priorizar o desenvolvimento de uma solução para algum destes grupos, optou-se por utilizar os dados publicados pelo IBGE no censo de 2010.

A pesquisa (IBGE, 2010) revelou que 23,9% dos residentes do Brasil possuíam pelo menos uma das deficiências investigadas: visual, auditiva, motora e mental ou intelectual. A ocorrência da deficiência variou de acordo com a natureza dela. A deficiência visual prevaleceu afetando 18,6% da população brasileira. Em segundo lugar ficou a deficiência motora, com incidência de 7,0% na população, seguida pela deficiência auditiva com 5,1% e da deficiência mental ou intelectual, com 1,4%.

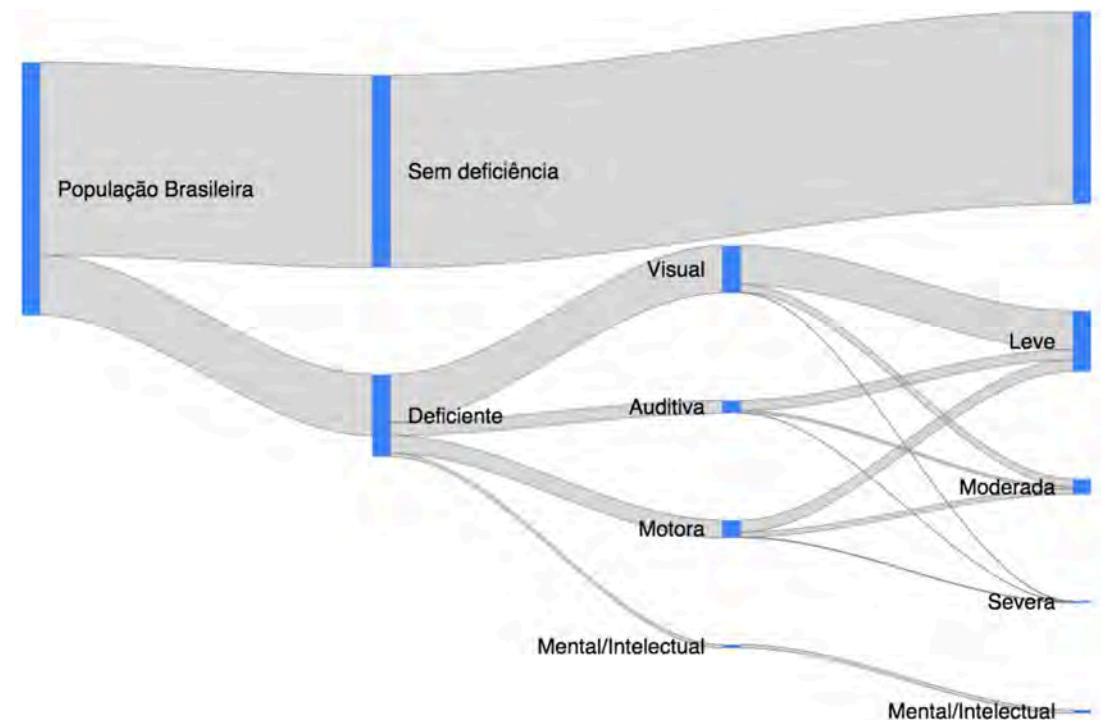
Dos 35.774.392 de pessoas que declararam ter dificuldade para enxergar, mesmo com o uso de óculos ou lentes de contato, 6.562.910 de pessoas apresentaram deficiência visual acentuada, sendo que 506.337 delas eram cegas (0,3% da população) e 6.056.533 tinham grande dificuldade para enxergar (3,2%).

Por outro lado, a deficiência motora acentuada foi assumida por 4.433.350 (de um total de 13.265.599) de pessoas, das quais 734.421 declararam não conseguir caminhar ou subir escadas de modo algum (0,4%) e 3.698.929 afirmaram ter grande dificuldade de locomoção (1,9%).

Por fim, verificou-se que dos 9.717.318 de pessoas que declararam ter algum tipo de deficiência física, 2.143.173 indicaram uma severidade intensa ou moderada. Ao todo são 344.206 pessoas surdas (0,2%) e 1.798.967 pessoas com grande dificuldade de ouvir (0,9%).

O gráfico de Sankey ilustrado na Figura 4.1 resume o que foi discutido acima. Repare que a incidência de entrada do nódulo deficiente não é igual a de saída. Isso se deve ao fato de que é possível uma pessoa possuir mais de uma deficiência. Em outras palavras, a quantia a esquerda deve ser interpretada como a contagem de pessoas que possuem pelo menos uma deficiência, enquanto no lado direito encontra-se a incidência de cada uma das deficiências.

Figura 4.1 – Composição da população brasileira por deficiência



Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados do Censo 2010 do IBGE

Partindo-se do pressuposto que a experiência de voo é afetada principalmente pelas deficiências de intensidade moderada ou severa, pode-se afirmar que as soluções que são voltadas para pessoas que apresentam deficiência motora ou visual são capazes de atingir mais pessoas. Dessa forma, é justificável, caso seja necessário, priorizar um destes dois tipos de usuário.

4.1.2.2 Persona

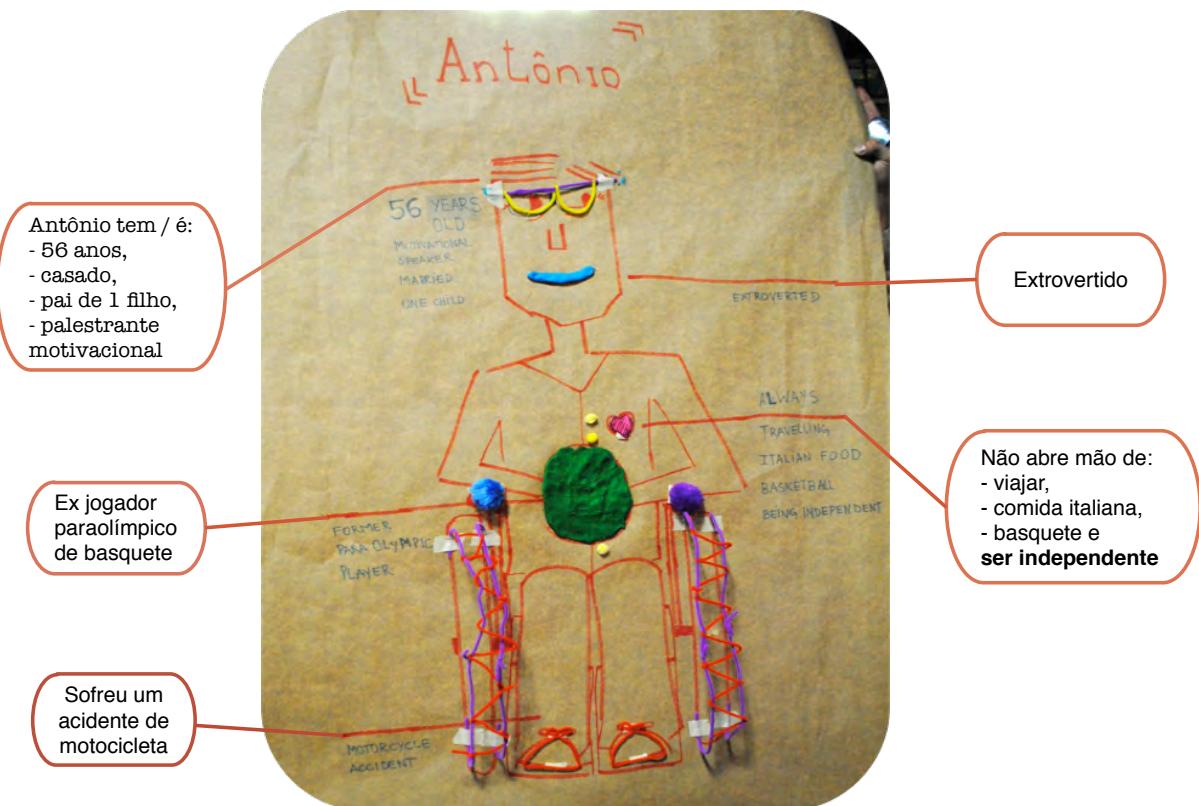
Antônio, 56 anos

Antônio (representado na Figura 4.2) é um homem de 56 anos que sofreu um trágico acidente de moto quando ainda era jovem que comprometeu o movimento de suas pernas. Mas isso não o impediu de ter uma vida repleta de conquistas. Casou quando todos esperavam que ficaria sozinho e teve um filho quando todos duvidavam de que poderia ter um. A dúvida, aliás, parece não fazer parte do vocabulário de Antônio, tanto é que a limitação dos seus movimentos não impediu que ele se tornasse um dos jogadores mais habilidosos do basquete paralímpico e um exímio cozinheiro de comida italiana.

A idade chegou e Antônio deve que abandonar o esporte profissional, mas o seu jeito extrovertido, aliado a uma história de vida tão rica, fizeram-no seguir uma nova carreira: a de

palestrante motivacional. Essa profissão o obriga a viajar pelos quatro cantos do mundo para a sua alegria e desconforto. Alegria porque considera que cada uma das viagens é uma aventura única que desperta sensações extraordinárias. Desconforto por causa dos perrengues a que é submetido no aeroporto e nos aviões que comprometem a sua autonomia. Mas Antônio tem um princípio de que não abre mão: ter sua independência.

Figura 4.2 – O perfil de Antônio



Fonte: acervo da equipe ME310

4.1.2.3 Benchmarking e Patentes

Para identificar as soluções existentes no mercado e diagnosticar a adequação delas às necessidades dos usuários, optou-se por pesquisar produtos/serviços comercializados para a aviação comercial e também para outros modais de transporte e áreas de lazer. Dessa forma, além dos aviões e aeroportos, ônibus públicos, vans adaptadas para deficientes físicos, cinemas, plataformas de trem/bondes e supermercados estão entre as áreas que foram pesquisadas. Por fim, foram pesquisadas patentes e soluções conceituais para servirem como fonte de inspiração.

A figura a seguir apresenta uma síntese do que foi pesquisado neste item. Para maiores detalhes, veja o Apêndice 8.1.

Figura 4.3 – Visão geral da etapa de *benchmarking*

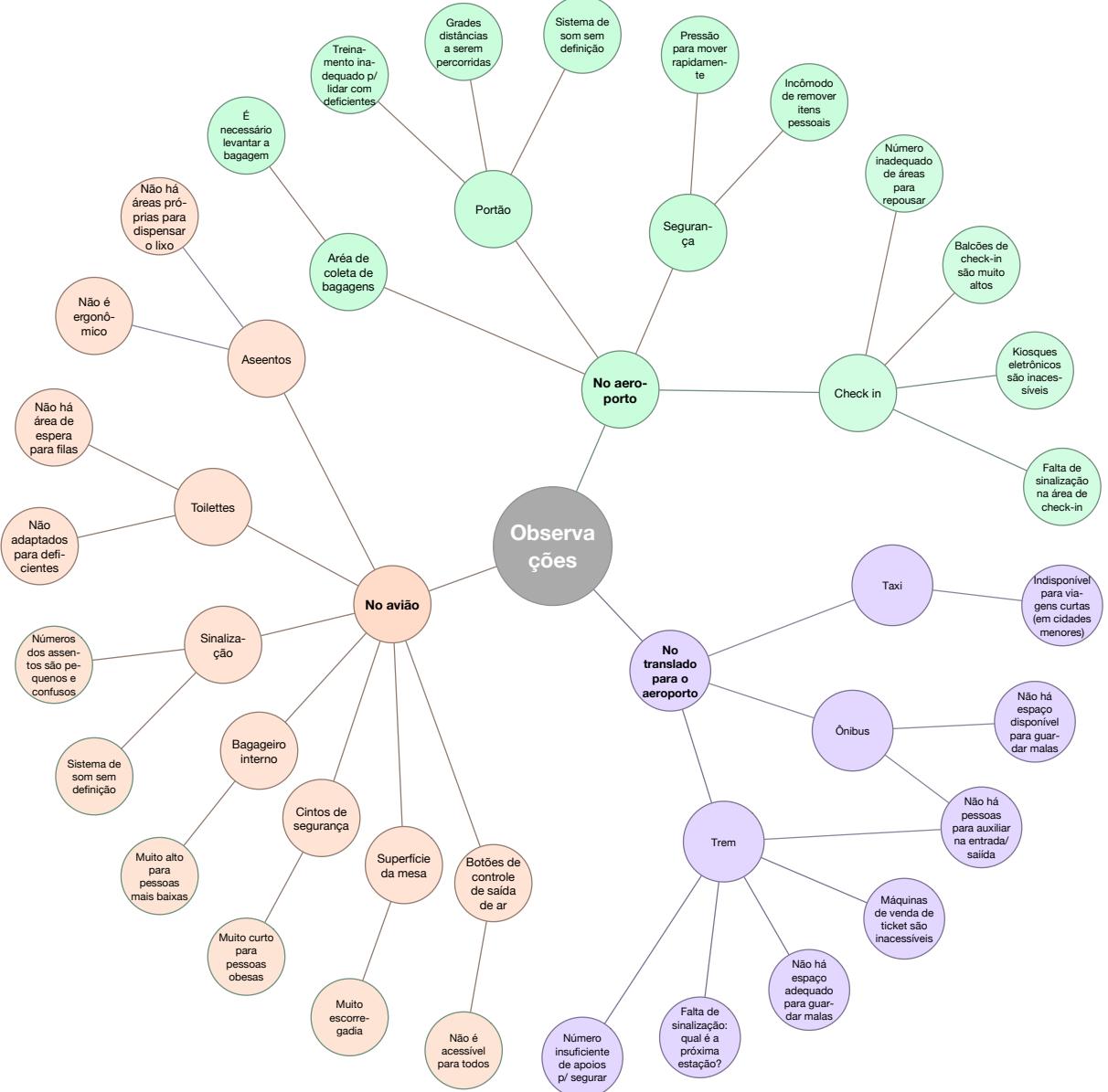


Fonte: elaborado pelo autor

4.1.2.4 Observações

A fim de se obter uma visão completa da experiência de viajar de avião tanto para pessoas sem deficiência quanto para pessoas com deficiência, cada um dos membros da equipe brasileira registrou observações durante uma viagem internacional. Os principais pontos levantados são apresentados na Figura 4.4. Além disso, para ter um melhor entendimento do processo a qual um passageiro é submetido quando viaja de avião, criou-se um *blueprint* do serviço (ver Apêndice 8.3).

Figura 4.4 – Síntese das observações



Fonte: acervo da equipe ME310

4.1.2.5 Entrevistas

Uma série de entrevistas foi conduzida pela equipe brasileira e pela equipe americana com potenciais usuários e com profissionais qualificados da área. Os principais pontos abordados nas entrevistas são apresentados a seguir:

4.1.2.5.1 Entrevistas com profissionais do ramo

Para iniciar o processo de descoberta de necessidades, optou-se por entrevistar uma funcionária da Boeing e outra da Universidade de Oregon.

Dianne McMullin é uma engenheira ergonomista da Boeing que trabalha a mais de quinze anos com tecnologias assistivas tendo contribuído para o desenvolvimento do modelo

787. Dianne compartilhou com o grupo as principais restrições que se deve ter em mente ao desenvolver algo para a indústria aeronáutica assim como os principais aborrecimentos que aos quais os usuários são submetidos. Elas são:

- De forma alguma reduzir o número de assentos. Companhias aéreas e consequentemente as fabricantes de aviões querem ter a maior ocupação possível na aeronave para maximizar o lucro. Quando um avião está no ar, o espaço interno é mais caro que o metro quadrado mais oneroso em Tóquio.
- O peso é um fator crítico e dessa forma a solução não pode aumentar significativamente o peso da aeronave.
- A sensação absoluta de desespero e desamparo quando uma bengala/ andador ou muletas são retirados da posse do usuário.
- Ser incapaz de viajar pode implicar na impossibilidade de visitar filhos ou netos, perder casamentos e não poder desfrutar das férias. Significa literalmente abrir mão de uma parte da vida. Tornar essa experiência melhor pode, em essência, devolver um pequeno pedaço daquilo que está sendo perdido.

Kate Hunter-Zaworski é a diretora do Centro Nacional de Transporte Acessível dos EUA e também trabalhou no projeto de tecnologia assistiva do Boeing 787. Ela forneceu uma série de dicas como fonte de inspiração para o projeto:

- Ao considerar a possibilidade de fixar a cadeira de rodas do próprio usuário, a capacidade da cadeira de resistir a impactos se torna um fator primordial a ser avaliado. No entanto, vale ressaltar que algumas cadeiras são capazes de resistir impactos de até 20Gs enquanto assentos convencionais resistem apenas a 16Gs.
- Bengalas dobráveis e outros dispositivos de mobilidade que podem ser armazenados na cabine podem servir de inspiração para uma solução interessante.
- Por que não é possível manobrar uma cadeira com apenas uma mão?

4.1.2.5.2 Entrevistas com usuários

Para cultivar a empatia com um potencial usuário, diversas entrevistas foram realizadas. Dado que o enunciado do problema apresentado ao grupo não restringia o escopo do projeto a um tipo de deficiência em particular, buscou-se uma diversidade de contatos que garantisse uma cobertura adequada. Para tanto, foram compreendidos no estudo cadeirantes, cegos, surdos e comissários de bordo. As entrevistas não só forneceram um indício de onde se encontravam os principais pontos críticos, mas também contribuíram com uma perspectiva hu-

mane do problema. Afinal, são eles que precisam lidar com as barreiras que são erguidas rotineiramente.

➤ Usuários de cadeira de rodas

Teri Adams é diretora adjunta do Escritório de Acessibilidade no Ensino de Stanford. Ela usa uma cadeira de rodas motorizadas no seu dia-a-dia, mas opta por cadeiras de rodas manuais quando viaja de avião. Em geral, considera que a experiência de voo oferecida pelas companhias aéreas deixa muito a desejar pelos motivos expostos abaixo:

- Enfatizou a persistência do problema de ter a sua cadeira de rodas e também de amigos danificada durante as suas viagens.
- Descreveu que a cadeira de rodas de corredor utilizada para movimentar as pessoas com mobilidade reduzida até o interior do avião como sendo algo extremamente degradante e embarçoso de usar, porque não foi projetada para comportar um adulto de tamanho médio.
- Frisou o impacto que o serviço prestado ao cliente tem sobre a experiência como um todo. As histórias mais dramáticas que vivenciou estavam diretamente relacionadas à falta de treinamento e conhecimento da tripulação do voo.
- Revelou a preferência dela e de viajar junto a janela para não obstruir a passagem de outros passageiros que querem andar pela cabine.
- Destacou a dificuldade de alcançar os controles durante um voo e a necessidade de ter um posicionamento mais acessível e intuitivo.

Scott Rains é um paraplégico que é fascinado pelo tema viagem para deficientes. Ele é um especialista em viagens e cruzeiros e um blogueiro de viagem ávido, muniendo uma comunidade de pessoas com deficiência com dicas sobre a melhor forma de viajar usando as soluções existentes no mercado. Ele viaja várias vezes por ano para trabalho e lazer. Entre os principais pontos que Scott aconselhou o grupo a considerar na solução de design estão:

- Surpreendentemente, os apoios de braços retráteis não são padrão nos voos apesar de a regulamentação exigir isso. Nesses casos, a transferência de um passageiro com mobilidade reduzida torna-se muito mais complexa. Scott expôs uma história de um amigo seu que bateu em um apoio de braço e precisou ser hospitalizado por duas semanas para tratar uma escara causada pelo choque.
- Mesmo que os apoios de braço retráteis estejam disponíveis no avião, muitas vezes os botões estão posicionados de forma não intuitiva fazendo com que nem mesmo a tri-

pulação saiba da existência dessa funcionalidade. Este mesmo problema ocorre com outros dispositivos de acessibilidade como extensores de cinto de segurança para prover suporte lombar ao passageiro.

- Todas as deficiências são distintas e por conta disso requerem soluções personalizadas. Usuários de cadeira de rodas comumente precisam de almofadas customizadas para prove-los com maior conforto. Esse tipo de solução também deveria ser adotado em voos de longa duração. Se as pessoas trazem a sua almofada para pescoço porque não podem trazer uma para sentarem sobre?
- Reenfatizou a vontade de passageiros sentarem no assento da janela para não ser atrapalhado por outros passageiros que queiram sair de seus assentos. A falta de controles acessíveis também foi mencionada.

Jose Luis Naranjo é um paraplégico T6 de 28 anos de idade. Ele estudou engenharia no MIT e trabalha no momento na Baía de São Francisco como um engenheiro mecânico/aeronáutico. A sua opinião sobre a experiência de voo é exposta a seguir:

- O armazenamento de cadeira de rodas no bagageiro do avião é extremamente ruim, os funcionários das companhias áreas literalmente só jogam as cadeiras de rodas lá dentro permitindo que elas se movam durante o voo. Frequentemente as cadeiras de rodas são quebradas.
- A tripulação de voo frequentemente não sabe lidar com as cadeiras de rodas e por conta disso já tentaram dobrar uma cadeira não dobrável, danificando-a.
- Ele usa frequentemente a cadeira de rodas de corredor e notou que por conta do centro de gravidade dela ser muito alto, é fácil capotá-la. Além disso, o usuário não se sente em controle quando a cadeira está sendo movimentada.
- As vezes apenas um lado da aeronave possui assentos com apoios de braço retráteis.
- O processo de embarque é extremamente apressado, a prioridade da tripulação e a de ter o avião pronto para decolagem no horário estipulado. Isso tem um impacto imenso no tempo que passam junto aos passageiros que possuem uma deficiência prestando a assistência que eles precisam.
- Manter controle sobre as suas posses é muito difícil uma vez que é preciso confiar essa tarefa à tripulação. São eles que precisam levar a bagagem do cadeirante e remover todos os itens soltos da cadeira de rodas antes de armazená-la no porão do avião. Essa falta de independência e controle sobre as suas posses é uma tensão contínua.

- Ele está acostumado a viajar e por conta disso toma as devidas precauções antes de cada voo, incluindo evitar ao máximo o uso do banheiro durante o voo.
- A solução deve permitir que as pessoas façam o máximo que consigam autonomamente, propiciando assim a sensação de independência e controle. “Qualquer que seja a mobilidade que me resta, eu quero ser capaz de usá-la.”.
- Uma solução ideal deve garantir que um passageiro com deficiência não seja segregado dos demais passageiros. Eles já sabem que são diferenciados, não precisam que alguém relembrar eles disso. A inclusão é essencial.

➤ Usuários surdos

Nanci Linke-Ellis faz parte do conselho de curadores da Associação de Perda de Audição dos EUA e é uma viajante surda. Ela forneceu informações sobre onde ações corretivas poderiam ser aplicadas para melhorar a experiência do passageiro surdo. Os principais pontos são:

- O componente serviço ao cliente é essencial e ao mesmo tempo fonte de uma grande quantidade de problemas. Uma vez, ela se aproximou do agente do portão para informá-lo de que ela era surda e que precisava ser notificada pessoalmente sobre qualquer anúncio. O agente do portão, em seguida, perguntou se ela precisava de uma cadeira de rodas. Os comissários de bordo não sabem como reagir ou são ignorantes sobre como lidar com pessoas com deficiência.
- Para um viajante com deficiência não basta conscientizar a tripulação sobre a sua condição, é necessário também apresentar uma solução possível para os problemas que surgem.
- Aviões, aeroportos, terminais, etc. precisam de uma melhor sinalização visual, com instruções. Isso não afeta apenas os surdos, mas também todos os passageiros que sofrem para ouvir as informações em meio aos ruídos de fundo dos aeroportos. O uso de um aplicativo de smartphone poderia ser uma solução interessante.
- Aumentar a independência é fundamental.

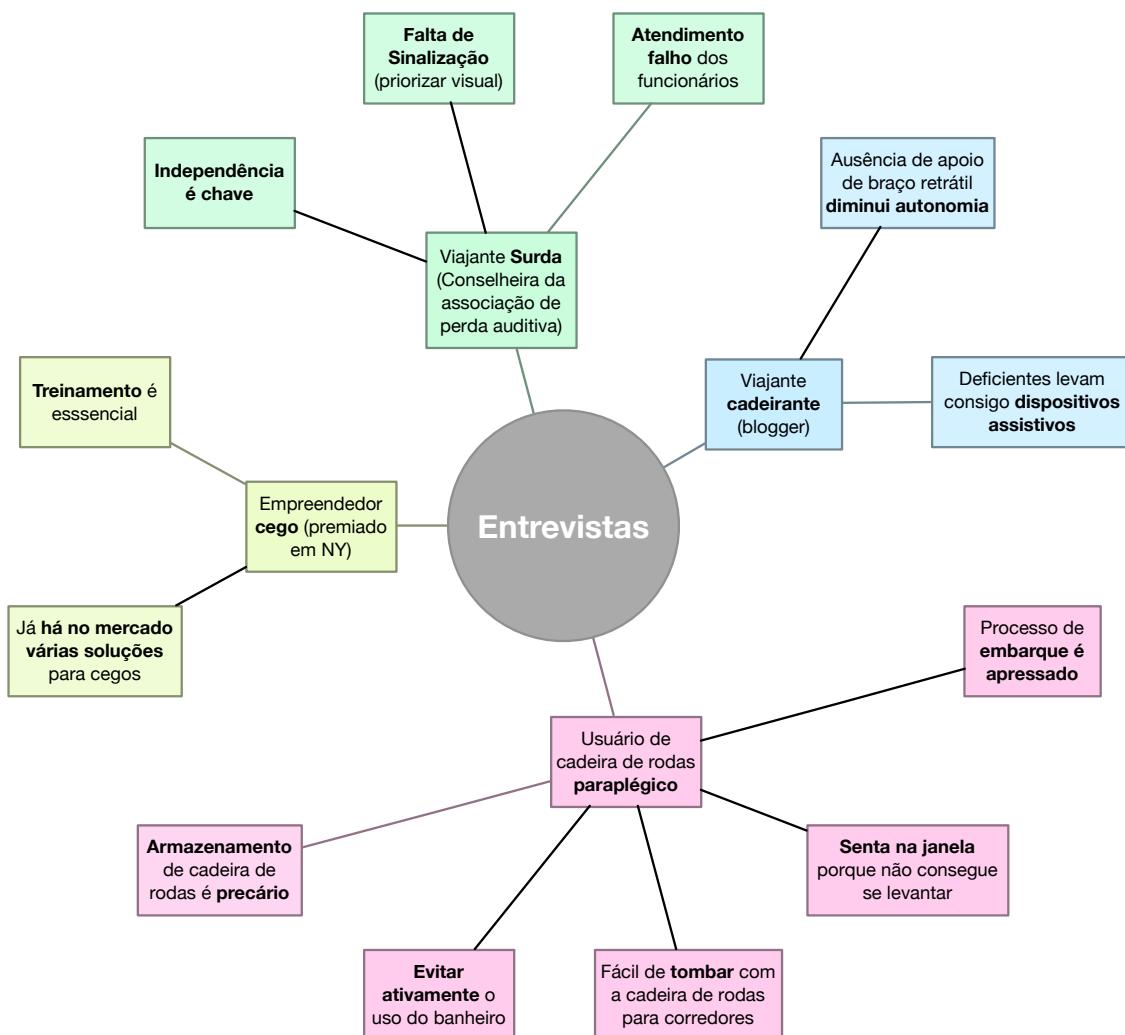
➤ Usuários cegos

Cheryl Echevarria é presidente da Divisão de Viagem e Turismo da Federação Nacional de cegos e é dona de uma agência de viagens especializada em prestar serviços para cegos. Para ela, a gama de produtos para deficientes visuais assim como o avanço na educação

para cegos permite que eles façam viagens sem que a independência deles seja comprometida. Cheryl enfatizou alguns dos pontos mencionados anteriormente e adicionou os seguintes:

- O serviço prestado ao cliente é um fator importante que pode construir ou arruinar uma experiência. A pessoa com deficiência deve estar ciente das regras e estar disposto a ensinar a tripulação o que é permitido durante o voo (p.ex. deixar a bengala sob o assento) e o que não é permitido.
- As pessoas cegas não devem ser encaradas como prioridade no desenvolvimento de uma solução por causa da gama de tecnologias já disponíveis.

Figura 4.5 – Diagrama resumo das entrevistas realizadas com deficientes



Fonte: acervo da equipe ME310

4.1.2.5.3 Entrevistas com funcionários da companhia aérea

Tendo em vista os comentários feitos pelos deficientes sobre a importância do serviço oferecido ao cliente em viagens, inclui-se na série de entrevistas outras partes interessadas. Ao todo quatro funcionários distintos de diferentes companhias aéreas foram entrevistados. São eles **Nikole Rubyn**, aeromoça da Virgin America; **Yonatan Godefia**, agente do portão de em-

barque da Virgin América; **Dena Silva-Heath**, aeromoça da Alaska Airlines e por fim uma aeromoça de uma companhia aérea brasileira que a pedidos teve a sua **identidade não revelada**.

Estas pessoas frequentemente interagem com passageiros com mobilidade reduzida, mas as suas boas intenções nem sempre colaboram para a prestação de um serviço melhor para estes passageiros. Os principais pontos abordados são listados a seguir.

a) No aeroporto:

- Nem todos os aeroportos estão aptos a receber passageiros com deficiência. Alguns deles não possuem os equipamentos necessários ou pessoal capacitado.
- Em alguns aeroportos não há uma quantidade suficiente de equipamentos para deficientes. Um entrevistado relatou um caso em que esperou 40 minutos por um elevador na pista para que o deficiente pudesse desembarcar.
- A cadeira de rodas de corredor é muito pequena para a maioria dos passageiros.

b) Aeronave:

- Nem todos os apoios de braço são retráteis. Em algumas aeronaves somente a primeira e segunda fileira possuem esse mecanismo.
- O toalete é muito pequeno para uma cadeira de rodas, o que torna necessário frequentemente que o banheiro seja usado com a porta aberta.
- Para os passageiros com deficiência visual existe a opção de ler as medidas de segurança em Braille. O que não é sabido entretanto é que a maioria dos cegos não é capaz de se comunicar em Braille.
- Ao lidar com surdos não há nenhum equipamento que facilite a interação. Os membros da tripulação precisam falar bem próximos do passageiro para que ele possa fazer uma leitura labial.
- Pessoas com pouca força nos membros superiores podem usar um cinto especial, mas algumas vezes a família dispensa o uso deste acessório e em outras a tripulação desconhece a existência dele.
- Atletas paraolímpicos geralmente conseguem chegar ao assento por conta própria e por conseguinte a companhia não impõe limites a esse tipo de passageiros. Usualmente a empresa não aceita um número de deficientes superior a 1/3 do total da tripulação do voo. Vale frisar que essa restrição vai contra a regulamentação da ANAC.

c) Diversos:

- O deficiente físico muitas vezes se sente humilhado ao ser carregado pelos corredores.
- Uma pessoa que acaba de se tornar deficiente é geralmente mais dependente e se sente mais constrangido com a situação do que os deficientes que já lidam com a deficiência por um tempo maior.
- Muitas pessoas não se preparam adequadamente para o voo e os agentes nos portões poderiam ajudar a mitigar este problema. Os deficientes muitas vezes não sabem que é necessário ter um cartão de crédito para comprar comida durante o voo e **não tem consciência que devem usar o banheiro ainda no aeroporto** (repare que o entrevistado culpa o passageiro pela sua falta de sensibilidade ao invés da fabricante de aviões por não oferecer um banheiro acessível).
- A tripulação possui outros 140 passageiros que precisam ser servidos durante o voo, tornando inviável assim a possibilidade de oferecer um tratamento diferenciado para passageiros que precisam de cuidados especiais.

4.1.2.6 Definição do problema

A partir das informações coletadas é possível restringir o escopo do projeto. Em primeiro lugar, a pesquisa *desk* revelou que a deficiência motora e visual são as deficiências de maior grau de severidade que possuem maior incidência na população brasileira. Por outro lado, as entrevistas realizadas apontam que a experiência de um cego não é tão precária quanto a de um deficiente físico. Dessa forma, pode-se definir como prioridade a elaboração de soluções que atendam a pessoas com deficiência motora caso não seja possível criar uma solução que conte com todas as deficiências.

Além disso foi possível verificar que ao longo da jornada de um cadeirante viajante, ele é submetido a uma série de barreiras. Estas barreiras estão summarizadas na Figura 4.4 e na Figura 4.5.

Tendo em vista o que foi discutido anteriormente, foram levantados os temas mais recorrentes para que eles pudessem servir como guia para o desenvolvimento do restante do projeto. Essa atividade resultou nos seguintes temas:

- a) **Serviço ao cliente:** A principal queixa dos potenciais usuários estava associado a qualidade do serviço prestado. Os funcionários ou não tem um treinamento

adequado ou não demostram a empatia que o usuário espera. A criação de soluções que ajudem a amenizar este conflito deve ser considerada.

- b) **Independência e controle:** A falta de independência e controle foram queixas recorrentes dos entrevistados. Dessa forma, qualquer que seja a solução desenvolvida, ela deve focar na melhoria da autonomia dos usuários permitindo que eles tenham a percepção de estarem em controle do ambiente ao seu redor e principalmente da situação. Afinal, “Qualquer que seja a mobilidade que me resta, eu quero ser capaz de usá-la.” (vide entrevista do Jose Naranjo). O sistema atual faz com que um deficiente se sinta totalmente dependente dos outros, sem controle e inseguro sobre o seu bem-estar durante voo.
- c) **Preferências de poltrona:** Uma das principais aprendizados obtidos durante as entrevistas envolve a preferência dos passageiros com deficiência ou mobilidade reduzida pelos assentos da janela ao invés do corredor. Isto se deve ao fato de eles se preocuparem em obstruir a passagem de outros passageiros que precisam se levantar ou movimentar. Há portanto uma oportunidade de criar uma solução que faça com que eles deixem de se sentir como sendo um estorvo.

Não-discriminatório

O último tema indica a necessidade de criar soluções não-discriminatórias. Passageiros com mobilidade reduzida sabem que possuem algo que os tornam especiais. Por conseguinte a solução não deve chamar a atenção para estes indivíduos.

Figura 4.6 – Temas abordados pela equipe

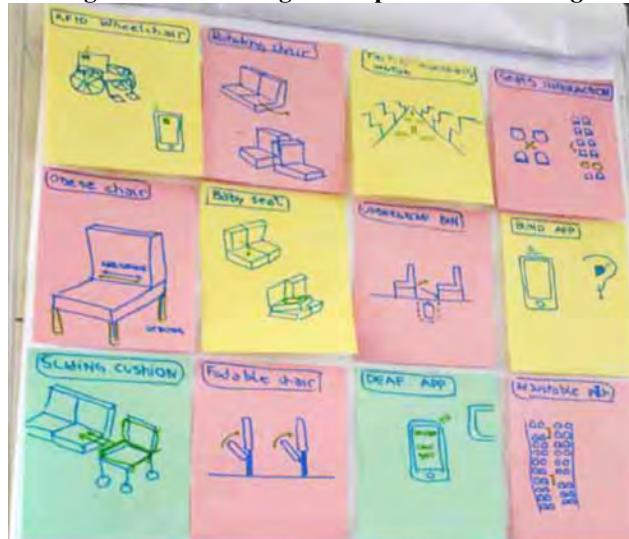


Fonte: acervo da equipe ME310

4.1.2.7 Brainstorming

Com o intuito de gerar ideias que pudessem abordar os temas propostos acima, uma sessão de *brainstorming* envolvendo a equipe brasileira foi realizada. O resultado dessa sessão é apresentado a seguir:

Figura 4.7 – Ideias geradas pelo *brainstorming*



Fonte: acervo da equipe ME310

- a) **Cadeira de rodas e carrinhos de bebê com RFID** para que se possa rastrear os passos de um objeto quando ele for perdido ou danificado.
- b) **Cadeiras giratórias** para permitir o acesso rápido a um assento da janela.
- c) **Dispositivos tácteis** para deficientes visuais poderem se localizar.
- d) **Assentos que estimulem a interação** entre os passageiros para tornar uma experiência de voo mais agradável.
- e) **Cadeiras próprias para obesos** que forneçam conforto e segurança ao usuário.
- f) **Assentos com compartimentos para bebês** poderem repousar durante o voo.
- g) **Bin no assoalho do avião** para reduzir o esforço necessário para guardar as bagagens de mão.
- h) **Aplicativo para cegos** obterem informações de forma mais confiável e apropriada.
- i) **Aplicativo para deficientes auditivos** com o mesmo intuito do item anterior.
- j) **Cadeira de transferência deslizante** para permitir um embarque/desembarque rápido e confortável.
- k) **Cadeira dobrável** (similar a de um cinema) para ampliar o espaço livre entre assentos.
- l) **Pitch ajustável** para aumentar o conforto de todos os passageiros durante o voo e tornar qualquer assento do avião mais acessível para cadeirantes (também conhecida como “assentos em trilhos”)

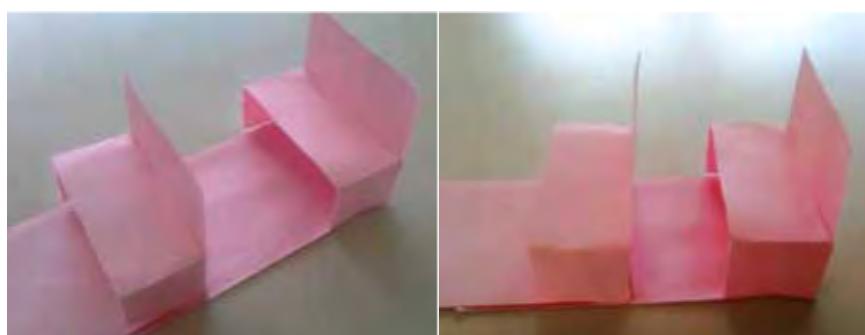
Após uma discussão sobre o custo benefício de cada uma das soluções, optou-se por desenvolver a ideia explicitada nos itens **i** e **I**. O racional por trás dessas escolhas estava associado à popularidade prevista dessas funcionalidades tanto para um passageiro comum quanto para um deficiente, visto que espaço para as pernas e falta de informação são problemas universais. Além disso, as soluções abordavam vários dos temas propostos no item anterior preferência das poltronas, não-discriminatório e independência e controle.

O aplicativo foi selecionado em virtude da frequência com que os entrevistados relataram se perder nos aeroportos, especialmente em viagens internacionais. Cabe ressaltar que passageiros com mobilidade reduzida ou com dificuldade de se comunicar (incluindo estrangeiros), precisam de um esforço significativamente maior para adquirir as informações que necessitam.

4.1.2.8 Protótipos

Tendo em vista os benefícios da prototipagem rápida, elaborou-se um modelo (Figura 4.8) usando apenas papel para representar a ideia escolhida. O conceito desenvolvido propõe o reposicionamento (compressão) de algumas fileiras de poltronas para que uma fileira em particular tenha mais espaço. Isso por sua vez permite que um cadeirante possa ser transferido mais facilmente e também que um passageiro ao seu lado possa levantar e alcançar o corredor sem dificuldades.

Figura 4.8 – Protótipo rápido do assento sobre trilhos

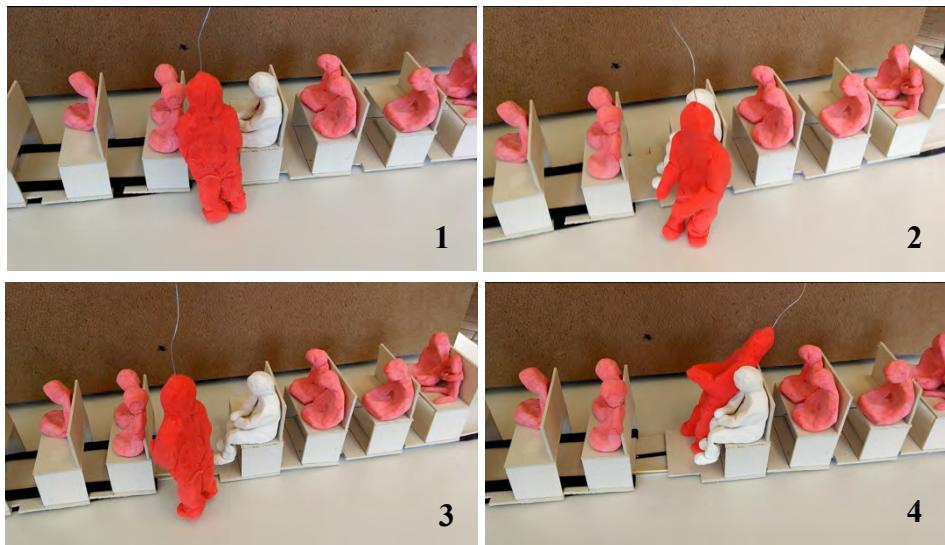


Fonte: acervo da equipe ME310

Após ter garantido o consenso da equipe em relação a solução a ser desenvolvida, prosseguiu-se com a construção do protótipo da função crítica usando ainda apenas materiais básicos. Com um papel espesso e cola, os assentos foram criados. Com uma fita de elástico, o mecanismo para distanciar/unir os assentos de modo sincronizado foi elaborado. Por fim, com um pote de massinha, bonecos representando os passageiros foram moldados. Com estes elementos foi possível simular algumas situações representativas como uma pessoa tendo dificuldade para sair do seu assento e uma pessoa grande sofrendo para acessar o assento da janel-

la. Para registrar estas situações e coletar *feedback* do usuário, optou-se por gravar em vídeo uma animação de massinha. Algumas imagens desse vídeo são mostradas a seguir:

Figura 4.9 – Sequência da animação: indivíduo tentando acessar o assento da janela



Fonte: acervo da equipe ME310

O terceiro protótipo, da experiência crítica, foi feito em escala real para tentar captar as sensações que um usuário teria ao usar o mecanismo. Para tanto foi simulado, usando móveis de escritório como cadeiras e suportes de CPUs, um idoso tentando chegar ao seu assento. Nessa simulação o idoso percorria um trecho no corredor e tentava sem sucesso chegar ao assento da janela. Em seguida, fazia um sinal para a tripulação ativar um mecanismo que separamava as poltronas. Em seguida, o usuário podia se aproximar de seu assento e sentar confortavelmente. Por fim, o usuário fazia outro sinal para os comissários e os assentos voltavam à posição original (vide Figura 4.10).

Figura 4.10 – Sequência do vídeo da experiência crítica



Fonte: acervo da equipe ME310

O quarto e último protótipo deste loop foi feito para simular um aplicativo para deficientes auditivos e cegos usando telas do PowerPoint. Procurou-se incorporar situações realistas ao protótipo como a simulação de mudança de portões e a indicação da posição do usuário em um mapa. Simulou-se também um passageiro tentado obter dados básicos de voo e informações sobre o aeroporto, tais como a localização do banheiro, a área de check-in, etc.

Figura 4.11 – Telas do esboço do aplicativo



Fonte: acervo da equipe ME310

4.1.2.9 Teste com usuários

O teste feito pelos integrantes do grupo com os protótipos revelou um conjunto de problemas que não haviam sido previstos anteriormente. Primeiro, a solução dos assentos nos trilhos gera um desconforto para usuários que estão apoiados nas janelas do avião. Segundo, para evitar que os usuários tenham a sensação de terem os seus pés arrastados, é necessário fazer com que o piso se move junto com os assentos. Semelhantemente, os números dos assentos precisariam acompanhar o movimento das cadeiras para não criar uma confusão. Além disso, verificou-se a impossibilidade de mexer as fileiras próximas as saídas de emergência para não obstruir a passagem. Para garantir o conforto do usuário, é necessário também reduzir ao máximo as vibrações durante o movimento. Por fim, a questão de quem seria responsável por comandar o movimento das cadeiras surgiu e trouxe à tona a impossibilidade de transferir o controle para os usuários.

Para avaliar a atratividade da solução para um potencial usuário, o vídeo foi mostrado para um cadeirante e também para funcionários da Embraer e a opinião deles foi requisitada. Em ambos os casos o *feedback* foi negativo, indicando assim que o grupo não havia compreendido perfeitamente as necessidades do mercado. O cadeirante não se impressionou com o mecanismo por acreditar que o maior problema não estava relacionado ao espaço entre bancos. Os funcionários da empresa por outro lado ficaram reticentes com o peso adicional que o mecanismo representaria.

O aplicativo por outro lado mostrou-se promissor por não haver nada semelhante no mercado. No entanto, notou-se a necessidade de dar uma atenção especial ao design das telas e dos botões dos aplicativos para garantir a acessibilidade para uma maior diversidade de usuários. Observou-se também que é necessário transmitir a informação tanto de forma sonora quanto visual para que o usuário não deixe de captar as mensagens. Por fim, verificou-se que o aplicativo deveria ter um botão de emergência para assistência imediata, de modo a reduzir a ansiedade em situações críticas.

Por motivos explicitados no item seguinte, o aplicativo não foi testado com usuários externos ao grupo.

4.1.2.10 Incertezas organizacionais

Na primeira fase do projeto, a equipe optou por não tentar identificar as expectativas dos professores. Essa incerteza aparentemente inofensiva veio à tona quando os instrutores afirmaram ter uma predileção por protótipos físicos por razões diversas e pediram para que o aplicativo fosse deixado de lado.

Por outro lado, em relação a integração da equipe brasileira e americana, observou-se o surgimento dos primeiros atritos desde cedo, indicando assim uma dificuldade em desenvolver o projeto em conjunto. De fato, as reuniões semanais tinham como tema preponderante a divisão das tarefas a serem feitas e não uma discussão para construir uma ideia em comum. Esta dinâmica foi mantida por quase todo o projeto.

4.1.3 Avaliação do aprendizado

Para finalizar o primeiro loop de aprendizado, discute-se a seguir o aprendizado obtido.

Conforme mencionado anteriormente, a pesquisa *desk* revelou que entre as deficiências ditas severas, as do tipo motora e visual são as que possuem maior incidência na população brasileira. Por outro lado, as entrevistas realizadas apontaram que a experiência de um cego não é tão precária quanto a de um deficiente físico. Dessa forma, estabeleceu-se como **prioridade** a elaboração de soluções que atendessem pessoas com **deficiência motora**. Por conta do contexto estratégico da inovação no Departamento de Engenharia de Produção, ficou acordado que o resultado do projeto deveria ser um **protótipo físico**. As críticas negativas recebidas pela equipe, sobre os protótipos que desenvolveu nesta fase, demonstraram que a equipe **falhou em identificar as necessidades e anseios** do público alvo e também da empresa. Dessa forma, esta incerteza teve que ser abordada no próximo ciclo seguinte. O detalhamento do aprendizado de cada uma das incertezas abordadas é exibido na tabela seguinte.

Tabela 4.2 – Primeiro *loop* de aprendizado: etapa de avaliação do aprendizado

Incertezas	Técnicas	Mercadológicas	Organizacionais	Recursos
9. Após os testes, analisar e avaliar o que foi aprendido	N/A	<p>1. A experiência de voo é de fato muito precária para deficientes. O processo desde o transporte até o aeroporto de partida até a saída do aeroporto de destino é falho. (ver síntese das observações e entrevistas)</p> <p>2. A deficiência motora e visual são as mais comuns. No entanto, usuários cegos relataram ter uma experiência de voo melhor que a dos demais deficientes.</p> <p>3. Os deficientes físicos não precisam necessariamente de um espaço maior na cabine. Eles desejam soluções que tornem o avião como um todo mais acessível.</p> <p>4. Existem algumas soluções no mercado para deficientes físicos, no entanto elas ainda estão longe de serem adequadas.</p>	<p>1. As equipes irão desenvolver projetos distintos ao longo do ano</p> <p>2. A equipe de professores espera que os alunos desenvolvam um protótipo físico seguindo os princípios do DT que resolva uma necessidade de um usuário deficiente.</p>	1. Há verba disponível na universidade, no entanto para capta-la é necessário se sujeitar a um processo extremamente burocrático.
10. Avaliar como o aprendizado impacta as hipóteses sobre as incertezas em cada uma das categorias	N/A	Incertezas mercadológicas permanecem altas devido a incompreensão do grupo sobre as necessidades do mercado. No entanto um conhecimento significado foi adquirido com esse primeiro <i>loop</i> .	Incertezas organizacionais foram incorretamente avaliadas como sendo baixas em um primeiro momento. Isso resultou no desperdício de esforços (prototipagem do aplicativo). Aparentemente as incertezas foram reduzidas	A incerteza quanto a disponibilidade de recursos para a viagem foi resolvida durante o <i>loop</i> . Não há necessidade de se preocupar com isto no futuro próximo.
11. Determinar como o aprendizado afeta a evolução global do projeto.	N/A	Um foco maior pode ser direcionado a deficientes físicos visto que eles são maioria tem uma experiência de voo consideravelmente pior do que os demais passageiros.	O foco deve ser direcionado para a criação de uma solução física. A ideia do aplicativo deve ser descartada.	O aprendizado reduziu as preocupações relacionadas ao financiamento do projeto.
12. Definir os próximos passos necessários para as iterações subsequentes.	A necessidade de criar um protótipo em escala real traz uma série de desafios que devem ser enfrentados.	É necessário ter um melhor entendimento sobre os pontos críticos aos quais os cadeirantes são submetidos.	Validar a percepção de que cada equipe trilhará seu próprio caminho.	Verificar a disponibilidade de materiais e equipamentos para prototipagem.

Fonte: elaborado pelo autor

4.2 O 2º *loop* de aprendizado: o protótipo azarão

4.2.1 Planejamento e priorização das incertezas

A tabela a seguir apresenta a primeira etapa do segundo *loop* do planejamento orientado por aprendizado. Cabe ressaltar que, diferentemente do primeiro *loop*, nessa fase a equipe foi incentivada a trabalhar em uma solução azarona, o que vai contra a sugestão de Rice *et al.* (2008) de priorizar as alternativas com maior custo-benefício em relação a custo e tempo. Ademais, destaca-se que a maioria das incertezas técnicas surgiram ao longo do *loop* e não necessariamente na etapa de planejamento, no entanto optou-se por inclui-las nesta tabela por uma questão de organização com o identificador (*).

Tabela 4.3 – Segundo loop de aprendizado: etapa de planejamento

Incertezas	Técnicas	Mercadológicas	Organizacionais	Recursos
A. Conduzir um loop de aprendizado				
1a. Pontos conhecidos	N/A	1. Experiência de voo de uma pessoa com deficiências 2. Tamanho do mercado 3. Soluções existentes no mercado (parcialmente) 4. A relevância do peso e espaço na aviação comercial.	1. Contexto estratégico da inovação 2. Expectativas das equipes de professores 3. Divisão de tarefas entre equipe brasileira e americana.	1. Verba de até R\$50'000 para prototipagem
1b. Pontos desconhecidos	1. Grau de conforto do banheiro giratório (*). 2. Espaço necessário para fazer a transferência (*). 3. Mecanismo para permitir o giro da parede (*). 4. Mecanismo para permitir que o usuário se gire (*).	1. Necessidades do cliente 2. Possíveis problemas com a higienização do banheiro giratório (*)	1. Contribuição da equipe americana ao desenvolvimento do projeto.	1. Competências da equipe estão alinhadas com o requisito do projeto. 2. Conhecimento para operar ferramentas. 3. Acesso a materiais ideais para prototipagem em escala real (*).
2. Grau de criticidade	Alta	Alta	Baixa	Média
3. Suposições	1. A sensação é similar a de uma cadeira giratória. 2. As dimensões do lavatório permitem um giro completo. 3. Há no mercado alguma solução que pode ser adaptada. 4. Um conjunto de engrenagens é suficiente para permitir o giro	1. Os deficientes necessitam de soluções que aumentem a mobilidade deles dentro da cabine, que aumentem a acessibilidade dos toalhetes e que evitem. 2. A higienização não é um problema essencial a ser considerado (*)	1. Equipe americana possui desavenças internas que comprometem desempenho. 2. Os grupos farão protótipos diferentes.	1. Há uma falta de engenheiros mecânicos na equipe brasileira. 2. Equipe possui o conhecimento necessário para operar ferramentas. 3. Marcenarias, lojas de construção e de ferragens possuem o material necessário para prototipagem.
4. Alternativas (Tendo em vista o DT, quando aplicável)	1. Realização de um <i>benchmarking</i> 2. Criação de modelos em CAD. 3. Prototipagem rápida. 4. Consulta a professores.	1. Conduzir entrevistas qualitativas com potenciais usuários 2. Fazer um <i>benchmarking</i> 3. Realizar observações em voos. 4. Pesquisar vídeos/relatos de deficientes nos aviões. 5. Idear e prototipar uma solução que valide as informações coletadas 6. Validar com os atores envolvidos.	1. Conversar e entender a situação da equipe americana.	1. Desenvolver protótipos e verificar se o conhecimento atual é suficiente. 2. Antecipar necessidade e desenvolver habilidades internamente. 3. Buscar especialistas fora do grupo (incluindo 4. Visita a lojas especializadas.
5. Abordagens selecionadas e enquadramento no DT	Idear e prototipar: 1,2,3,4.	Geração de Empatia: 1, 2 , 4; Definição do problema: Análise do resultado das abordagens selecionadas acima; Idear e prototipar: 5; Teste com usuários: 6.	Outros: 1.	Outros: 1, 3, 4.
6. Critérios	1. Grau de conforto declarado pelo usuário. 2. Binário 3. Binário 4. O mecanismo permite um idoso comum gire a parede.	1. Qualitativo baseado em entrevistas e em relatos de deficientes físicos. 2. Validação com a Embraer.	1. Há sinergia no grupo ou cada um trabalha independentemente. 2. Binário	1. Capacidade de criar soluções que funcionem. 2. Equipe tem acesso a equipamentos necessários para prototipagem (binário) 3. Binário.

Fonte: elaborado pelo autor

Novamente as incertezas mercadológicas foram consideradas altamente relevantes, mas diferentemente do 1º ciclo de aprendizado, um conjunto de incertezas técnicas foi identificado com um grau de criticidade alto. Isso está de acordo com o propósito do protótipo aza-rão, que incentiva os membros da equipe a explorar um espaço do design desconhecido. As incertezas proeminentes eram relacionadas a **necessidade do cliente, a questão da higienização do banheiro** (no início considerada pouco relevante, mas foi reconsiderada como sendo alta no final do ciclo), **a sensação do usuário** ao usar a solução, **o mecanismo para girar a parede, o espaço disponível** para efetuar o giro e as **habilidades do grupo** para a criação dos protótipos em escala real. A seguir são apresentadas as atividades que foram realizadas para lidar com estas incertezas.

4.2.2 *Condução das atividades⁴*

4.2.2.1 *Entrevista com cadeirante*

Cid Torquato é o secretário-adjunto da Secretaria de Estado dos Direitos da Pessoa com Deficiência de São Paulo. Ele é tetraplégico e constantemente viaja ao redor do mundo por conta de seu trabalho. Os principais pontos levantados na entrevista foram:

- Existem uma série de empecilhos que dificultam a aplicação da lei, as pessoas simplesmente não querem respeitá-la.
- Há uma falta de treinamento adequado (e até mesmo boa vontade) de muitas pessoas envolvidas na experiência de voo.
- **Deficientes físicos tomam medidas drásticas para não usar o banheiro durante o voo como usar fraldas, usar cateter para coletar a urina e até mesmo plugues para evitar a frustração de ter que ir ao toalete. A adoção dessa medida explicita quão precária é a acessibilidade das aeronaves.**⁵
- Normalmente a segurança dos aeroportos usará somente o detector de metais portátil e não exigirá que o cadeirante saia de sua cadeira. Contudo, Cid revelou ter tido uma péssima experiência em um de seus voos internacionais no qual foi obrigado a deixar a sua cadeira mesmo não sendo capaz de se movimentar. O seu acompanhante teve que que movê-lo para provar que não possuía nada no seu encosto para as costas.
- Algumas empresas possuem funcionários terceirizados para lidar com pessoas com deficiência. Eles são responsáveis por transportá-los dentro do aeroporto e também a atender aos outros pedidos feitos pelos deficientes.

⁴ Para tornar esta seção mais concisa, optou-se por omitir alguma das abordagens selecionadas.

⁵ Ênfase dada pelo o autor

- Existe uma falta de clareza do que pode e não pode ser feito durante o embarque/desembarque de um passageiro com mobilidade reduzida. Algumas companhias aéreas impedem que o passageiro leve a sua cadeira de rodas até o *finger*, afirmando que apenas a cadeira de rodas do aeroporto é permitida. No entanto é comum que o cadeirante vá até a porta do avião e lá se transfira para a cadeira de rodas de corredor

4.2.2.2 Benchmarking

Tendo em vista o relato acima, a equipe buscou elementos que pudessem propiciar uma visão da acessibilidade dos lavatórios dos aviões. A equipe também teve acesso às plantas dos aviões da Embraer, mas por uma questão de confidencialidade, essa informação não pôde ser compartilhada.

No entanto, a título de ilustração, é apresentado na Figura 4.12 duas configurações diferentes de lavatórios (CONCORDINO, 2013 e SUTRAKHK, 2010) . À esquerda, vê-se que o assento sanitário está posicionado na lateral do lavatório enquanto na imagem à direita ele está posicionado na parte traseira. Embora essa diferença pareça sutil, ela afeta a acessibilidade do lavatório, pois no primeiro caso o deficiente pode fazer uma transferência mais simples de 90°, enquanto no segundo ele é obrigado a girar 180°. Além disso, é possível verificar a ausência de apoios/barras para facilitar a transferência de deficientes físicos para o assento sanitário em ambas as configurações. Por fim, observa-se que o espaço é muito confinado, o que impede que uma cadeira de rodas seja posta dentro do banheiro.

Para aviões maiores (não se aplica à Embraer), verificou-se a existência de uma solução que permite aumentar o espaço de um lavatório pela abertura de uma porta sanfonada que dá acesso a outro banheiro (“Wheelchair Walker”, 2014). A Figura 4.13 ilustra esta solução.

Figura 4.12 – Banheiros com diferentes configurações



Fonte: 1. (CONCORDINO, 2013) 2. (SUTRAKHK, 2010)

Figura 4.13 – Banheiro de avião de porte maior acessível para cadeirantes



Fonte: ("Wheelchair Walker", 2014)

4.2.2.3 Observações

Tendo em vista a dificuldade de observar um cadeirante no ambiente do avião por conta da inexistência de um *mock-up* acessível em terra e de um orçamento grande o suficiente para financiar este estudo no ar, a equipe optou por pesquisar vídeos que pudessem elucidar como os deficientes físicos superam a inacessibilidade das aeronaves. Dentre os temas buscados, destacam-se os seguintes: transferência para o assento sanitário, embarque e desembarque, cadeira de rodas de corredor e cadeiras de rodas quebradas. O resultado dessa busca é apresentado a seguir:

Transferência para o assento sanitário

- Blog de um cadeirante alemão relatando a sua dificuldade de acessar os lavatórios e os corredores do avião. Possui vídeos e as respostas das cias. aéreas às suas reclamações. Disponível em:
<http://www.rechtaufklo.de/tag/airlines/>
- Vídeo de um paraplégico rastenjando pelo corredor para acessar o banheiro do avião:
<https://www.youtube.com/watch?v=bbfWIZm-P1c>
- Reportagem de rede britânica mostrando como voar é uma fonte de ansiedade e constrangimento para muitas pessoas com deficiência. Disponível em:
<http://news.sky.com/story/1001631/wheelchair-users-cant-access-plane-toilets>
- Vídeos mostrando usuários de cadeira de rodas se transferindo para o assento sanitário de um banheiro convencional. Disponível em:
 1. <https://www.youtube.com/watch?v=-b4jSu2aHvk>
 2. <https://www.youtube.com/watch?v=cWj8r-z7moo>

Dispositivos de mobilidade perdidos ou danificados

- Vídeo comovente de um correspondente da BBC paraplégico relatando uma péssima experiência que teve ao viajar a trabalho de Londre para Estocolmo. Tanto a sua cadeira de rodas quanto seu andador foram perdidos pela cia aérea. Disponível em:
<http://www.bbc.co.uk/news/magazine-19365786>
- Reportagem de rede americana sobre os danos causados às cadeiras de rodas em voos. Mostra a perspectiva de diferentes cadeirantes e uma cena revoltante de uma cadeira de rodas caindo do bagageiro do avião na pista e depois sendo posta novamente no bagageiro sem que o funcionário verifique a integridade dela. Disponível em:
<http://www.usatoday.com/story/money/business/2013/10/18/disabled-wheelchair-airlines-damage-air-carriers-access-act/2962483/>
- Vídeo relatando danos a cadeira de rodas no Reino Unido. Disponível em: <http://www.channel4.com/news/no-fly-britain-air-travel-for-disabled-passengers>

Embarque e desembarque

- Vídeos mostrando o embarque/desembarque de cadeirantes. Diponível em:
 - 1.<https://www.youtube.com/watch?v=DT0-HssUNbY>
 - 2.<https://www.youtube.com/watch?v=0f5rwj6aEZ8>
 - 3.<http://globotv.globo.com/tv-tapajos/jornal-tapajos-1a-edicao/v/deficientes-fisicos-reclamam-de-falta-de-estrutura-no-aeroporto/3145785/>

4.2.2.4 Definição do problema

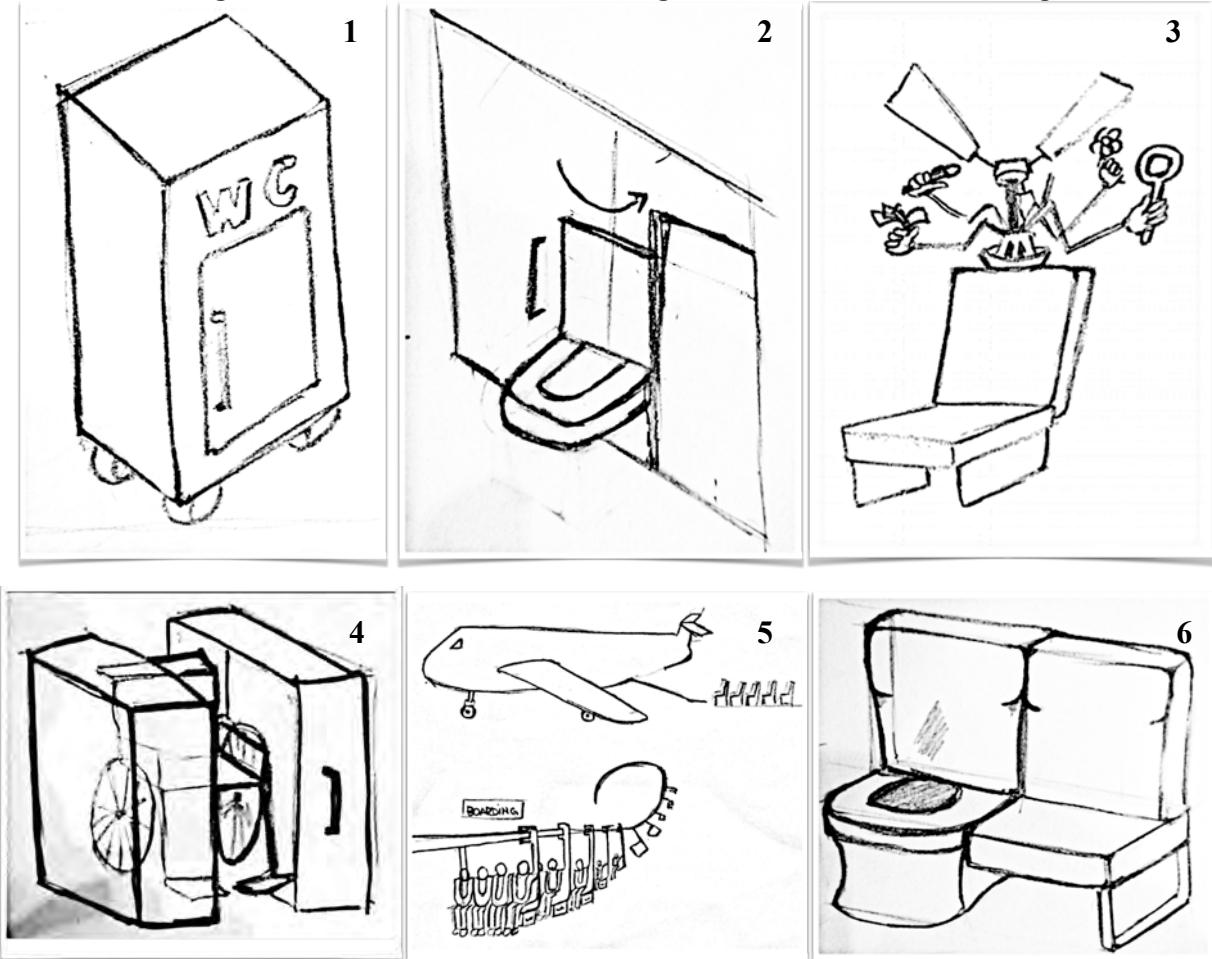
Tendo como base a pesquisa realizada até então, os pontos críticos puderam ser identificados como sendo a falta de mobilidade e acessibilidade às instalações/comodidades do avião e ao precário sistema de armazenagem de cargas, com destaque aos tópicos listados a seguir:

- a) A **inacessibilidade dos lavatórios** dos aviões é tamanha que os cadeirantes evitam a qualquer custo usá-lo.
- b) A **falta de espaço** nos aviões é tão acentuada que torna a analogia sardinhas em uma lata apropriada para descrever as condições que os passageiros são submetidos. Para os cadeirantes esta restrição implica na impossibilidade de usar as suas próprias cadeiras de rodas na cabine e na **dependência da cadeira de rodas de corredor**, cujo projeto é muito criticado pelos deficientes.
- c) A falta de mobilidade **limita a capacidade do deficiente interagir com o ambiente**, tornando tarefas simples como ajustar uma luz ou o fluxo de ar impraticáveis.

4.2.2.5 Geração de ideias

A partir do que foi exposto acima, conduziu-se uma sessão de *brainstorming* com foco em soluções azaronas que resultou nas ilustrações apresentadas na Figura 4.14. Estas alternativas são detalhadas na Tabela 2.1.

Figura 4.14 – Ilustração das alternativas geradas na sessão de *brainstorming*



Fonte: acervo da equipe ME310

Tabela 4.4 – Detalhamento das alternativas

#	Descrição	Prós	Contras
1	Banheiro modular móvel: permitiria levar o lavatório ao deficiente	Reduz o número de transferências necessárias e aumenta a autonomia do usuário	Falta de privacidade e higiene. Qualquer falha no equipamento gera transtornos imensos. Problemas com exaustão do cheiro e eliminação do esgoto.
2	Banheiro giratório: parede giratória com assento. Permite que o usuário se acomode no corredor onde há mais espaço e seja girado para dentro do toalete.	Maior privacidade uma vez que cadeirantes podem fechar a porta. Maior espaço para manobras, solução universal	Usuários podem se sentir desconfortável usando a solução. Peso adicional.
3	Cadeira universal: oferece diversos acessórios que melhoram o controle do usuário sobre o ambiente	Cada usuário é servido com módulos que atendam as suas necessidades.	Peso adicional. Tempo restante para conclusão do projeto e espaço necessário para integrar soluções.

4 Caixa protetora para cadeira de rodas: visa a redução dos danos causados as cadeiras de rodas.	Universalidade da solução (armazenagem de diferentes cadeiras de rodas). Usuários ficam menos frustrados e ansiosos.	Conhecimento da equipe em respeito aos diferentes modelos de cadeira de roda e ao processo de armazenagem das cadeiras.
5 Embarque modular: embarque ocorre ainda no aeroporto e em seguida módulo é acoplado ao esqueleto do avião.	Maior espaço para o embarque e desembarque.	Necessidade de fazer modificações estruturais nos aviões e aeroportos; similar ao protótipo assentos em trilhos (menor aprendizado) e peso adicional.
6 Assento sanitário integrado: privada acoplada a certos assentos.	Autonomia do usuário de usar o toalete a qualquer momento.	Peso adicional. Falta de privacidade e higiene. Qualquer falha no equipamento gera transtornos imensos. Problemas com exaustão do cheiro e eliminação do esgoto.

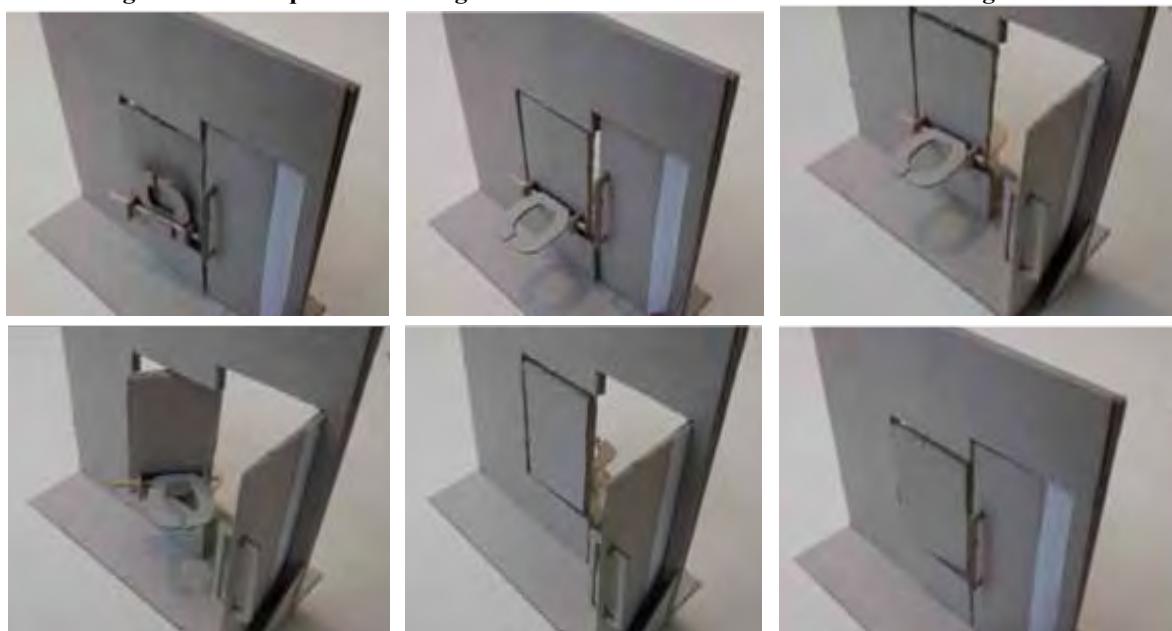
Fonte: acervo da equipe ME310

Tendo em vista a dimensão do problema da inacessibilidade dos lavatórios para os cadeirantes e os pontos levantados na tabela acima, optou-se por prosseguir com a alternativa do **banheiro giratório**.

4.2.2.6 Protótipos e testes com usuários

Para validar a alternativa escolhida, optou-se por construir um protótipo de papel que demonstrasse minimamente a funcionalidade do banheiro giratório. A Figura 4.15 ilustra o funcionamento da solução. Primeiramente, o assento é baixado, o deficiente posicionado e a porta é aberta. Em seguida a parede é girada e o cadeirante é posicionado em cima do vaso sanitário. Por fim, depois de ter usado o lavatório, o deficiente físico é girado de volta para o corredor para então ser transferido para a cadeira de transferência do corredor.

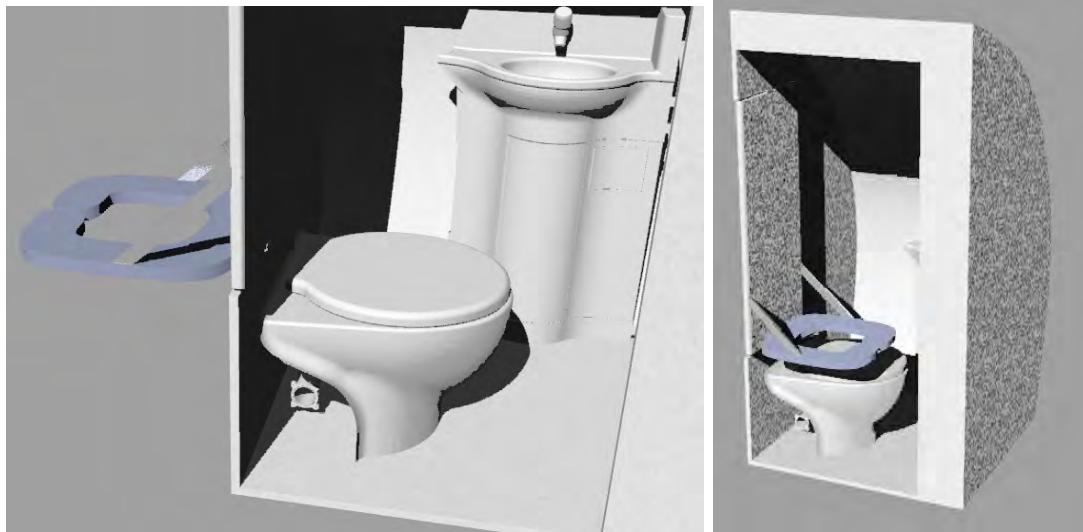
Figura 4.15 – Sequência de imagens mostrando o funcionamento do banheiro giratório



Fonte: acervo da equipe ME310

Este protótipo foi mostrado para um deficiente físico, que por sua vez indicou que a ideia era de fato promissora. Prosseguiu-se então com a construção de um protótipo em escala real. Tendo em vista a inexperiência do grupo na elaboração de protótipos desta escala, optou-se por desenvolver primeiramente um modelo em CAD do projeto (Figura 4.16), para então, com auxílio tanto de funcionários da universidade quanto de vendedores de lojas especializadas, desenvolver o protótipo em escala real.

Figura 4.16 – Modelo em CAD do banheiro giratório



Fonte: acervo da equipe ME310

Cabe destacar que o desenvolvimento do protótipo em escala real demandou da equipe um esforço considerável para identificar materiais e fornecedores adequados, assim como para adquirir o conhecimento exigido para operar as ferramentas necessárias para a montagem do protótipo. O resultado deste esforço é apresentado na Figura 4.17.

A primeira bateria de testes com o protótipo revelou a necessidade de desenvolver um apoio para os pés, para que os pés do deficiente físico não fosse arrastado com o movimento. Além disso, foi sugerido a criação de um mecanismo mecânico que permitisse que o usuário girasse a parede sem o auxílio de terceiros.

Tendo em vista estes *feedback*, a equipe procurou em um curto período abordar estas questões. Para tanto, a equipe prototipou rapidamente um apoio para os pés (Figura 4.18), projetou um mecanismo baseado em engrenagens para girar a parede e usando uma impressora 3D, imprimiu as peças que não foram encontradas no mercado (Figura 4.19).

Figura 4.17 – Protótipo em tamanho real do banheiro giratório



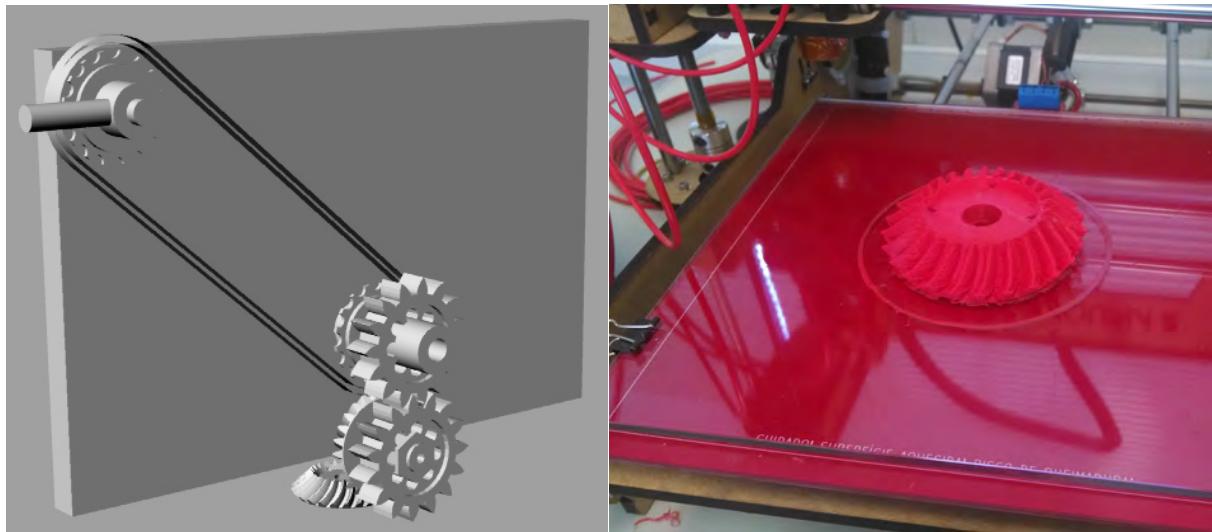
Fonte: acervo da equipe ME310

Figura 4.18 – À esq. 1^a versão do apoio de pés e à dir. 2^a versão do apoio de pés



Fonte: acervo da equipe ME310

Figura 4.19 – À esq. projeto do mecanismo para girar a parede e à direita peça impressa



Fonte: acervo da equipe ME310

Se por um lado o apoio de pés funcionou de modo satisfatório, por outro o projeto do mecanismo para girar a parede se mostrou falho. Como a equipe não possuía o conhecimento adequado para projetar um mecanismo que funcionasse, foi decidido que por hora esta funcionalidade seria abandonada.

Em seguida, conduziu-se uma segunda bateria de testes (vide Figura 4.20). Vale ressaltar que devido a incapacidade da equipe de garantir a segurança de um deficiente físico ao usar o protótipo, optou-se por realizar os testes com pessoas que não eram deficientes. Este desafio permaneceu pelo restante do projeto.

Figura 4.20 – Segunda bateria de testes



Fonte: acervo da equipe ME310

Os testes revelaram a necessidade do tornar o assento mais profundo para dar maior estabilidade ao usuário, assim como a de substituir os rodízios giratórios por rodízios fixo para tornar a transferência mais suave. Ademais foi verificado que o ângulo de apoio para os pés deveria ser ajustado de forma a proporcionar um conforto maior ao usuário.

Para captar a opinião de um potencial cliente, um vídeo que explicitava o funcionamento do mecanismo foi mostrado para um deficiente físico. Houve um interesse imediato na solução e surgiu um primeiro convite para que a equipe mostrasse o protótipo em uma feira.

No entanto, a terceira e última bateria de testes realizada com funcionários da Embraer, com o mesmo protótipo mostrado na Figura 4.20, acabou por comprometer a continuação do desenvolvimento dessa solução. Dois pontos cruciais determinaram o engavetamento do projeto: o espaço reduzido do banheiro não permitiria o giro completo da parede e a questão higiênica de expor o resto da cabine a uma parede possivelmente contaminada.

4.2.3 Avaliação do aprendizado

As atividades executadas no item anterior desvendaram os principais pontos críticos que impactam negativamente a experiência de voo do deficientes físicos. São eles a **mobilidade na cabine, a acessibilidade dos lavatórios e os danos causados às cadeiras de rodas** e/ou outros acessórios. Além disso, diferentemente do que o grupo havia suposto, a questão da higiene foi apontada como sendo fundamental pelos funcionários da Embraer. Do ponto de vista técnico, foi descoberto que o giro da parede demanda pouco esforço com a dobradiça pivotante. Todavia as **dimensões reduzidas do banheiro** impedem a rotação completa da parede. Já no que se diz respeito aos aprendizados sobre recursos, verificou-se que a equipe tinha **capacidade de prototipar**, muito embora houvesse **limitações** na capacidade de gerar soluções mecânicas complexas. Por fim, as incertezas organizacionais foram reduzidas com a comprovação do mau relacionamento entre os integrantes da equipe americana e a preferência deles em desenvolver dois protótipos distintos, um em cada universidade. Os demais aprendizados podem ser vistos na Tabela 4.5

Tabela 4.5 – Segundo loop de aprendizado: etapa de avaliação do aprendizado

Incertezas	Técnicas	Mercadológicas	Organizacionais	Recursos
9. Após os testes, analisar e avaliar o que foi aprendido	O banheiro giratório é atrativo para os cadeirantes. É possível girar sem muito esforço, muito embora a equipe tenha sido incapaz de permitir que o próprio usuário faça o giro. No entanto, verificou-se a	De fato os pontos críticos são a mobilidade na cabine, a acessibilidade dos lavatórios e a falta de cuidado no manuseio dos dispositivos de mobilidade. A questão da higiene foi apontada como fundamental pelos funcionários da Embraer.	A equipe americana possui problemas de relacionamento interno o que faz com que cada um dos integrantes trabalhem individualmente em uma parte do trabalho. As equipes	A equipe possui acesso as ferramentas e materiais para prototipagem. No entanto, há limitações na capacidade da equipe desenvolver soluções mecânicas.

	ausência de espaço no lavatório para permitir o giro.			
10. Avaliar como o aprendizado impacta as hipóteses sobre as incertezas em cada uma das categorias	Os usuários gostam da ideia do banheiro giratório. As dimensões do lavatório não permitem o giro. A dobradiça pivotante permite um giro suave. O projeto com engrenagens desenvolvido pela equipe é insuficiente para permitir o giro. Incerteza permanece alta.	Incertezas mercadológicas são reduzidas consideravelmente com a comprovação da hipótese.	A hipótese foi comprovada e não há motivos para acreditar em uma melhoria no relacionamento entre os integrantes. A incerteza organizacional é reduzida.	A incerteza quanto a disponibilidade de materiais e acesso a ferramentas foi resolvida. Não há necessidade de se preocupar com isto no futuro próximo.
11. Determinar como o aprendizado afeta a evolução global do projeto.	A solução do banheiro giratório é posta de lado por hora.	Há um entendimento maior do grupo do que o deficiente valoriza permitindo o desenvolvimento de outras soluções.	A equipe brasileira opta por trilhar o seu próprio caminho.	O aprendizado reduziu as preocupações relacionadas à capacidade da equipe em prototipar.
12. Definir os próximos passos necessários para as iterações subsequentes.	É necessário recomeçar do zero.	É necessário validar as novas ideias com os potenciais usuários. O foco deve ser direcionado para a mobilidade na cabine.	N/A	N/A

Fonte: elaborado pelo autor

Estes aprendizados tiveram como principal implicação o voto a continuidade do protótipo zebra, já que as incertezas técnicas permaneceram em um patamar muito alto, sem que se soubesse como resolvê-las. Ademais, ficou definido que cada uma das equipes desenvolveria a sua própria solução.

4.3 O 3º *loop* de aprendizado: o protótipo integrado

4.3.1 Planejamento e priorização das incertezas

Visto que tanto o primeiro ciclo quanto o segundo resultaram em protótipos que foram descontinuados, em vez de combinar componentes dos protótipos para formar um protótipo integrado, mesclou-se o aprendizado dos outros dois *loops* para a elaboração de um novo conceito. As incertezas identificadas na com um “(*)” surgiram após o início do *loop*.

Tabela 4.6 – Terceiro *loop* de aprendizado: etapa de planejamento

Incertezas	Técnicas	Mercadológicas	Organizacionais	Recursos
A. Conduzir um <i>loop</i> de aprendizado				
1a. Pontos conhecidos	1. As dimensões do lavatório são muito restritas.	1. Experiência de voo de uma pessoa com deficiências 2. Tamanho do mercado 3. Soluções existentes no mercado (parcialmente) 4. A relevância do peso e espaço na aviação comercial. 5. Os pontos críticos da experiência de um cadeirante são: a mobilidade na cabine, a acessibilidade dos lavatórios e a integridade dos dispositivos de mobilidade durante o transpor-	1. Contexto estratégico da inovação 2. Expectativas das equipes de professores 3. Divisão de tarefas entre equipe brasileira e americana. 4. Relacionamento ruim entre integrantes da equipe americana.	1. Verba de até R\$50'000 para prototipagem 2. Disponibilidade de materiais e equipamentos para a elaboração dos protótipos 3. Competência limitada para criação

		te. 6. Há uma grande preocupação com a higiene no avião por ser um ambiente fechado.		de mecanismos mecânicos sofisticados.
1b. Pontos desconhecidos	1. Mecanismos que permitem transferência lateral. (*) 2. Facilidade de alinhar mecanismos de transferência. (*) 3. Força necessária para realizar a transferência? (*)	1. Quais elementos devem ser melhorados prioritariamente para melhorar a mobilidade na cabine	N/A	N/A
2. Grau de criticidade	Alta	Média	Baixa	Baixa
3. Suposições	1. Há no mercado soluções que podem ser adaptadas para melhorar a mobilidade. 2. É possível alinhar duas cadeiras em uma situação normal de voo e realizar uma transferência. 3. É necessário reduzir o atrito entre a base da almofada e a estrutura das cadeiras e do mecanismo rolante/deslizante.	1. A cadeira de rodas de corredor deve ser reprojetada.	N/A	N/A
4. Alternativas (Tendo em vista o DT, quando aplicável)	1. Gerar ideias de mecanismos de transferência lateral 2. Pesquisar mecanismos de transferência usados no mercado. 3. Validar adequação de mecanismos com vendedor 4. Construir protótipo com principais funcionalidades 5. Testar transferência com algum dos mecanismos	1. Buscar mais relatos que comprovem essa hipótese. 2. Entrevistar outros deficientes físicos para validar a hipótese. 3. Observar cadeirantes no voo	N/A	N/A
5. Abordagens selecionadas e enquadramento no DT	Benchmarking: 1; Idear e prototipar: 2,3,4; Testar com o usuário: 5.	Geração de Empatia: 1; Definição do problema: Análise do resultado das abordagens selecionadas acima.	N/A	N/A
6. Critérios	1. Deve permitir uma transferência com uma tolerância de alinhamento na casa dos centímetros. 2. É possível manobrar uma cadeira e deixá-la alinhada com o assento do avião com uma precisão de centímetros. 3. Um idoso comum é capaz de fazer a transferência lateral sem auxílio de terceiros.	1. Qualitativo baseado nos relatos de deficientes físicos.	N/A	N/A

Fonte: elaborado pelo autor

É possível notar na Tabela 4.6 que as incertezas organizacionais e de recursos foram consideradas desprezíveis quando comparadas as mercadológicas e as técnicas. Dessa forma, questões como **quais elementos da cabine** devem ser aperfeiçoados para melhorar a mobilidade dentro da cabine (*), **que tipo de mecanismo** leve permite uma transferência lateral suave (*) e **como alinhar** as cadeiras para realizar uma transferência lateral prevaleceram (*).

4.3.2 Condução das atividades

4.3.2.1 Definição do problema

O revés vivenciado nas duas fases anteriores incentivou a equipe a abordar outro ponto crítico na experiência de voo dos deficientes físicos: a questão da mobilidade na cabine. Os deficientes físicos são obrigados hoje a suportar um ambiente hostil que confisca deles o controle, a autonomia, a independência que eles tanto valorizam, fazendo com que eles se sujeitem a situações vexatórias e perigosas. E para piorar, muitas vezes ficam reféns de funcionários que, embora tenham boas intenções, não possuem o treinamento adequado para prestar o auxílio adequado.

4.3.2.2 Pesquisa desk

A pesquisa desk revelou uma grande insatisfação dos deficientes físicos com o fato de precisarem ser muitas vezes carregados/levantados durante o embarque e desembarque (vide a Figura 4.21). Uma passageira usuária de cadeira de rodas publicou o seguinte relato: “*Eu estou apreensiva em passar pela segurança, apreensiva em ser transferida para o meu assento no avião. Será estranho com todo mundo olhando para mim?*” (KLEINERMAN, 2010). Semelhantemente, uma usuária compartilhou em uma rede social sua frustração com o serviço de transporte aéreo oferecido para cadeirantes afirmando que voar é uma das coisas mais indignas a que é submetida, uma vez que é carregada sobre a cabeça das pessoas até ser apoiada no assento (APPLEYARD-FOX, 2012).

Figura 4.21 – Cadeirantes sendo carregados



Fonte: 1. (KLEINERMAN, 2010) 2. (“Shelley’s Blog”, 2012)

Esta insatisfação é evidenciada também em uma série especial de reportagens (CHANNEL 4, 2012) sobre as condições de voo para cadeirantes gravada durante a fase de preparação para as Paraolimpíadas, sediada em 2012 em Londres. Em uma destas reportagens

um número alarmante foi divulgado: seis em cada dez deficientes afirmaram ter tido a cadeira danificada; seis em cada dez pessoas também afirmaram que se sentiam inseguras quando eram transferidas de suas cadeiras para os assentos dos aviões; 9 em cada 10 afirmaram que se sentiam incapazes de usar o toalete do avião e por conta disso evitam comer e beber antes e durante os voos.

Figura 4.22 – Estatísticas sobre a experiência de voo dos cadeirantes

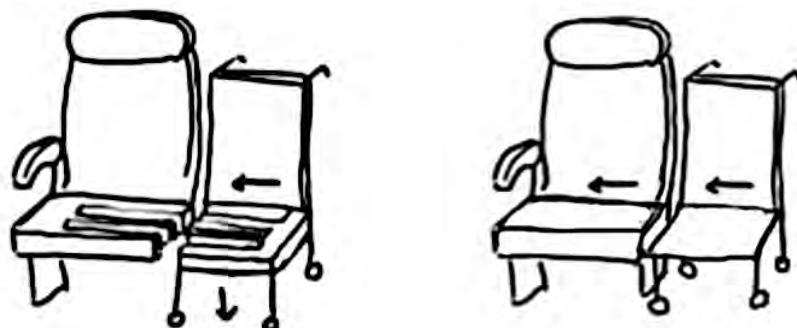


Fonte: Elaborado pelo autor com base em Channel 4 (2012)

4.3.2.3 Brainstorming

Tendo em vista o que foi exposto acima, a equipe procurou idear soluções que pudessem contribuir para a melhoria da mobilidade na cabine. Este esforço resultou em duas alternativas ilustradas na Figura 4.23. Ambas abordam a oportunidade de redesenhar a cadeira de transferência do corredor para facilitar a transferência de um assento para o outro. Pretendia-se deste modo reduzir o risco de acidentes com a transferência, agilizar o processo de embarque, tornar os deficientes físicos mais independentes, aumentar a gama de assentos disponíveis para eles e evitar situações embaraçosas como ser carregado pelo corredor do avião.

Figura 4.23 – Produto da sessão de ideação



Fonte: acervo da equipe ME310

A diferença entre as duas soluções é que aquela representada no esboço à esquerda prevê um sistema de transferência macho fêmea, no qual as cadeiras se acoplam e o usuário é transferido de uma cadeira para outra com o movimento vertical da cadeira rodas de corredor.

Por outro lado, a alternativa ilustrada à direita da Figura 4.23 prevê apenas o deslizamento lateral de uma base.

Tendo em vista a menor complexidade da segunda opção e as limitações da equipe no que concerne o desenvolvimento de soluções mecânicas, optou-se por desenvolver uma solução que permitisse ao usuário se transferir lateralmente de uma cadeira para outra. O passo seguinte consistiu na busca de produtos similares que pudessem viabilizar essa ideia.

4.3.2.4 *Benchmarking*

Mecanismos de transferência são amplamente utilizados na indústria e nos centros de distribuição para movimentar grandes quantidades de matérias primas e produtos acabados. Apresenta-se a seguir alguma destas soluções:

4.3.2.4.1 Mecanismos de transferência

A guia linear, representada na Figura 4.24, é um sistema de movimentação fundamentado no princípio do rolamento, possuindo contatos de ponto pelo uso de esferas, gerando assim diversas benefícios como diminuição do atrito, suavidade na movimentação, alta precisão de posicionamento, a alta capacidade de carga, trabalho em alta velocidade, além de outros benefícios (SFERATECH, 2012). Embora essa solução parecesse adequada, uma visita a um fornecedor de guias lineares revelou que este mecanismo não era apropriado para aplicação desejada devido a precisão na ordem de milímetros necessária para realizar a transferência.

Figura 4.24 – Guia linear



Fonte: (SFERATECH, 2012)

Mesas de roletes (Figura 4.25, à esq.), por outro lado, são leitos compostos de elementos rolantes nos quais as cargas, sob uma base plana e rígida, se movimentam por impulso humano, gravidade ou eletricidade. Em geral, são utilizados como equipamentos de movimentação entre postos de trabalho ou deslocamentos em médias distâncias. Ainda que possam transportar cargas de até 10t, são mais utilizados para cargas pequenas e médias, que apresentam superfície plana e rígida. (VAP, 2008).

Por fim, as mesas com esferas transferidoras (Figura 4.25, à dir.) permitem um transporte em qualquer direção horizontal com pouco esforço. Elas são convenientes para aplicação em pontos de transferência, em sistemas de transporte, construção de máquinas, equipamentos de embalagens, etc. (LOGISMARKET, 2013).

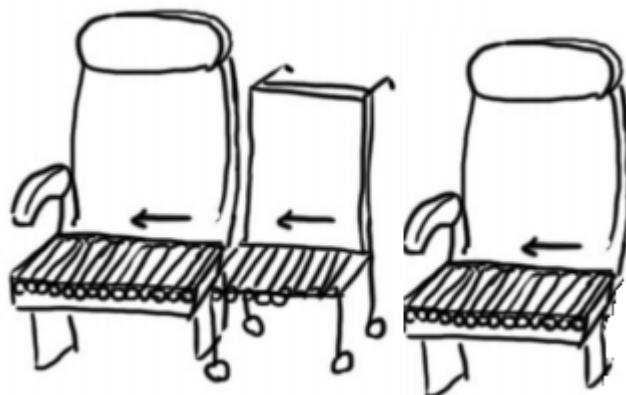
Figura 4.25 – À esquerda mesa de roletes e a direita mesa com esferas transferidoras



Fonte: 1. Sawmart (2013)⁶ 2. WTT (2014)⁷

A comparação da mesa de roletes com a mesa de esferas revela que o custo inicial e de manutenção da primeira é significativamente menor do que a da última. Além disso, verificou-se uma grande dificuldade de encontrar as esferas de transferência em estoque nas lojas especializadas em São Paulo. As empresas consultadas pediam prazos muitas vezes superior a 30 dias para entregar o produto. Dessa forma, foi decidido que a solução com roletes seria desenvolvida, vide o esboço apresentado a seguir:

Figura 4.26 – Mecanismo de transferência com roletes.



Fonte: acervo da equipe ME310

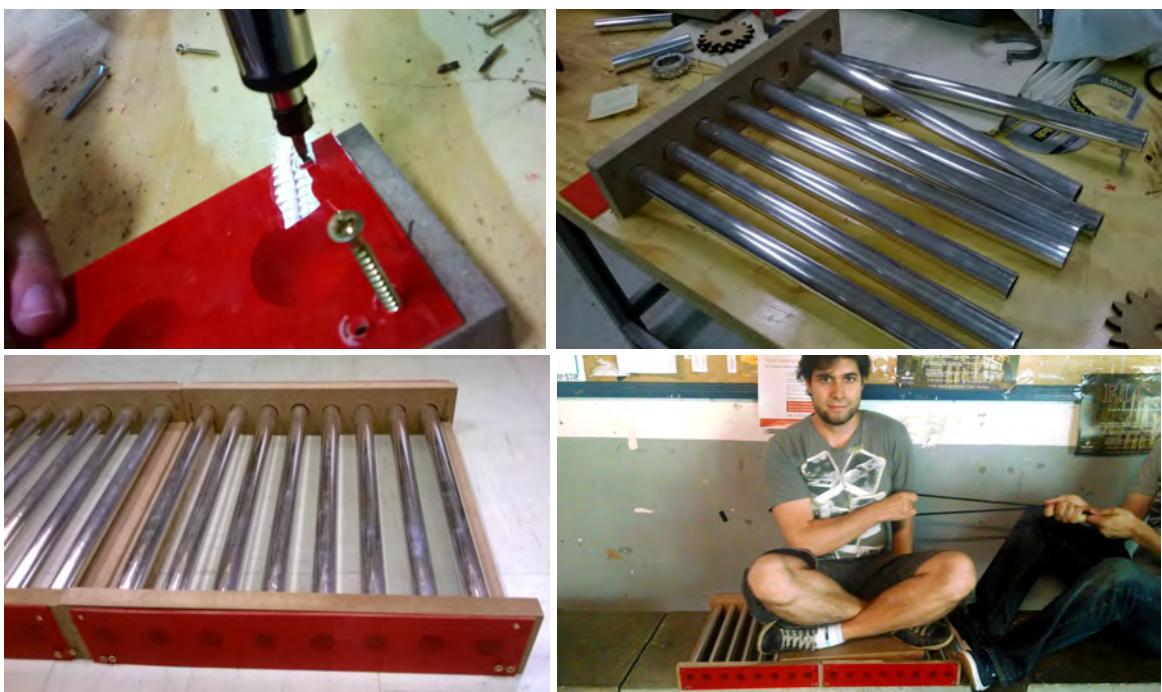
⁶ http://www.sawmart.co.uk/product_info.php?cPath=207&products_id=58

⁷ http://www.wtt-foerdertechnik.de/produkte_en/objectfiles/167/image_103.JPG

4.3.2.4.2 Prototipação e teste com usuários

Usando materiais simples como retalhos de madeira, tubos de alumínio e parafusos, construiu-se uma estrutura para simular a transferência lateral. A Figura 4.27 mostra tanto o algumas etapas da construção do protótipo, quanto o protótipo pronto e ele sendo testado.

Figura 4.27 – Prototipagem rápida e teste



Fonte: acervo da equipe ME310

Os testes preliminares mostraram que era necessário aperfeiçoar o mecanismo de transferência devido a força requerida para deslizar lateralmente. Dessa forma, com o intuito de reduzir o atrito, adicionou-se rolamentos ao sistema (veja Figura 4.28).

Figura 4.28 – Adição de rolamentos ao mecanismo



Fonte: acervo da equipe ME310

A segunda bateria de testes foi realizada também com os próprios membros da equipe devido ao curto prazo para a finalização do protótipo, conforme mostrado na Figura 4.29.

Figura 4.29 – Teste do mecanismo com roletes



Fonte: acervo da equipe ME310

4.3.3 Avaliação do aprendizado

Para finalizar o terceiro *loop*, discute-se a seguir os principais aprendizado obtidos (para mais detalhes, ver Tabela 4.7). Do ponto de vista mercadológico, pôde-se comprovar que deficientes físicos possuem uma **mobilidade muito debilitada dentro da cabine** e que isso é uma fonte de insatisfação para muitos deles. Do ponto de vista técnico, uma série de descobertas foram feitas. Primeiro, notou-se que a **transferência lateral** era de fato uma **solução possível**, sendo no entanto necessário se atentar ao espaço entre a base da almofada e as paredes do mecanismo para evitar um atrito exagerado e, ao mesmo tempo, evitar gerar folgas inoportunas. Além disso, ficou constatada a necessidade dos **apoios de braços** de ambas as cadeiras serem **retráteis** para permitir a transferência. Semelhantemente, verificou-se que é necessário se atentar ao **alinhamento das cadeiras** durante as transferências. Por fim, pôde-se atestar a efetividade dos **rolamentos** na redução do atrito na transferência e ao mesmo tempo um **efeito colateral indesejado**: um aumento considerável do peso do sistema.

Embora tenha havido um acréscimo das incertezas técnicas nessa fase, o grupo considerou que elas eram gerenciáveis e, por conta disso, continuou apostando as suas fichas nesta solução.

Tabela 4.7 – Terceiro loop de aprendizado: etapa de avaliação do aprendizado

Incertezas	Técnicas	Mercadológicas	Org.	Rec.
9. Após os testes, analisar e avaliar o que foi aprendido	1. Os roletes combinados com rolamentos permitiram uma transferência lateral com pouco esforço. 2. O espaço entre a base da almofada e o mecanismo deve ser considerado 3. A almofada deve ser firme o suficiente para que o usuário não sinta os cilindros; 4. O alinhamento correto entre a cadeira do corredor e do assento é fundamental para permitir a transferência; 5. O apoio de braço deve ser retrátil. 6. O conjunto de roletes adiciona um peso considerável ao sistema.	Deficientes físicos possuem uma mobilidade muito debilitada dentro da cabine e isso é uma fonte de insatisfação para 60% deles.	N/A	N/A

10. Avaliar como o aprendizado impacta as hipóteses sobre as incertezas em cada uma das categorias	1. Há no mercado soluções que podem ser adaptadas. (incerteza reduzida) 2. Deve-se atentar ao alinhamento das cadeiras para realizar a transferência. (incerteza levemente intensificada) 3. O atrito é um fator notável e tem que ser controlado. Os roamentos foram capazes de fazer isso. (incerteza reduzida)	Há de fato uma oportunidade para melhorar as cadeiras de rodas de corredor de avião. A incerteza mercadológica é reduzida.	N/A	N/A
11. Determinar como o aprendizado afeta a evolução global do projeto.	As incertezas permitem a continuação do desenvolvimento desta solução. No entanto, são identificadas uma série de fatores a serem considerados: o espaço entre a base da almofada e o mecanismo; a firmeza da almofada; o alinhamento das cadeiras; a retratilidade do braço do assento; o peso do sistema.	A bandeira verde é dada para promover um redesign da cadeira de rodas.	N/A	N/A
12. Definir os próximos passos necessários para as iterações subsequentes.	Desenvolver uma trava para o sistema. Reducir o peso do sistema Determinar a precisão de alinhamento necessária para transferência (nível de criticidade menor que as outras)	É necessário validar as novas ideias com os potenciais usuários. O foco deve ser direcionado para a mobilidade na cabine.	N/A	N/A

Fonte: elaborado pelo autor

4.4 O 4º loop de aprendizado: o protótipo funcional

4.4.1 Planejamento e priorização das incertezas

A tabela a seguir apresenta a primeira etapa do quarto *loop* do planejamento orientado por aprendizado. Cabe ressaltar que o prazo curto para completá-lo acabou tornando-o mais conciso. Nessa fase, as incertezas técnicas predominaram e a prioridade passou a ser o **desenvolvimento de uma trava** para o sistema, para que se pudesse assim testar o protótipo mais a fundo. A redução do peso e a questão do alinhamento foram ignoradas. A Tabela 4.8 apresenta em maior detalhe a etapa de planejamento das incertezas.

Tabela 4.8 – Quarto loop de aprendizado: etapa de planejamento

Incertezas	Técnicas	Mercadológicas	Org.	Recursos
A. Conduzir um loop de aprendizado				
1a. Pontos conhecidos	1. As dimensões do lavatório são muito restritas. 2. Há no mercado soluções que podem ser adaptadas para facilitar a transferência. 3. A transferência lateral entre cadeiras é possível com um esforço mínimo. 4. O braço de ambas as cadeiras devem ser retráteis	1. Experiência de voo de uma pessoa com deficiências 2. Tamanho do mercado 3. Soluções existentes no mercado (parcialmente) 4. A relevância do peso e espaço na aviação comercial. 5. Os pontos críticos da experiência de um cadeirante são: a mobilidade na cabine, a acessibilidade dos lavatórios e a integridade dos dispositivos de mobilidade durante o transporte. 6. Há uma grande preocupação com a higiene no avião por ser um ambiente fechado.	1. Contexto estratégico da inovação 2. Expectativas da equipes de professores 3. Divisão de tarefas entre equipe brasileira e americana. 4. Relacionamento ruim entre integrantes da equipe americana.	1. Verba de até R\$50'000 para prototipagem 2. Disponibilidade de materiais e equipamentos para a elaboração dos protótipos 3. Competência limitada para criação de mecanismos mecânicos sofisticados.
1b. Pontos desconhecidos	1. Como travar o assento depois da transferência 2. Adequação do peso do sistema as necessidades mercadológicas 3. Meios para alinhar as duas cadeiras	N/A	N/A	N/A

2. Grau de criticidade	Alta	Baixa	Baixa	Baixa
3. Suposições	1. Há no mercado soluções que podem ser adaptadas para travar o sistema 2. Os roletes são muito pesados para a aplicação e devem ser trocado 3. Um alinhamento correto pode ser obtido desde que seja fácil manobrar a cadeira de rodas de corredor.	N/A	N/A	N/A
4. Alternativas (Tendo em vista o DT, quando aplicável)	1. Pesquisar mecanismos de trava disponíveis no mercado. 2. Geração de ideias para a trava e prototipagem. 3. Trocar roletes por outra solução 4. Validar adequação do peso do mecanismo com Embraer. 5. Prototipar cadeira inteira para simular transferência lateral.	N/A	N/A	N/A
5. Abordagens selecionadas e enquadramento no DT	Definição do problema: como travar o mecanismo quando o usuário não estiver realizando uma transferência? Benchmarking: 1; Idear e prototipar: 2; Testar com o usuário: 4;	N/A	N/A	N/A
6. Critérios	1. Binário 2. Peso do mecanismo de transferência menor que 1kg. 3. Um idoso comum é capaz de fazer a transferência lateral sem auxílio de terceiros.	N/A	N/A	N/A

Fonte: elaborado pelo autor

4.4.2 Condução das atividades

4.4.2.1 Benchmarking

Uma série de travas foram pesquisadas com o intuito de estimular a criatividade da equipe para a resolução do problema mencionado no item anterior. Algumas delas são apresentadas a seguir:

Figura 4.30 – Modelos de travas disponíveis no mercado



Fonte: 1. Nautic Expo (2014)⁸

2. Velamar (2014)⁹

3. Lockers (2013)¹⁰

⁸ <http://www.nauticexpo.com/prod/wasi-maritim/draw-latches-boat-stainless-steel-26885-215989.html>

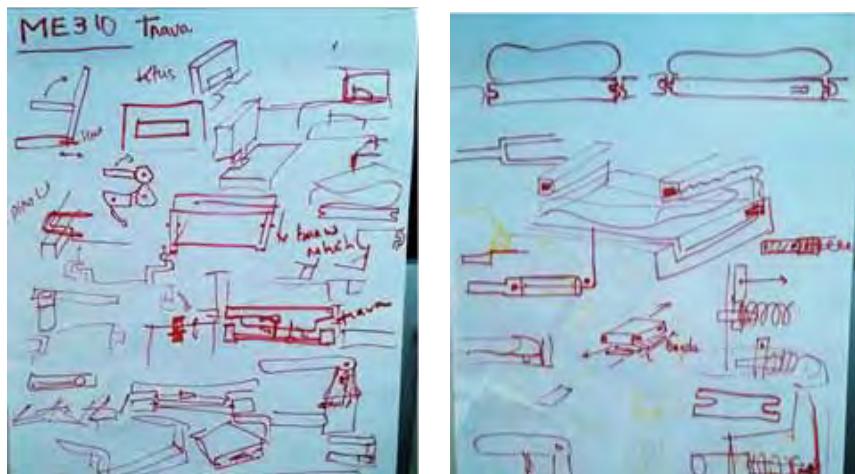
⁹ <http://www.velamar.com.br/trinco-com-trava-inox.html>

¹⁰ <http://www.lockers.com.br/produtos/fechaduras-de-alta-seguranca>

4.4.2.2 Ideação

Procedeu-se com a realização de uma sessão de *brainstorming*. Nesta atividade, ficou definido que a solução deveria ser intuitiva, evitando-se assim a criação de um passo desnecessário. Dessa forma, optou-se por associar a trava da base da almofada ao movimento do braço do assento, de modo que quando o braço estivesse retraído o sistema estaria destravado.

Figura 4.31 – Ideação para gerar alternativas de travas



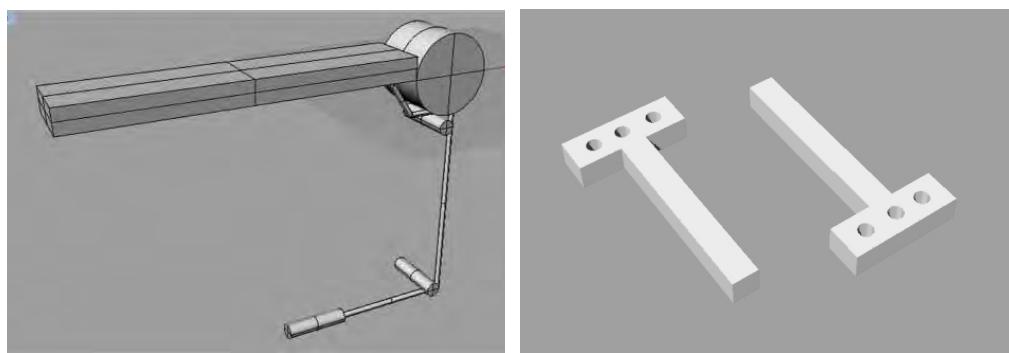
Fonte: acervo da equipe ME310

Deste processo de ideação, foram propostas duas soluções principais:

- um “Tetris” como apoio de braço que trava a almofada quando abaixado;
- um sistema no qual um fio seria ligado ao braço e puxaria um pino quando o braço fosse levantado, desbloqueando o assento. Uma mola, por outro lado, seria encarregada de travar o mecanismo, quando o braço fosse abaixado novamente.

A análise das duas opções indicou uma vantagem da segunda por ela ser mais discreta, refinada, leve e por fornecer um *feedback* sonoro quando fosse acionada. A Figura 4.32 apresenta uma vista do modelo tridimensional (à esq. visão geral e à dir. pino em detalhe).

Figura 4.32 – Ideação para geração de alternativas de travas



Fonte: acervo da equipe ME310

4.4.2.3 Prototipação e teste

O protótipo do mecanismo de trava do assento do avião foi construído usando apenas os retalhos de madeira, barbante, cola, ferragens e restos dos tubos de alumínio. O protótipo é exibido na figura a seguir:

Figura 4.33 – Da E p/ a D: braço levantado e mecanismo travado, mecanismo travado e vista traseira



Fonte: acervo da equipe ME310

Ao movimentar o braço, o barbante é relaxado ou tensionado, fazendo assim com que a trava seja acionada pelo elástico ou desativada. Há dois cortes na base da almofada, um de cada lado (a Figura 4.34 mostra um deles) que garantem o funcionamento da trava. Repare que é possível manter um dos lados travados enquanto o outro estiver destravado para a realização da transferência.

Figura 4.34 – Base travada à esq. e destravada à dir.



Fonte: acervo da equipe ME310

Os testes realizados com usuários revelaram de fato que o mecanismo de trava era intuitivo e adequado. No entanto, o *feedback* dos funcionários da Embraer indicou uma preocupação:

pação com o peso do sistema, visto que seria necessário adicionar esses módulos a vários assentos.

4.4.3 Avaliação do aprendizado

No quarto *loop*, notou-se que a trava do mecanismo deveria ser preferencialmente associado ao movimento do braço. Além disso, o *feedback* positivo fornecido pelos usuários do protótipos (não deficientes) indicaram que de fato a **solução era factível**, mas que para tanto era **necessário reduzir o peso do conjunto**. A tabela a seguir apresenta em maior detalhe o aprendizado obtido.

Tabela 4.9 – Quarto *loop* de aprendizado: etapa de avaliação do aprendizado

Incertezas	Técnicas	Merc.	Org.	Rec.
9. Após os testes, analisar e avaliar o que foi aprendido	1. A trava do mecanismo deve ser preferencialmente associada ao movimento do braço. 2. A transferência lateral é possível. 3. O peso do mecanismo é elevado demais.	N/A	N/A	N/A
10. Avaliar como o aprendizado impacta as hipóteses sobre as incertezas em cada uma das categorias	1. Não havia travas disponíveis no mercado, no entanto foi possível desenvolver uma. (redução da incerteza). 2. O sistema é demasiadamente pesado (elevação da incerteza). 3. Questão do alinhamento foi ignorada (manutenção da incerteza)	N/A	N/A	N/A
11. Determinar como o aprendizado afeta a evolução global do projeto.	O foco deve ser direcionado para a redução do peso do sistema	N/A	N/A	N/A
12. Definir os próximos passos necessários para as interações subsequentes.	Identificar e implementar alternativas para reduzir o peso do conjunto.	N/A	N/A	N/A

Fonte: elaborado pelo autor

4.5 O 5º *loop* de aprendizado: protótipo X-está-finalizado

4.5.1 Planejamento e priorização das incertezas

A tabela a seguir apresenta a primeira etapa do quinto *loop* do planejamento orientado por aprendizado. Como no *loop* anterior, houve pouco tempo para executá-lo e por conseguinte, o ciclo foi sucinto. Tendo em vista o feedback da equipe da Embraer, os esforços foram direcionados para a **redução do peso do sistema**. Ademais, buscou-se validar com possíveis usuários o **valor da solução proposta**. Por fim, esforços foram empregados para integrar os protótipos da equipe brasileira e da americana em uma **visão única coerente**.

Tabela 4.10 – Quinto loop de aprendizado: etapa de planejamento

Incertezas	Técnicas	Mercadológicas	Organizacionais	Recursos
A. Conduzir um <i>loop</i> de aprendizado				
1a. Pontos conhecidos	<p>1. As dimensões do lavatório são muito restritas.</p> <p>2. Há no mercado soluções que podem ser adaptadas para facilitar a transferência.</p> <p>3. A transferência lateral entre cadeiras é possível com um esforço mínimo.</p> <p>4. Os braços de ambas as cadeiras devem ser retráteis</p> <p>5. A trava do mecanismo deve ser preferencialmente associada ao movimento do braço.</p>	<p>1. Experiência de voo de uma pessoa com deficiências</p> <p>2. Tamanho do mercado</p> <p>3. Soluções existentes no mercado (parcialmente)</p> <p>4. A relevância do peso e espaço na aviação comercial.</p> <p>5. Os pontos críticos da experiência de um cadeirante são: a mobilidade na cabine, a acessibilidade dos lavatórios e a integridade dos dispositivos de mobilidade durante o transporte.</p> <p>6. Há uma grande preocupação com a higiene no avião por ser um ambiente fechado.</p>	<p>1. Contexto estratégico da inovação</p> <p>2. Expectativas das equipes de professores</p> <p>3. Divisão de tarefas entre equipe brasileira e americana.</p> <p>4. Relacionamento ruim entre integrantes da equipe americana.</p>	<p>1. Verba de até R\$50'000 para prototipagem</p> <p>2. Disponibilidade de materiais e equipamentos para a elaboração dos protótipos</p> <p>3. Competência limitada para criação de mecanismos mecânicos sofisticados.</p>
1b. Pontos desconhecidos	<p>1. Meios para reduzir o peso do sistema</p> <p>2. Meios para alinhar as duas cadeiras.</p> <p>3. Formas de superar o vão entre as cadeiras durante a transferência.</p>	1. Valor da solução desenvolvida para um cadeirante	1. Visão integrada da equipe brasileira e americana para elaboração do protótipo final.	N/A
2. Grau de criticidade	Alta	Média	Média	Baixa
3. Suposições	<p>1. A substituição dos roletes e rolamentos por esferas de transferência podem contribuir para uma redução significativa do peso do sistema.</p> <p>2. Um alinhamento correto pode ser obtido desde que seja fácil manobrar a cadeira de rodas de corredor.</p> <p>3. É possível superar o vão entre as cadeiras com múltiplas esferas de transferência.</p>	1. Solução traz uma série de benefícios como transferências mais fáceis, rápidas, maior senso de independência, além de ajudar os funcionários das cias. aéreas.	1. Os projetos de ambas as equipes podem ser combinados para a composição de uma visão única	N/A
4. Alternativas (Tendo em vista o DT, quando aplicável)	<p>1. Geração de ideias para o projeto com esferas de transferência.</p> <p>2. Prototipação</p> <p>3. Validar adequação do peso do mecanismo com Embraer.</p> <p>4. Prototipar cadeira inteira para simular transferência lateral.</p>	1. Entrevistar cadeirante	<p>1. Fazer adaptações no projeto atual para criar uma interface entre os dois.</p> <p>2. Criar uma visão que guie o desenvolvimento do restante do projeto</p>	N/A
5. Abordagens selecionadas e enquadramento no DT	Definição do problema: como reduzir o peso do mecanismo? Idear e prototipar: 1,2; Testar com o usuário: 3.	Geração de empatia: 1	Outros: 2	N/A
6. Critérios	<p>1. Binário: opinião dos contatos da Embraer.</p> <p>2. Superar um vão de 6cm.</p> <p>3. Um idoso comum é capaz de fazer a transferência lateral sem auxílio de terceiros.</p>	N/A	1. Concordância da equipe de professores.	N/A

Fonte: elaborado pelo autor

4.5.2 Condução das atividades

4.5.2.1 Geração de empatia

4.5.2.1.1 Entrevista com deficiente físico

Mara Gabrilli, 47 anos, é publicitária, psicóloga, foi secretária da Pessoa com Deficiência da Prefeitura de São Paulo, vereadora na Câmara Municipal de São Paulo e atualmente é Deputada Federal. Ela sofreu um acidente de automóvel, em 1994, que a deixou tetraplégica. Fundou, em 1997, o Instituto Mara Gabrilli, que desenvolve programas de defesa de direitos das pessoas com deficiência, promove o Desenho Universal e fomenta projetos esportivos, culturais e pesquisas científicas. Durante a entrevista, Mara compartilhou suas experiências e opiniões e os principais pontos são apresentados a seguir:

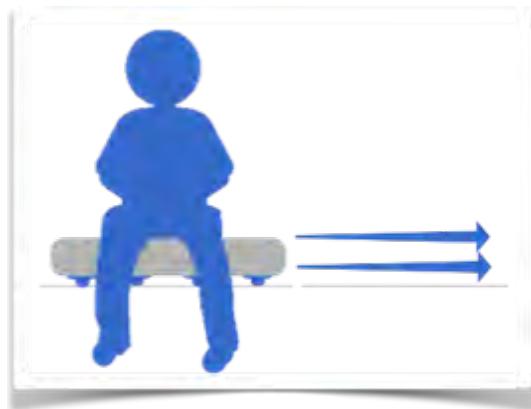
- Não usa a cadeira de rodas do corredor por ela não prover a segurança adequada. Ela relatou que seus braços já escaparam enquanto a cadeira estava em movimento fazendo com que ela batesse nos assentos e se machucasse. Ela prefere ser carregada pelos corredores do que usar a cadeira.
- Ela já teve que esperar 1h30 para embarcar em um avião porque não havia nenhum *lift* disponível. Sua assistente foi vaiada, pois achavam que o avião havia deixado de decolar por causa da influência dela (voo partia de Brasília).
- Quanto mais autonomia melhor, mas é impossível ter 100% de independência.
- Ajudou na proibição do ato de carregar pessoas nas escadas por causa do elevado risco de queda.
- As cadeiras de rodas são frequentemente danificadas. Atualmente ela tenta criar empatia com os funcionários que lidam com as bagagens para evitar que a sua cadeira seja danificada.
- Avisa diversos contatos da companhia quando tem uma viagem marcada.
- Já ouviu relatos de pessoas que foram atropeladas pelos carrinhos do serviço de bordo quando estavam sentados no corredor.
- Quando precisa ir ao toalete, precisa de quatro pessoas ao todo para auxiliá-la manter o posicionamento adequado, a porta aberta e a cortina de privacidade fechada.
- Destacou a falta de treinamento dos funcionários das cias. aéreas.

4.5.2.2 Ideação

Para otimizar o peso do conjunto, buscou-se geral alternativas de projeto que usassem esferas transferidoras. Essa etapa de ideação originou uma ideia capaz de satisfazer os requisitos de peso impostos. Em vez de colocar roletes em ambas as cadeiras, foi sugerido o posicio-

namento das esferas transferidoras na base da almofada como mostrado na Figura 4.35. Assim sendo, bastava ambas as cadeiras possuírem uma superfície lisa que permitisse o deslizamento do usuário.

Figura 4.35 – Projeto com esferas transferidoras



Fonte: acervo da equipe ME310

4.5.2.3 Prototipação e teste

Um protótipo seguindo o esboço da Figura 4.35 foi construído e quando testado revelou que de fato as esferas de transferência eram uma opção melhor do que os roletes, tanto na questão da facilidade do deslizamento quanto do peso. Além disso, o uso de 7 esferas de transferência (o projeto foi feito com 8, mas o fornecedor só possuía 7 em estoque) permitiu superar vãos de até 9cm entre as cadeiras.

4.5.2.4 Incerteza organizacional

Para contornar a incerteza organizacional relacionada a uma possível ausência de uma visão conjunta para o projeto, um esforço significativo foi empregado para alinhar os pensamentos e objetivos da equipe brasileira e da americana. Chegou-se a um consenso que era possível desenvolver uma interface que integrasse a cadeira de rodas de transferência desenvolvida pela equipe brasileira com a plataforma de armazenagem de cadeira de rodas da equipe americana. Por fim, um vídeo foi gravado para explicitar essa visão e garantir a compreensão de todos os envolvidos.

4.5.3 Avaliação do aprendizado

A condução das atividades acima proporcionou ao grupo aprendizados valiosos (ver Tabela 4.11). Primeiro, a entrevista com a Deputada Federal Mara Gabrilli confirmou a gravidade do problema de mobilidade dentro da cabine e também reforçou o valor da oportunidade explorada pelo grupo. Segundo, comprovou-se que as **esferas transferidoras** são **mais adequadas** que os roletes para esta aplicação pois são mais leves e permitem uma transferência mais suave. Além disso, o uso de múltiplas esferas permitiu **superar vãos** entre cadeiras de

até 9cm, distância essa considerada satisfatória para a aplicação. Por fim, a criação de uma visão única e coerente, garantiu o **alinhamento** entre as duas equipes **das expectativas para a integração dos protótipos finais**.

Tabela 4.11 – Quinto loop de aprendizado: etapa de avaliação do aprendizado

Incertezas	Técnicas	Merc.	Org.	Rec.
9. Após os testes, analisar e avaliar o que foi aprendido	1. As esferas transferidoras são mais adequadas que os roletes para esta aplicação. 2. As esferas de transferência permitem um deslizamento ainda mais suave do que os roletes com os rolamentos. 2. É possível superar vãos entre cadeiras de até 9cm.	A solução desenvolvida é capaz de gerar valor para os deficientes físicos	É possível integrar os protótipos em uma visão única e coerente.	N/A
10. Avaliar como o aprendizado impacta as hipóteses sobre as incertezas em cada uma das categorias	1. As esferas de transferência contribuem para uma redução do peso (redução da incerteza). 2. Questão do alinhamento foi ignorada (manutenção da incerteza) 3. O vão pode ser superado com as esferas de transferência (incerteza reduzida)	Incerteza mercadológica é reduzida	Incerteza organizacional é reduzida	N/A
11. Determinar como o aprendizado afeta a evolução global do projeto.	O foco deve ser direcionado para a construção da cadeira	Sinal verde para continuar o desenvolvimento	O restante do desenvolvimento deve considerar visão desenvolvida em conjunto pelas equipes.	N/A
12. Definir os próximos passos necessários para as iterações subsequentes.	Determinar as dimensões da cadeira; os componentes da cadeira; o suporte para o tronco na transferência lateral. Em outras palavras, definir o projeto do restante da cadeira.	N/A	N/A	N/A

Fonte: elaborado pelo autor

O fim deste ciclo permitiu à equipe focar os seus esforços no desenvolvimento do protótipo final, i.e. no desenvolvimento de todos os outros componentes faltantes da cadeira. Por conta disso, uma série de incertezas técnicas e de recursos – devido principalmente a escassez e dificuldade de encontrar fornecedores – foram abordadas. No entanto, em nome da concisão, optou-se por não relatar a fundo o 6º ciclo do aprendizado. Dessa forma, o foco foi direcionado exclusivamente para o detalhamento dos resultados.

5 RESULTADO: A CADEIRA DE TRANSFERÊNCIA EMBRACCESS

Embraccess

O produto dos esforços da equipe é apresentado nesta seção. Inicia-se o capítulo com uma breve discussão da construção da identidade do produto para então finalizá-lo com o detalhamento do produto em si.

5.1 A identidade do produto

A identidade do produto foi construída de modo a incitar uma sensação de confiança e acolhimento no usuário. Isso está refletido tanto no nome do produto, quanto no design dele. O nome do produto Embraccess é o resultado da composição das palavras “Embraer” e “acesso” (*access* em inglês). Esse jogo de palavras resulta numa palavra que se assemelha a “*embraces*”, i.e. abraçar em inglês. Dessa forma, transmite-se implicitamente a mensagem de que a Embraer abraça a causa da acessibilidade. O design do produto por outro lado possui alguns elementos que reforçam essa mensagem, conforme mostrado a seguir.

5.2 A visão geral do produto

Figura 5.1 – A cadeira de rodas de corredor Embraccess



*não visível nesta imagem

Fonte: acervo da equipe ME310

A cadeira de rodas de corredor Embraccess é única devido a seu inovador apoio frontal e mecanismo deslizante que permitem que os usuários façam facilmente a transferência da sua própria cadeira de rodas para a cadeira Embraccess, repousem confortavelmente e seguramente nela por quanto tempo for necessário e finalmente se transfiram para um assento de avião adaptado. As principais partes deste produto são apresentadas na Figura 5.1:

5.2.1 A almofada

A almofada usada neste produto foi especialmente desenvolvida para usuários de cadeira de rodas para proporcionar-lhes o apoio de que necessitam para se sentar durante longos períodos de tempo (ou seja, a duração do voo). Ela contém uma espuma de alta densidade retardante de chamas, revestida com couro sintético, que proporciona conforto e atende aos requisitos de segurança de aviões. Para a próxima geração desta cadeira de rodas, é recomendado substituir esta almofada por uma almofada de ar, que pode proporcionar um nível de conforto ainda maior por apresentar um sistema de pressão que se ajusta constantemente conforme o movimento do corpo do usuário. Isso é fundamental para garantir que os usuários não desenvolvam escaras durante a viagem.

5.2.2 A estrutura

O alumínio foi escolhido como o principal material utilizado na estrutura da cadeira de rodas devido a resistência estrutural que ele proporciona, sem aumentar substancialmente a massa do produto. Perfis de alumínio arredondados foram usados para fazer a base da cadeira, enquanto que uma chapa fina de alumínio foi usada como uma superfície lisa para que as esferas de transferência pudessem deslizar suavemente sobre ela.

5.2.3 As rodas

A fim de minimizar o peso e facilitar o movimento da cadeira de rodas, duas rodas giratórias traváveis de 6" de poliuretano foram instaladas na parte traseira da cadeira de rodas e dois rodízios fixos de 6" foram montadas na parte dianteira. Este arranjo das rodas permite que a cadeira de rodas possa ser travado pelo comissário de bordo e também garante manobrabilidade em espaços confinados, como é o caso de um avião.

5.2.4 O apoio para os pés

O apoio para os pés, mostrado na Figura 5.2, é composto por uma chapa fina de alumínio dobrada ligado a outras duas rodas giratórias de 2". No projeto incluiu-se uma inclinação no apoio para os pés e uma superfície aderente áspera de modo a garantir que os pés dos

usuários não escorregassem durante a transferência/movimentação, proporcionando assim um conforto e segurança maior para eles.

Figura 5.2 – A estrutura, o apoio para os pés e os rodízios



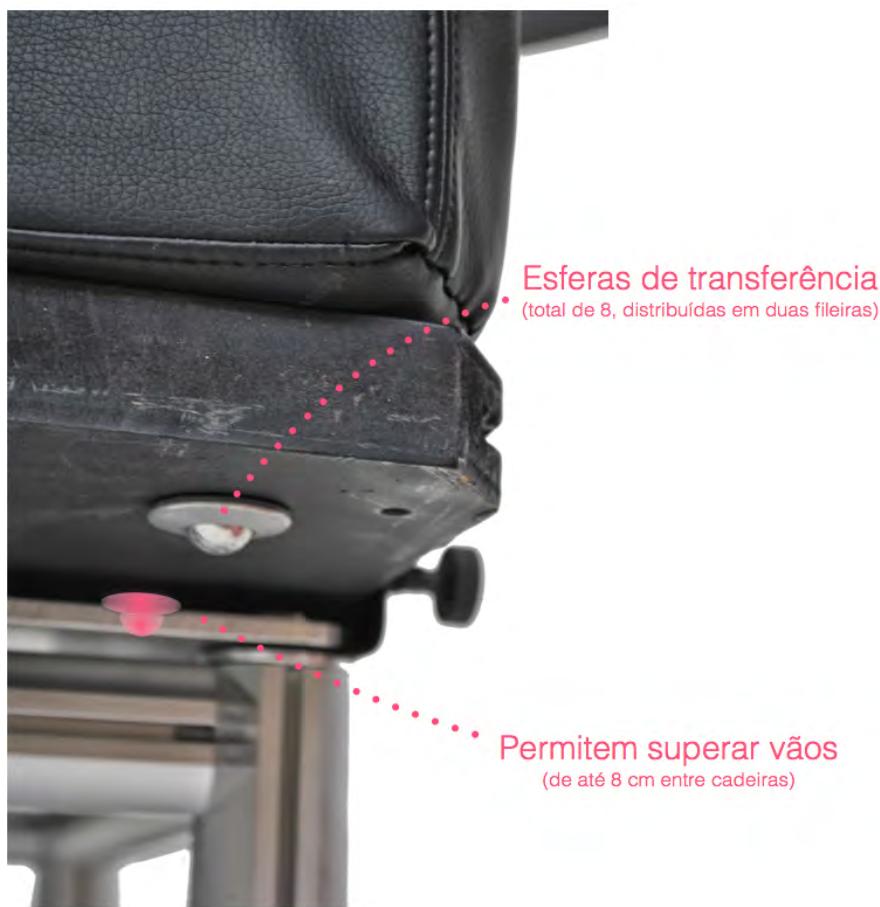
Fonte: acervo da equipe ME310

5.2.5 O mecanismo de transferência

O mecanismo de transferência, representado na Figura 5.3, é composto por esferas de transferência de 9mm de diâmetro posicionados sob uma base de madeira que suporta tanto a almofada e o alojamento do apoio frontal. A posição equidistante das esferas sob a base foram definidos de modo a permitir uma transferência suave e a garantir o contato das esferas durante todo o percurso de transferência. Um vão de até 9cm pode ser superado atualmente por conta desta disposição das esferas.

Vale ressaltar que devido a limitações tanto de fornecedores de matéria-prima quanto de máquinas capazes de lidar com estes materiais, não foi possível usar um material adequado neste protótipo. Para a próxima geração desta cadeira corredor, sugere-se que a base deve ser feita de um material mais apropriado como o alumínio aeronáutico ou um polímero resistente que permita otimizar o peso do mecanismo como um todo.

Figura 5.3 – Mecanismo de transferência



Fonte: acervo da equipe ME310

5.2.6 Os mecanismos de trava

Os mecanismos de trava foram desenvolvidos de maneira a permitir um design intuitivo e seguro (ver Figura 5.4 e Figura 5.5). Um dos módulos é constituído por dois perfis de alumínio (um em formato de “C” e outro em formato de “L”) fixados junto a chapa sobre as quais deslizam as esferas de transferência. O perfil em “C” que está na parte frontal da cadeira limita o movimento para frente e para cima da almofada. O perfil em “L”, em contrapartida, impede que a almofada deslize para trás. Os movimentos laterais são limitados por dois pinos fixados cada um deles a uma das extremidades do perfil em “L”. Para destravar o mecanismo, basta simplesmente puxar o pino que se encontra mais próximo do assento para o qual se deseja transferir e girá-lo. Por fim, há um pino removível que fixa o apoio frontal ao alojamento da base deslizante.

Para a próxima geração desta cadeira de rodas de corredor, sugere-se o desenvolvimento de um mecanismo de travamento do movimento lateral que seja capaz de se destravar automaticamente quando a cadeira de rodas de corredor e o assento de avião estiverem devi-

damente alinhados. Desse modo a sensação de independência do usuário pode ser melhorado, assim como a própria transferência.

Figura 5.4 – Mecanismos de trava



Fonte: acervo da equipe ME310

Figura 5.5 – Mecanismo de trava lateral em detalhe



Fonte: acervo da equipe ME310

5.2.7 O apoio frontal (peitoral)

O apoio frontal, mostrado na Figura 5.6, foi concebido para fornecer um suporte apropriado para o usuário fazer uma transferência lateral segura e confortável. Seu design exclusivo permite que o usuário faça uma transferência frontal de sua cadeira de rodas para a cadeira de rodas corredor e, possivelmente, com algumas adaptações, uma transferência da cadeira de rodas corredor para o assento sanitário do avião. O design também reforça a mensagem do produto abraçar a causa da acessibilidade.

O suporte em forma de U, feito de acrílico, combinado com a almofada e a alça traseira proporcionam aos usuários um apoio firme e cômodo, permitindo-lhes movimentarem-se ao longo do corredor e fazerem transferências laterais com facilidade e segurança. É recomendado substituir o acrílico por uma combinação de polímeros/metais que reduza o peso do conjunto.

A trava de liberação rápida localizado logo abaixo do logotipo Embracess permite que a altura do apoio frontal seja modificada, tornando a cadeira flexível para usuários de tamanhos diferentes. O logo foi posicionado de tal modo que quando a alavanca está travada, o a palavra “access” do logo é posta em destaque.

Por outro lado, o mastro rígido feito de alumínio acopla firmemente o apoio frontal a base da almofada. Por fim, os rasgos verticais e horizontais no suporte em formato de “U” permitem que a manoplas sejam ajustadas, como explicado no item a seguir.

Figura 5.6 – O apoio frontal

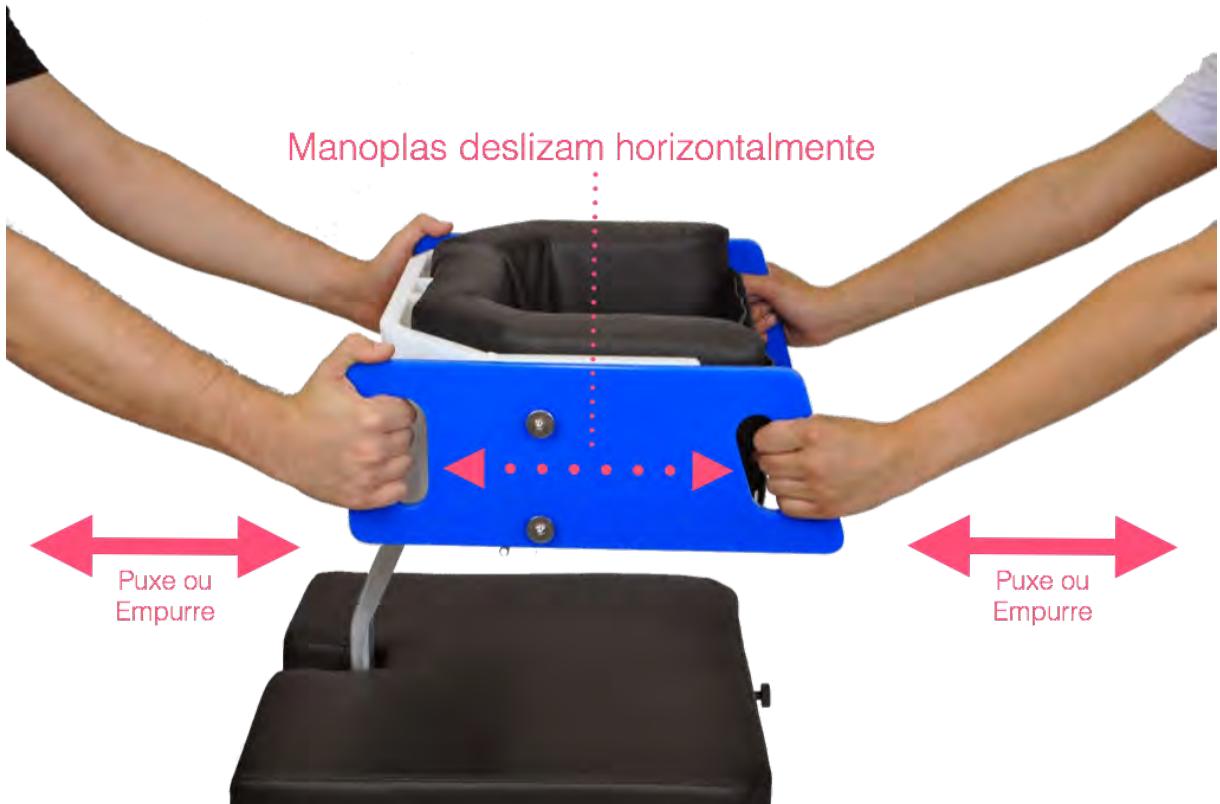


Fonte: acervo da equipe ME310

5.2.8 As manoplas

As manoplas, mostradas Figura 5.7 são feitas de duas partes de acrílico que podem ser ajustadas de modo a permitir que os ajudantes sejam capazes de movimentar a cadeira de rodas puxando-a ou empurrando-a por trás ou pela frente. Isto é de extrema importância para espaços confinados como aeronaves, pois muitas vezes não é possível atravessar para o outro lado. Novamente, sugere-se usar materiais mais leves para uma próxima geração.

Figura 5.7 – As manoplas ajustáveis



Fonte: acervo da equipe ME310

5.2.9 O cinto de seguranças opcional

Um cinto de segurança opcional foi adicionado ao projeto para manter as pernas dos usuários afastadas de obstáculos durante a movimentação dentro do avião. O uso desse cinto só é necessário para usuários cujas pernas abram involuntariamente.

5.2.10 Outros

A tábua de transferência Beasy®. É uma tábua leve de plástico que possui como diferencial um disco que desliza sobre a tábua (ver Figura 5.8). Facilita a transferência frontal e para trás entre a cadeira de rodas do usuário e a cadeira de rodas Embraccess pela redução do atrito no movimento e pela eliminação do vão entre as duas cadeiras.

O assento de avião adaptado. Uma simples alteração no assento do avião (Figura 5.9) foi feita para demonstrar o conceito do projeto. Um *redesign* mais apurado do assento é necessário para fazer com que a cadeira de rodas de corredor Embracess funcione impecavelmente, visto que é necessário ter uma superfície lisa para as esferas deslizarem, além de braços retráteis que não obstruam a transferência lateral.

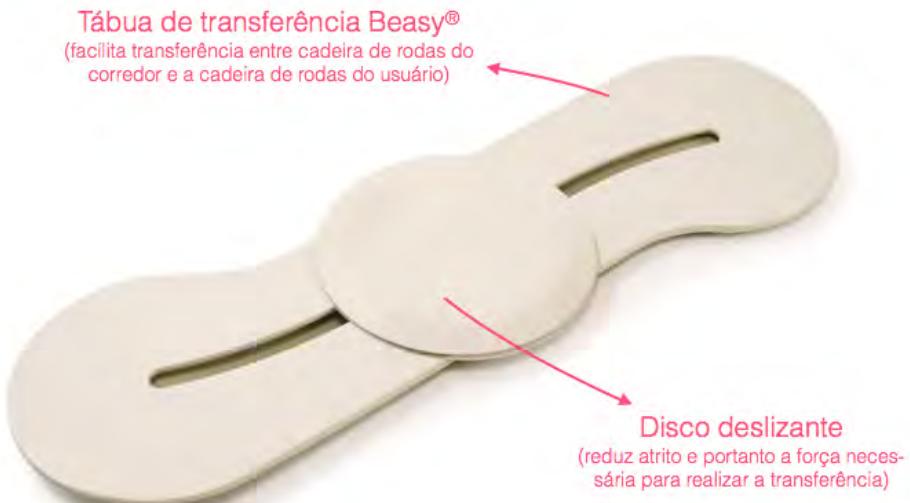


Figura 5.8 – A tábua de transferência Beasy®

Fonte: acervo da equipe ME310



Figura 5.9 – O assento adaptado do avião

Fonte: acervo da equipe ME310

6 CONCLUSÃO

Tendo com base o *feedback* obtido tanto pelos potenciais usuários quanto pela equipe da Embraer, pode-se considerar a Cadeira de Rodas Embraccess como sendo promissora. É evidente que o projeto não está pronto para ser comercializado, no entanto ele demonstrou ser capaz de prover valor para os usuários. Os benefícios incluem um embarque e desembarque mais rápido, reduzindo assim o tempo gasto pelo avião no solo; movimentação interna na cabine e transferências mais seguras, confortáveis e imperceptíveis; uma maior gama de assentos disponíveis para pessoas com mobilidade reduzida (em contraposição com as poucas poltronas disponíveis atualmente).

Ademais, a aplicação do DT como forma de mitigar as incertezas no desenvolvimento de projetos inovadores acelera de fato os ciclos de aprendizado. A razão disso é múltipla.

Primeiro, a geração contínua de empatia com potenciais usuários promove o alinhamento entre as expectativas de ambos, estimula a verdadeira compreensão dos sentimentos, necessidades e comportamentos do usuário e permite assim que a definição do problema seja mais fiel a realidade.

Segundo, o estímulo proporcionado pelo DT para divergir e convergir em diferentes fases do projeto permite que espaços de design improváveis sejam explorados. E é justamente nessa área acinzentada que o aprendizado é mais intenso.

Terceiro, a prototipação rápida permite que ideias sejam testadas sem que haja um comprometimento acentuado dos recursos disponíveis. Ao todo foram cerca de dez protótipos desenvolvidos pela equipe brasileira, com focos e grau de complexidade a princípio muito distintos. Essa variedade promoveu a quebra do senso comum e o desapego a determinada solução. No entanto, cada uma delas contribuiu com o aprendizado e ajudou a moldar a solução final apresentada no capítulo 5.

Quarto, o envolvimento constante do usuário no projeto, tanto nos testes dos protótipos quanto na validação das ideias possibilita o contínuo refinamento do protótipo e da visão da equipe. Esta técnica de design centrado no usuário favorece a compreensão dos sentimentos e atitudes do usuário ao utilizar o artefato projetado. Cabe ressaltar no entanto que a equipe deixou a desejar neste aspecto, visto que os protótipos só foram testados pelos usuários nas etapas finais. A razão que levou a esse distanciamento era a preocupação da equipe em preservar a integridade do usuário tendo em vista a frugalidade dos protótipos e inexperiência da equipe na construção de protótipos em tamanho real. Além disso, a carência de deficientes físicos na comunidade da universidade e a impossibilidade de transportar alguns protótipos

tornou o teste com potenciais usuários ainda mais complexo. Não obstante, *feedbacks* indiretos foram obtidos por meio da exibição dos protótipos em vídeo.

Quinto, a diversidade na composição dos grupos também contribuiu positivamente no desenvolvimento do projeto, principalmente no caso da equipe brasileira. A razão disso é que estas diferentes perspectivas intensificam o processo social de desenvolvimento mencionado no capítulo 2.6. O trabalho é feito colaborativamente em equipes que se comunicam em diversas “línguas” uns com os outros. Cada participante por sua vez possui um conjunto enraizado de valores técnicos e representações que funcionam como um filtro durante as interações da equipe de design. O resultado é uma intersecção daquilo que foi construído por cada um dos participantes e não uma simples somatória. Todavia, evidentemente, isso só é válido caso haja um respeito mútuo entre os integrantes.

A identificação e gestão das incertezas por outro lado enriquece o DT ao tornar explícita alguma das decisões que são tomadas informalmente. Ademais, o modelo de planejamento orientado por aprendizado elaborado por Rice *et al.* (2008) realça a importância de lidar com as questões organizacionais e de disponibilidade de recursos, variáveis que são ignoradas pelo DT. Essa constatação é de suma importância, principalmente se a análise for direcionada para o relacionamento da equipe americana que afetou o desempenho dela durante todo o projeto. A decisão implícita de priorizar as incertezas técnicas e mercadológicas impediu que a equipe resolvesse as incertezas que mais contribuíam para o desperdício de recursos internos.

Embora tenha se conseguido enquadrar o projeto ME310 no modelo de planejamento orientado por aprendizado posteriormente a sua realização propriamente dita, observou-se uma oportunidade para integrar melhor as duas metodologias. A razão disso é que muitas vezes as incertezas não são conhecidas no início do ciclo do DT. Essa assincronia sugere que os ciclos devem ser realizados paralelamente, permitindo assim que incertezas sejam manipuladas com maior facilidade qualquer que seja o estágio do DT.

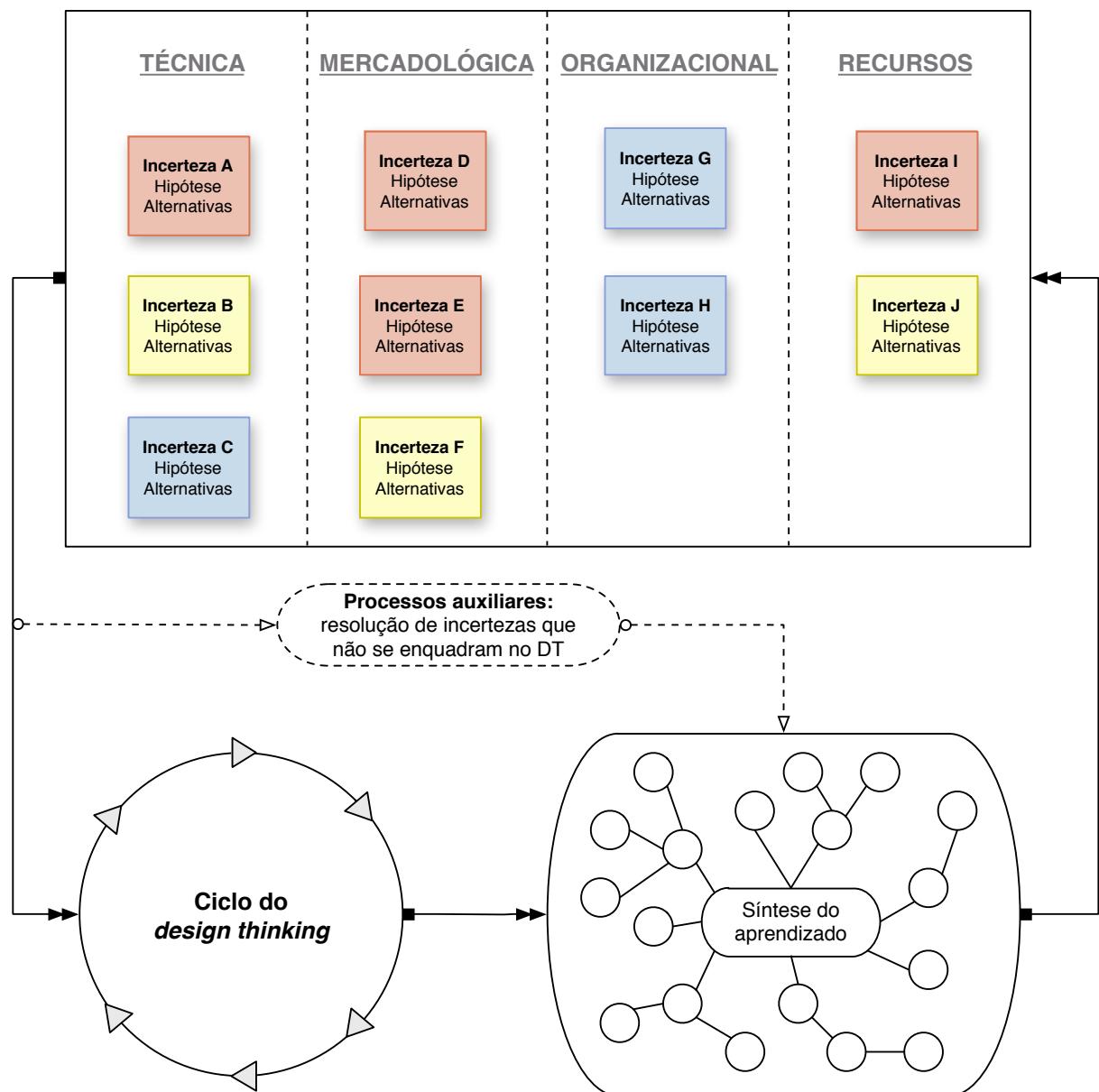
Tendo isso em vista, sugere-se para um estudo futuro, a aplicação do modelo ilustrado na Figura 6.1 que integra o DT com o modelo de planejamento orientado por aprendizado. Espera-se que a adoção desse processo permita aumentar a visibilidade do planejamento e da gestão de incerteza, sem comprometer a aprendizagem acelerada proporcionada pelo DT.

O processo proposto se inicia com a identificação das principais incertezas técnicas, mercadológicas, organizacionais e de recursos e com a explicitação das hipóteses subjacentes e alternativas relacionadas ao DT quando aplicável. Em seguida, cada uma dessas incertezas é avaliada em termos do grau de criticidade e então transcrita para um papel autoadesivo com uma cor que reflete este grau de criticidade. Cada uma desses papéis é então fixado em um

painel respeitando a tipologia da incerteza associada com as atividades mais críticas sendo posicionados no topo.

As abordagens são então priorizadas de acordo com o custo-benefício delas e por fim selecionadas para serem executadas. As incertezas selecionadas são removidas do painel e um ciclo do DT é realizado. A medida que novas incertezas vão surgindo, elas são adicionadas ao painel. Paralelamente, as incertezas que não podem ser resolvidas pelo DT são abordadas. Os aprendizados destes processos e do DT são então adicionados a um diagrama que sintetiza o conhecimento relevante adquirido. O ciclo é então finalizado com o uso dos aprendizados para retroalimentar o painel com o planejamento das incertezas.

Figura 6.1 – Integração do DT com o modelo de planejamento orientado por aprendizado



Fonte: elaborado pelo autor.

Além do mais, vale enfatizar os benefícios associados ao estabelecimento de parcerias com empresas privadas no contexto acadêmico. O projeto mostra que é possível conciliar o interesse da sociedade e de uma entidade privada para atingir objetivos comuns. Além disso, essa aproximação permite que os alunos tenham ao mesmo tempo um contato com diferentes setores do mercado de trabalho e um acesso aos recursos da empresa, sejam eles físicos ou não. Esse relacionamento com a indústria é essencial também para aproximar os alunos do campo da engenharia propriamente dito e incitar o desejo de inovar. Atualmente são poucos os alunos que consideram uma carreira na indústria ou como empreendedor por conta de um desapego à engenharia e também, a verdade seja dita, aos altíssimos salários pagos por consultorias e bancos. As implicações são claras: o país está no sopé do ranking de países que mais inovam, embora tenha algumas universidades reconhecidas mundialmente.

Como continuação deste projeto, é sugerido estudar a viabilidade da integração da cadeira de rodas com o banheiro do avião. É fundamental também estudar como a transferência entre a cadeira de rodas do usuário e a de corredor pode ser melhorada, já que os usuários que testaram a solução relataram a dificuldade de fazer a transferência sem o apoio para as costas.

Por fim, espera-se que este trabalho de formatura seja capaz de incitar mudanças no Departamento de Engenharia de Produção de modo a garantir a continuidade de projetos de cunho social como este e o estímulo à inovação no âmbito universitário.

7 BIBLIOGRAFIA

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. Resolução Nº280. . Retrieved February 3, 2014, from <http://www2.anac.gov.br/biblioteca/resolucao/2013/RA2013-0280.pdf>, 2013, July 11.

AIRCRAFT INTERIORS INTERNATIONAL. Wheelchair friendly. . Retrieved October 28, 2014, from <http://viewer.zmags.com/publication/a05cf66e#/a05cf66e/64>, 2011, June.

ALVES, F. OS CADEIRANTES: Ônibus rodoviários devem ser adaptados ao regulamento brasileiro de acessibilidade. **OS CADEIRANTES**. Retrieved October 28, 2014, from <http://oscadeirantes.blogspot.com.br/2013/05/onibus-rodoviarios-devem-ser-adaptados.html>, 2013, de maio de.

AMABILE, T. M. **How to kill creativity**. Harvard Business School Publishing, 1998.

APPLEYARD-FOX, E. @jonsnowC4 #noflybritain flying: one of the most undignified things:being manhandled over people's heads into a seat & propped up. **@AppleyardFox**. microblog, . Retrieved October 28, 2014, from <https://twitter.com/AppleyardFox/status/243005418144686081>, 2012, September 4.

ASSIST IRELAND. High Support Car Seat - Young Sport Model. . Retrieved October 28, 2014, from

http://www.assistireland.ie/eng/Products_Directory/Seating_and_Accessories/Modular_Seating_Systems/High_Support_Car_Seat_-_Young_Sport_Model.html, 2012.

BACKCOUNTRY. TRAVELCHAIR Paddler Chair - Campground Chairs. . Retrieved October 28, 2014, from <http://www.backcountry.com/travelchair-paddler-chair>, 2013.

BANCO MUNDIAL. Disability in Latin America and Caribbean Region. . Retrieved October 28, 2014, from

<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTSOCIALPROTECTION/EXTDISABILITY/0,,contentMDK:20183399~menuPK:417331~pagePK:148956~piPK:216618~theSitePK:282699,00.html>, 2011.

BECKMAN, S.; BARRY, M. Innovation as a Learning Process: Embedding Design Thinking. **California Management Review**, v. 50, n. 1, 2007.

Cadeirante transferindo da poltrona do avião - YouTube. . Retrieved October 28, 2014, from <https://www.youtube.com/watch?v=0f5rwj6aEZ8>.

CHANNEL 4. Air travel problems “the norm” for disabled people - Channel 4 News. . Retrieved October 28, 2014a, from <http://www.channel4.com/news/air-travel-problems-the-norm-for-disabled-people>, 2012.

CHANNEL 4. No Fly Britain: Are disabled passengers being grounded? - Channel 4 News. . Retrieved October 28, 2014b, from <http://www.channel4.com/news/no-fly-britain-air-travel-for-disabled-passengers>, 2012.

CHEN, S.; KABIR, Z.; LEE, C.; MCKENNA, A.; ZHANG, L. Aisle chair design proposal informed by focus group of occupants: executive summary. . Georgia Tech, 2013.

CHRISTENSEN, C. M. **The innovator’s dilemma: when new technologies cause great firms to fail**. Boston, Mass.: Harvard Business School Press, 1997.

CHRISTENSEN, C. M.; KAUFMAN, S. P.; SHIH, W. C. Innovation killers. **Harvard business review**, v. 86, n. 1, p. 98–105, 2008.

Cindy paraplegic transfer wheelchair to toilet. Retrieved October 28, 2014, from https://www.youtube.com/watch?v=cWj8r-z7moo&feature=youtube_gdata_player, 2009.

CONCORDINO. Celebrating my 30th in the air, GVA-HEL-BKK-BNE - FlyerTalk Forums. . Retrieved October 28, 2014, from <http://www.flyertalk.com/forum/trip-reports/1452367-celebrating-my-30th-air-gva-hel-bkk-bne.html>, 2013.

COOPER, R. G. Stage-gate systems: A new tool for managing new products. **Business Horizons, Elsevier**, v. 33, n. 3, p. 44–54, 1990.

CURTO, A. E. Inflatable child airplane seat. . Retrieved October 28, 2014, from <http://www.google.com.br/patents/US8528983>, 2013, September 10.

Deficientes físicos reclamam de falta de estrutura no aeroporto. Retrieved October 28, 2014, from <http://globotv.globo.com/tv-tapajos/jornal-tapajos-1a-edicao/v/deficientes-fisicos-reclamam-de-falta-de-estrutura-no-aeroporto/3145785/>, 2014.

DEZEEN. Air Access wheelchair by Priestmangoode. . Retrieved October 28, 2014, from <http://www.dezeen.com/2012/08/23/air-access-by-priestmangoode/>, 2012.

DOT. New DOT Rules Make Flying Easier for Passengers with Disabilities | Department of Transportation. . Retrieved October 28, 2014, from <http://www.dot.gov/briefing-room/new-dot-rules-make-flying-easier-passengers-disabilities>, 2013.

DYM, C. L.; AGOGINO, A. M.; ERIS, O.; FREY, D. D.; LEIFER, L. J. Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning. **Journal of Engineering Education**, v. 94, n. 1, p. 103–120. doi: 10.1002/j.2168-9830.2005.tb00832.x, 2005.

ELWAN, A. **Poverty and disability: A survey of the literature.** Social Protection Advisory Service, 1999.

EMBRAER COMMERCIAL AVIATION. E170. . Retrieved October 28, 2014, from <http://www.embraercommercialaviation.com/Pages/Ejets-170.aspx>, 2014.

EMBRAER S.A. Conheça a Embraer. . Retrieved October 27, 2014, from <http://www.embraer.com.br/pt-br/conhecaembraer/paginas/home.aspx>, 2014.

ERYOU, D. F.; ERYOU, N. D.; HARRISON, M.; et al. Aircraft boarding chair. . Retrieved October 28, 2014, from <http://www.google.com.br/patents/WO1992004002A1>, 1992, March 19.

FINANCIAL POST. Embraer poised to extend lead in regional jet sales over Bombardier. . Retrieved October 28, 2014, from <http://business.financialpost.com/2013/08/26/embraer-poised-to-extends-lead-in-regional-jet-sales-over-bombardier/>, 2013.

GARDNER, F. BBC News - The perils of flying with a wheelchair. . Retrieved October 28, 2014, from <http://www.bbc.com/news/magazine-19365786>, 2012.

HAND TALK. Tradutor Automático para Libras. . Retrieved October 28, 2014, from <http://www.handtalk.me/>, 2013.

HERBIG, P. A. **The innovation matrix: culture and structure prerequisites to innovation.** Westport, Conn: Quorum Books, 1994.

IBGE. Censo 2010. . Retrieved October 28, 2014, from <http://censo2010.ibge.gov.br/>, 2010.

JUNGES, E.; VAN AMSTEL, F. Service Blueprint | Corais. . Retrieved October 27, 2014, from <http://corais.org/node/375>, 2013.

KLEINERMAN, E. Services on ground, in air help people with disabilities experience smoother travel | cleveland.com. . Retrieved October 28, 2014, from http://www.cleveland.com/healthfit/index.ssf/2010/10/services_on_ground_in_air_help.html, 2010.

KOBERG, C. S.; DETIENNE, D. R.; HEPPARD, K. A. An empirical test of environmental, organizational, and process factors affecting incremental and radical innovation. **The Journal of High Technology Management Research**, v. 14, n. 1, p. 21–45. doi: 10.1016/S1047-8310(03)00003-8, 2003.

KOLB, D. A. **Experiential learning: experience as the source of learning and development.** Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. Retrieved from <http://www.learningfromexperience.com/images/uploads/process-of-experiential-learning.pdf> (date of download: 31.05.2006), 1984.

LEAL, F. Novos micro-ônibus integram frota de transporte alternativo. **Governo do Estado do Piauí**. Retrieved October 28, 2014, from <http://www.piaui2008.pi.gov.br/materia.php?id=36705>, 2009.

LIANG, B. Flying with disability. . Retrieved October 28, 2014, from <http://www.coroflot.com/brianlzw/flying-with-disability>, 2012.

LOGISMARKET. Plataforma com esferas. . Retrieved October 28, 2014, from <http://www.logismarket.ind.br/hgs-maquinas/plataforma-com-esferas/2506114178-1179618431-p.html>, 2013.

MACQUARIE, K. Airlines « recht auf klo. . Retrieved October 28, 2014, from <http://www.rechtaufklo.de/tag/airlines/>, 2009.

- MEERMANS, D. R. Automatic voice/text translation of phone mail messages. . Retrieved October 28, 2014, from <http://www.google.com.br/patents/EP0906686B1>, 2006, February 22.
- MOHNEY, G. A Ring Device “Reads” Sign Language Out Loud. **ABC News**. Retrieved October 28, 2014, from <http://abcnews.go.com/Health/ring-device-reads-sign-language-loud/story?id=20963684>, 2013.
- MOREIRA, A. Brasil cai para 64^a lugar em ranking mundial da inovação. **Valor Econômico**. Retrieved from <http://www.valor.com.br/brasil/3180254/brasil-cai-para-64>, 2013, January 7.
- NGTM. Conheça o Projeto BRT do Estado. . Retrieved October 28, 2014, from <http://www.ngtm.com.br/site/index.php/81-projetos/102-conheca-mais-sobre-o-projeto-brt-do-estado>, 2008.
- OLIVEIRA, A. A Copa nem começou e os brasileiros já estão levando de goleada. . Retrieved October 28, 2014, from <http://www.blogfalandofrancamente.com/2014/04/artigo-copa-nem-comecou-e-os.html>, 2014.
- OLIVEIRA, L. Cartilha Do Censo 2010: Pessoas com Deficiência. . Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República – SDH/PR. Retrieved from <http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/publicacoes/cartilha-censo-2010-pessoas-com-deficienciareduzido.pdf>, 2012.
- PAVINI, J. USA Today - Airlines mishandle wheelchairs, strand disabled. . Retrieved October 28, 2014, from <http://www.usatoday.com/story/money/business/2013/10/18/disabled-wheelchair-airlines-damage-air-carriers-access-act/2962483/>, 2013.
- RAINS, S. Single shoulder belt. **Pinterest**. Retrieved October 28, 2014, from <http://www.pinterest.com/drsrains/van-ground-transfer-accessibility/>, 2014.
- REFOSCO, C. Centauro Alado: “CADEIRA DE RODAS NUNCA MAIS” - INVENÇÃO TURCA. . Retrieved October 28, 2014, from <http://centauroalado.blogspot.com.br/2012/03/cadeira-de-rodas-nunca-mais-invencao.html>, 2012, March 30.
- RICE, M. P.; O’CONNOR, G. C.; PIERANTOZZI, R. Counter Project Uncertainty. **MIT Sloan Management Review**, 2008.

ROYALTY, A. Bootcamp bootleg. . Hasso Plattner Institute of Design at Stanford. Retrieved from <http://dschool.stanford.edu/wp-content/uploads/2011/03/BootcampBootleg2010v2SLIM.pdf>, 2011, March.

ROZENFELD, H. **Gestão de desenvolvimento de produtos uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo: Saraiva, 2006.

Sarah Will wheelchair diagonal transfer to WINGMAN toilet seat. Retrieved October 28, 2014, from https://www.youtube.com/watch?v=b4jSu2aHvk&feature=youtube_gdata_player, 2013.

SCHINDLHOLZER, B.; UEBERNICKEL, F.; BRENNER, W. A method for the management of service innovation projects in mature organizations. **International Journal of Service Science, Management, Engineering, and Technology (IJSSMET)**, v. 2, n. 4, p. 25–41, 2011.

SFERATECH. Guias Lineares. . Retrieved October 28, 2014, from <http://sferatech.com.br/site/produto/guia-lineares/>, 2012.

Shelley's Blog. Retrieved October 28, 2014, from https://www.youtube.com/watch?v=hmFnylBeV8I&feature=youtube_gdata_player, 2012.

SKY NEWS. Wheelchair Users “Can’t Access Plane Toilets’ . . Retrieved October 28, 2014, from <http://news.sky.com/story/1001631/wheelchair-users-cant-access-plane-toilets>, 2012.

SOLDATOS, T. Mobile aircraft seat-wheelchair for disabled passengers and people requiring assistance. . Retrieved October 28, 2014, from <http://www.google.com.br/patents/WO2007060488A2>, 2007, May 31.

SUNRISE MEDICAL. Sunrise Medical - Wheelchair Cushions and Backs by JAY. . Retrieved October 28, 2014, from <http://www.sunrisemedical.com/Products/jay.aspx?producttype=cushions>, 2014.

SUTRAKHK. Ooop! I Did It Again Part 1:EVA Air MD-90(50 Pics) — Trip Reports Forum | [Airliners.net](http://www.airliners.net/aviation-forums/trip_reports/read.main/169035). . Retrieved October 28, 2014, from http://www.airliners.net/aviation-forums/trip_reports/read.main/169035, 2010.

TRAVEL SAFER. RideSafe: Wheelchair Safety in Vans and Buses. . Retrieved October 28, 2014, from <http://www.travelsafer.org/step1.shtml>, 2012.

TRUCK'N AMERICA. Vehicle Lifts and Carriers. . Retrieved October 28, 2014, from http://www.trucknamerica.com/mobility_vehicle_lifts.htm, 2013.

TRUDA, F. Infraero apresenta novo sistema de embarque com acessibilidade no RS - notícias em Rio Grande do Sul. . Retrieved October 28, 2014, from <http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2013/11/infraero-apresenta-novo-sistema-de-embarque-com-acessibilidade-no-rs.html>, 2013.

TUSHMAN, M. L.; ANDERSON, P. Technological discontinuities and organizational environments. **Administrative science quarterly**, p. 439–465, 1986.

Using an aisle chair to get on a plane and then to my seat (Wheelchair user) (Paraplegic). Retrieved October 28, 2014, from https://www.youtube.com/watch?v=DT0-HssUNbY&feature=youtube_gdata_player, 2012.

Using the restroom (toilet) on a plane (Wheelchair user) (Paraplegic). Retrieved October 28, 2014, from https://www.youtube.com/watch?v=bbfWIZm-P1c&feature=youtube_gdata_player, 2013.

VALOR ECONÔMICO. Brasil cai para 64^a lugar em ranking mundial da inovação. . Retrieved October 27, 2014, from <http://www.valor.com.br/brasil/3180254/brasil-cai-para-64>, 2013.

VAP. Mesa de Roletes. . Retrieved October 28, 2014, from <http://vap.com.br/mesa-de-roletes/>, 2008.

VERYZER, R. Discontinuous Innovation and the New Product Development Process. **Journal of Product Innovation Management**, v. 15, n. 4, p. 304–321. doi: 10.1016/S0737-6782(97)00105-7, 1998.

VIRIYINCY, O. **Seats folded up for wheelchair user**. Retrieved October 28, 2014, from <https://www.flickr.com/photos/viriincy/4544935532/>, 2010.

Wheelchair Walker. Retrieved October 28, 2014, from https://www.youtube.com/watch?v=is5djm4I7Es&feature=youtube_gdata_player, 2014.

8 APÊNDICE

8.1 Detalhamento do *benchmarking* do 1º loop de aprendizado

8.1.1.1 Soluções existentes na aviação comercial

Atualmente, um passageiro que depende de uma cadeira de rodas para se locomover precisa optar entre utilizar uma cadeira de rodas de corredor ou ser carregado até o seu assento/finger durante o embarque e desembarque. Se o aeroporto não possuir um finger que possa ser acoplado ao avião, comumente não resta nenhuma opção ao cadeirante que não seja se sujeitar a ser carregado (OLIVEIRA, 2014). A Figura 8.1 ilustra essa situação e mostra o incômodo e a insatisfação a que o passageiro é sujeito ao ter a sua independência cerceada

Figura 8.1 – Usuário insatisfeito sendo carregado pelas escadas do avião



Fonte: (OLIVEIRA, 2014)

Caso o passageiro tenha sorte, há algumas soluções ainda pouco disseminadas no mercado que podem evitar essas situações adversas. A primeira é um elevador acoplado a escada, enquanto a segunda é um módulo móvel denominado Mamuth (Figura 8.2), desenvolvido pela Ortobrás, que se acopla ao avião e oferece tanto uma escada (rolante ou não dependendo do modelo) e um elevador para cadeirantes com capacidade de suportar até 225 quilos. Para chegar ao equipamento, o passageiro passa por um túnel totalmente climatizado. Caso um veículo precise passar pela área onde ficam os módulos, eles podem ser movidos para permitir o acesso. O elo pode ser feito tanto com o terminal quanto com um ônibus (TRUDA, 2013).

A existência de um finger não garante, no entanto, o conforto do usuário. A razão disso é que os cadeirantes geralmente não podem entrar nos aviões com as suas cadeiras devido as dimensões restritas dos corredores. Sendo assim, são obrigados a se transferirem para cadeiras de rodas de corredor para aviões, como as mostradas na Figura 8.3. Os inconvenientes dessa cadeira estão associados ao design degradante dela, a falta de segurança que ela trans-

mite quando ela está em movimento devido a pouca estabilidade dela e ao fato dela não proteger o usuário de batidas, a dificuldade de se transferir de/para ela e ao fato de ela não proporcionar autonomia ao usuário (CHEN *et al.*, 2013).

Figura 8.2 – Maquete ilustrando o funcionamento do Mamuth da Ortobrás



Fonte: (TRUDA, 2013)

Figura 8.3 – Diferentes modelos de cadeiras de rodas de corredor



Fontes: 1. Forta (2013)¹¹ 2. Priority Seating (2012)¹² 3. Erie Aviation (2014)¹³

Além de tentar resolver o problema do transporte até o assento, observou-se na indústria um esforço para tornar os banheiros dos aviões mais acessíveis. Toma-se como exemplo o lavatório acessível desenvolvido pela Yokohama Aerospace America que oferece um espaço

¹¹ <http://www.fortasl.es/en/wheelchairs/special/airplane-aisle.php>

¹² <http://priorityseating.blogspot.com.br/2012/03/chairs-on-plane.html>

¹³ <http://www.erieaviation.com/images/On-board-wheelchair.jpg>

maior, um reposicionamento dos componentes do lavatório e barras de apoio que facilitam a transferência da cadeira para o assento sanitário e vice-versa. O ambiente foi projetado também para transmitir uma sensação de conforto e tranquilidade com o uso de iluminação e cores (AIRCRAFT INTERIORS INTERNATIONAL, 2011).

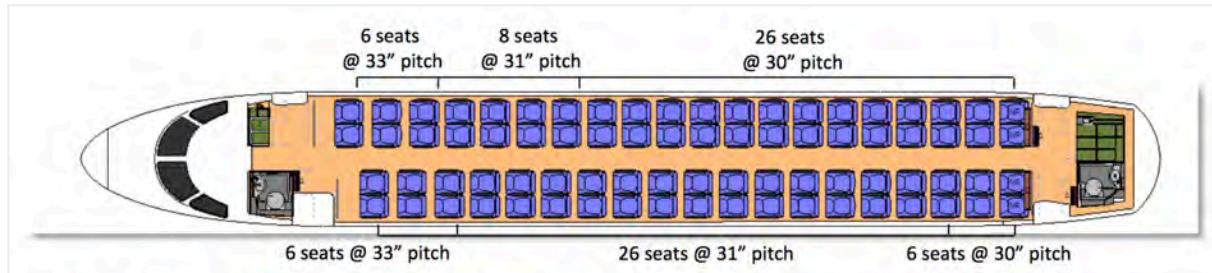
Figura 8.4 – Projeto acessível de uma toalete de avião



Fonte: (AIRCRAFT INTERIORS INTERNATIONAL, 2011)

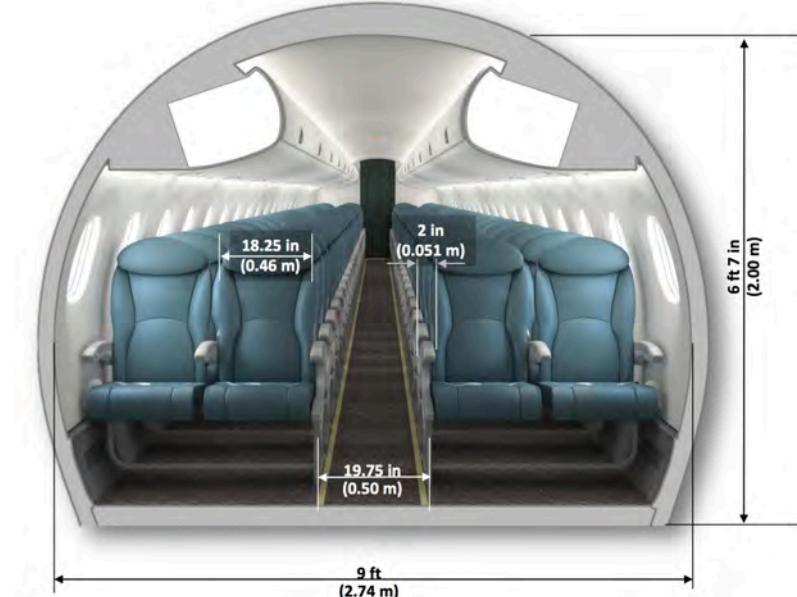
Por fim, para compreender as dimensões de uma aeronave da Embraer, buscou-se no próprio site da companhia, desenhos esquemáticos das cabines. O resultado desta busca é apresentado a seguir:

Figura 8.5 – Representação esquemática de uma cabine de um E170 de alta capacidade



Fonte: (EMBRAER COMMERCIAL AVIATION, 2014)

Figura 8.6 – Corte transversal de um Embraer E170



Fonte: (EMBRAER COMMERCIAL AVIATION, 2014)

8.1.1.1.2 Soluções análogas

Tendo em vista a necessidade de passageiros com deficiência física se locomoverem por longas distâncias nos centros urbanos, foram desenvolvidos um conjunto de soluções para atender a este público alvo.

A Figura 8.7 mostra uma rampa retrátil que pode ser ativada pelo motorista e posicionada automaticamente de forma que o cadeirante possa superar o vão entre a porta do ônibus e a calçada (ALVES, 2013). Isso por sua vez torna o embarque e desembarque mais seguro e conveniente tanto para cadeirantes quanto idosos que tem dificuldade de vencer os degraus.

Figura 8.7 – Rampa retrátil de ônibus para pessoas com mobilidade reduzida



Fonte: (ALVES, 2013)

Os micro-ônibus e vans adaptados para deficientes físicos também apresentam soluções que trazem uma série de benefícios para os usuários com mobilidade reduzida. Além

das rampas, verificou-se a existência de mini-elevadores que tornam o acesso a estes veículos ainda mais fácil. A Figura 8.8 ilustra o uso destes mini-elevadores em um micro-ônibus (LEAL, 2009) e em um ponto do BRT em Curitiba (NGTM, 2008). Os automóveis também possuem soluções similares para facilitar o acesso (TRUCK'N AMERICA, 2013), vide Figura 8.9.

Figura 8.8 – Mini elevadores que facilitam o acesso a uma van e a um ponto do BRT



Fonte: 1. (LEAL, 2009)

2.(NGTM, 2008)

Figura 8.9 – Elevador de cadeira rodas para veículos



Fonte: (TRUCK'N AMERICA, 2013)

Estes mecanismos, apesar de não serem completamente apropriados para aeronaves devido a altura do avião, fornecem um indício de como o problema pode ser abordado. Prossegue-se o estudo com a apresentação de soluções para o travamento da cadeira de rodas.

Há alguns modelos de ônibus que destinam uma área preferencial para cadeirantes na qual há uma espécie de cinto de segurança usado para travar as rodas da cadeira e mantê-la segura enquanto o ônibus está acelerando ou desacelerando (VIRIYINCY, 2010). Caso não

haja um cadeirante usando o espaço, os assentos convencionais podem ocupar esta área (veja Figura 8.10).

Figura 8.10 – Espaço preferencial para cadeirantes em ônibus



Fonte: (VIRIYINCY, 2010)

Mecanismos semelhantes a este podem ser encontrados também em vans, havendo um diferencial no entanto para garantir a segurança do passageiro em caso de uma batida. No assoalho do veículo são instalados barras de metal semelhantes as usadas no avião a fim de fixar firmemente a cadeira. Assim como nos aviões, é fornecido aos usuários um cinto para dar suporte a região torácica (RAINS, 2014). Para que o mecanismo seja efetivo, é necessário respeitar o ângulo de travamento do cinto e a cadeira (TRAVEL SAFER, 2012), conforme a ilustração mostrada a seguir:

Figura 8.11 – Mecanismos de/instruções para travamento da cadeira de rodas



Fonte: 1. (RAINS, 2014)



2. (TRAVEL SAFER, 2012)

Há também disponível no mercado um equipamento motorizado que permite que um deficiente físico fique ereto e se locomova de forma autônoma (REFOSCO, 2012). É utilizada por cadeirantes em locais como supermercados para alcançar objetos em prateleiras altas garantindo-lhes a independência que eles almejam. Em um avião, essa cadeira de rodas especial permitiria que os cadeirantes acessassem de maneira mais fácil os *bins* e os toaletes.

Figura 8.12 – Cadeirante ereto alcançando produtos no topo da prateleira



Fonte: (REFOSCO, 2012)

É verdade que há no mercado inúmeros outros produtos que visam dar autonomia para o usuário. Mas tão importante quanto capacitar é o ato de prover conforto para os deficientes, que muitas vezes se sujeitam a machucados/feridas frutos da sua condição. Nesse sentido, observou-se no mercado uma série de produtos que proporcionam uma qualidade de vida superior às pessoas com mobilidade reduzida. Entre estes produtos encontram-se as almofadas/apoios customizados. A Figura 8.13 mostra a esquerda uma almofada constituída de espuma e insertos de gel e ar que garantem um suporte adequado e evitam escaras (SUNRISE MEDICAL, 2014). Almofadas como essa são frequentemente levadas pelos passageiros dentro do avião.

No centro da Figura 8.13 é exibido uma almofada/apoio que provê suporte para a lombar e as costas do usuário quando este está sentado em um banco/cadeira, além de garantir uma melhor distribuição do peso (BACKCOUNTRY, 2013). Todavia, este produto não é muito utilizado em aviões devido aos desníveis existentes no assento do avião.

Por fim, observa-se na Figura 8.13 a direita um assento customizado para crianças que possui um suporte para o pescoço para estabilizar a cabeça e o pescoço e cintos de segurança que permitem que o corpo fique ereto sem exigir um esforço intenso dos músculos. Além disso há um apoio para o quadril e para os pés que evita que a criança desenvolva trombose du-

rante o período em que permanece sentada (ASSIST IRELAND, 2012). Essas funcionalidades são interessantes porque muitos deficientes físicos não possuem músculos fortes o suficiente para manterem uma postura adequada.

Figura 8.13 – Almofadas/apoios customizados para deficientes físicos



Fonte: 1. (SUNRISE MEDICAL, 2014) 2. (BACKCOUNTRY, 2013) 3. (ASSIST IRELAND, 2012)

As soluções que foram discutidas até aqui indicam a importância da customização para a melhoria do conforto dos usuários. Fica evidente a importância de considerar os diversos aspectos relacionados ao conforto, evitando-se dar ênfase a uma parte específica do corpo do usuário. O pensamento deve ser sistêmico e deve privilegiar a integração dos componentes na solução final de forma a satisfazer as necessidades do usuário.

Como era de se esperar, as soluções não se restringem apenas a dispositivos mecânicos. Para contornar a dificuldade de pessoas com deficiência auditiva, um aplicativo que converte áudio, imagens e texto para LIBRAS foi concebido (HAND TALK, 2013). Denominado Hand Talk App (Figura 8.14 à esquerda), este aplicativo possui um personagem fictício que é capaz de reproduzir os gestos da linguagem dos sinais. Além do aplicativo, há uma outra solução (Figura 8.14 à direita), que utiliza um anel e um bracelete para captar os gestos do usuário para traduzi-lo para texto/voz (MOHNEY, 2013). Infelizmente, nem todos os deficientes auditivos são capazes de entender LIBRAS, o que torna o alcance destas soluções restrito.

Figura 8.14 – À esq. o aplicativo Hand Talk e à dir. o anel para comunicação em Libras



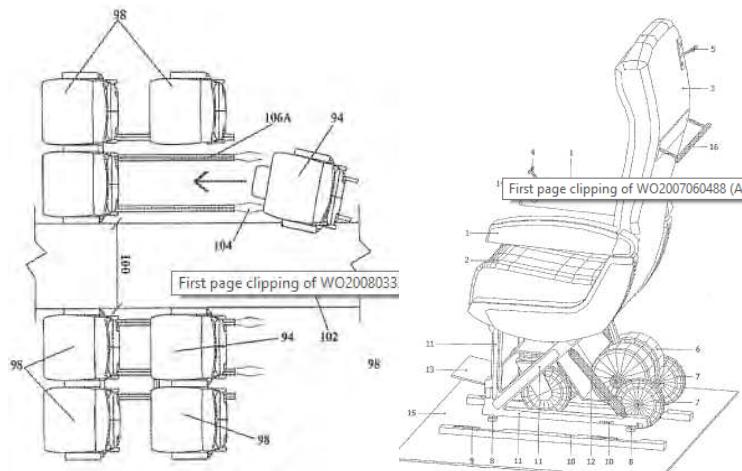
Fonte: 1. (HAND TALK, 2013)

2. (MOHNEY, 2013)

8.1.1.1.3 Patentes

Os desenhos esquemáticos apresentados na Figura 8.15 representam assentos acessíveis para deficientes que foram projetado de forma a caber no corredor e encaixar em trilhos instalados no chão do avião (SOLDATOS, 2007). Enquanto a primeira imagem a esquerda trata da forma como a cadeira é travada no avião, a segunda (a direita) trata dos componentes da cadeira em si. A descrição da patente revela a intenção do autor de criar uma solução que reduzisse ao máximo o número de transferências. Segundo o autor, esta cadeira poderia ser usada desde o estacionamento até a cabine.

Figura 8.15 – Patente de assento acessível integrado a cabine do avião



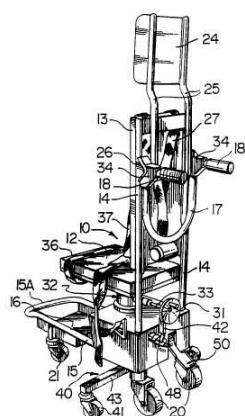
Fonte: (SOLDATOS, 2007)

A pesquisa de patentes também revelou a existência de uma patente (ERYOU *et al.*, 1992) para uma cadeira de corredor similar aos modelos que foram apresentados anteriormente. As principais diferenças estão relacionados ao fato dessa patente prever a existência de manoplas para levantar a cadeira para subir/descer escadas, um mecanismo que permite levan-

tar e descer a cadeira para posicioná-la no mesmo nível do assento do avião e um “pé” extensível que proporciona uma maior estabilidade a cadeira

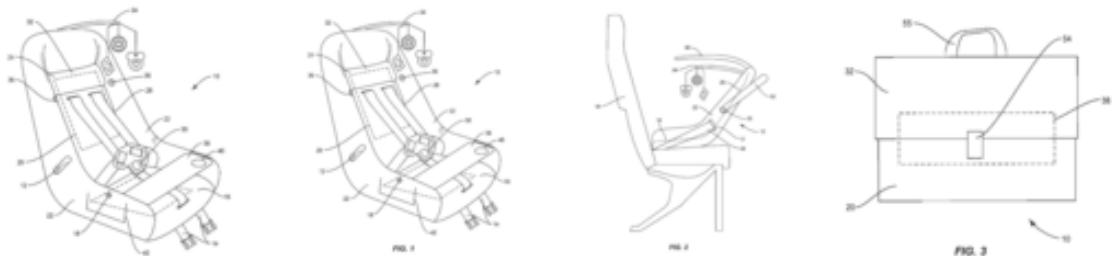
Foi encontrado também uma patente (MEERMANS, 2006) de um produto que automatiza a tradução de texto para voz e vice-versa e que poderia ser usada para transmitir informações para os usuários. Além disso, a pesquisa de patentes revelou projetos que atendem a outros tipos de usuários com mobilidade reduzida como um assento inflável (CURTO, 2013) com cinto de segurança para bebês/crianças (Figura 8.17) que pode ser posto sobre o assento do avião.

Figura 8.16 – Cadeira de rodas de corredor



Fonte: (ERYOU *et al.*, 1992)

Figura 8.17 – Patente de assento inflável para crianças/bebês



Fonte: (CURTO, 2013)

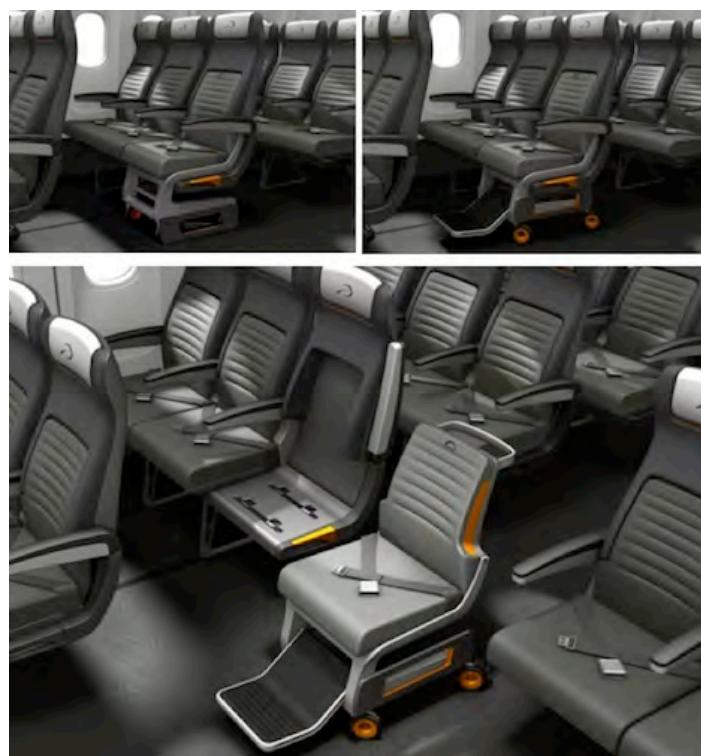
8.1.1.1.4 Soluções conceituais notáveis

Tendo em vista que nem todos os conceitos chegam ao mercado, optou-se por procurar soluções conceituais que pudessem estimular a criatividade da equipe.

A cadeira de rodas removível Air Access da Priestmangoode apresentada na Figura 8.18 é única por se acoplar a um assento convencional do avião. A cadeira é projetada para ser

estreita o suficiente para caber facilmente no corredor e permitir que manobras sejam realizadas. O passageiro pode ser transportado de fora do avião para o seu interior sem que seja necessário fazer a transição da cadeira de rodas do corredor para o assento. Caso não haja no voo um deficiente físico, a cadeira pode ser facilmente convertida em uma assento convencional (DEZEEN, 2012). Uma solução como essa tornaria obsoleta as atuais cadeiras de corredor e tornariam a experiência de embarque e desembarque mais agradável. Além disso, proveria uma parte da autonomia que o usuário deseja. O problema na implementação dessa solução está associado tanto aos custos associados a adaptação do avião e desenvolvimento da cadeira quanto do incremento de peso.

Figura 8.18 – Cadeira da Priestmangoode é acoplável ao assento do avião

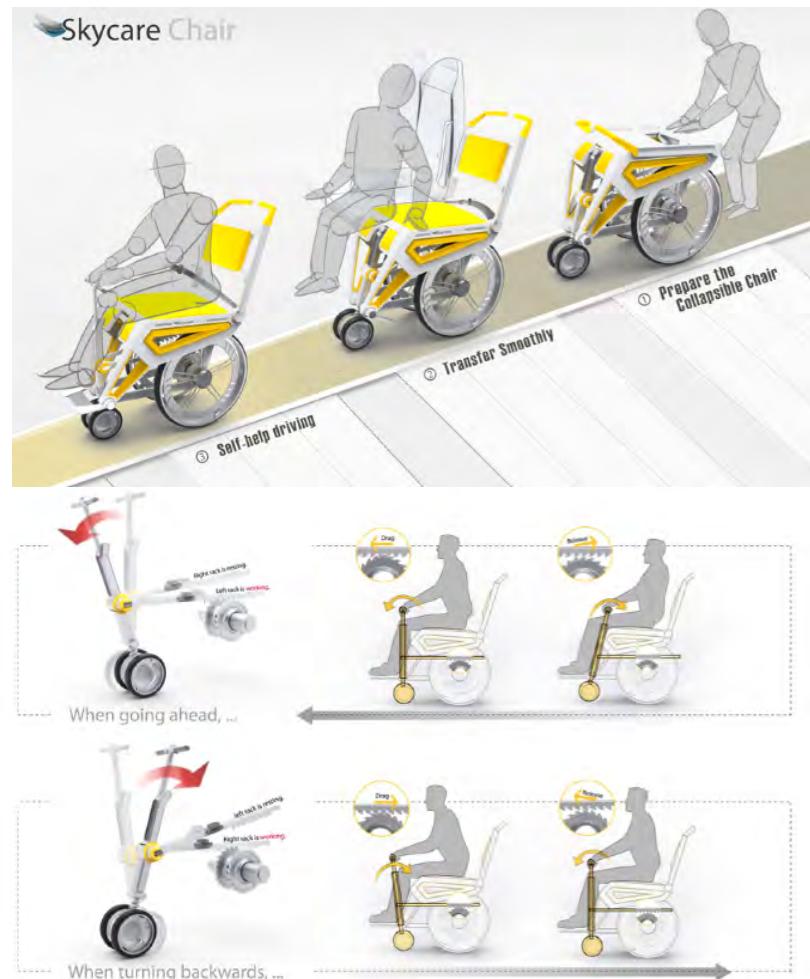


Fonte: (DEZEEN, 2012)

Outro projeto relevante é representado na Figura 8.19. Trata-se de um redesign da cadeira de rodas de corredor (LIANG, 2012) que provê ao usuário a independência de se locomover dentro do avião. A alavanca pode ser empurrada e puxada pelo usuário, fazendo assim com que a cadeira se move na direção desejada pelo usuário. A cadeira também foi projetada para permitir uma transferência simplificada entre a cadeira de rodas e o assento do avião. Outra característica marcante desta cadeira é a portabilidade dela, visto que ela pode ser compactada de modo a caber na cabine do avião. Há no entanto um ponto fraco no projeto: assu-

me-se que o usuário possui uma força nos membros superiores, o que não é necessariamente verdade para cadeirantes.

Figura 8.19 – Funcionalidades da Cadeira Skycare



Fonte: (LIANG, 2012)

8.1.1.5 Regulamentação

Para compreender melhor o posicionamento das entidades reguladoras quanto a questão dos deveres das companhias aéreas na prestação de serviço aos usuários com mobilidade reduzida, conduziu-se uma pesquisa sobre a regulamentação do setor.

A primeira constatação que trata da definição do que é um passageiro com deficiência surge de uma resolução da ANAC (2013) apresentada a seguir:

“Art. 3º Para efeito desta Resolução, entende-se por PNAE pessoa com deficiência, pessoa com idade igual ou superior a 60 (sessenta) anos, gestante, lactante, pessoa acompanhada por criança de colo, pessoa com mobilidade reduzida ou qualquer pessoa que por alguma condição específica tenha limitação na sua autonomia como passageiro.” (ANAC, 2013)

A regulamentação vai além e garante a este grupo de pessoas os mesmos direitos que um passageiro convencional possui em relação a instalações, transporte e informação. Para tanto, os usuários devem se comprometer a avisar com antecedência a companhia aérea de sua situação e anuir com o fato de que devem ser os primeiros a embarcar e os últimos a sair. Está estipulado na lei também a necessidade de um acompanhante caso o deficiente por uma questão física, mental ou intelectual não possa usar os lavatórios ou compreender as normas de segurança,

Por outro lado, a regulamentação proíbe os comissários de bordo de carregarem os passageiros exceto em casos de emergências. As companhias aéreas também são obrigadas a permitir o embarque de cães guia no avião e a garantir que o dono esteja sempre ao seu lado, sem que o animal obstrua o corredor. A empresa é obrigada a oferecer na primeira e última fileiras apoios de braços retráteis e dispositivos para suportar o usuário caso ele não tenha força nos membros superiores. Ademais, a companhia aérea é proibida de limitar o número de passageiros com deficiência por voo e obrigada a fornecer para os passageiros que necessitam um acompanhante uma passagem custando 20% do valor original. Aviões com mais de 100 passageiros são obrigados a fornecerem um espaço de armazenagem de uma cadeira de rodas na cabine.

Cabe também aos aeroportuários e aos funcionários das companhias aéreas serem treinados para lidar adequadamente com pessoas com deficiência. Por fim, todos os aeroportos brasileiros são obrigados a fornecer elevadores ou *fingers* para o acesso ao avião.

8.2 Observações do primeiro *loop* em detalhe.

(adaptado do acervo da equipe ME310)

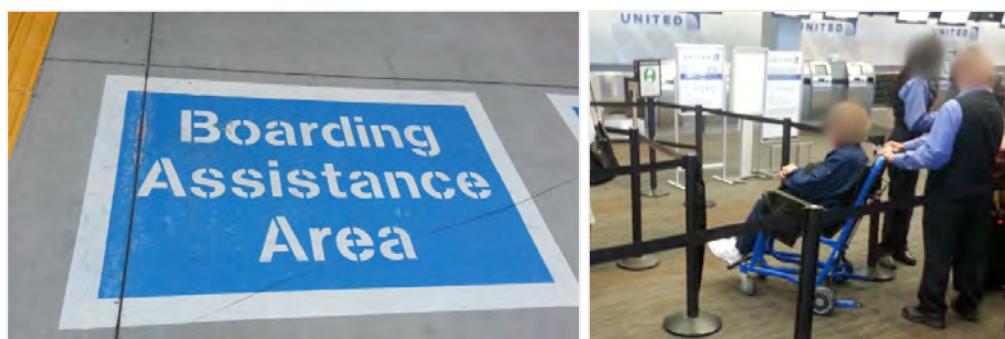
Fora do aeroporto

- a. A tarefa de encontrar um taxi disposto a fazer corridas curtas em cidades menores é inacreditavelmente complicada (um taxi acessível seria ainda mais difícil).
- b. Andar pela cidade de Palo Alto não foi uma boa experiência, especialmente porque calçadas terminam repentinamente, sem qualquer indicação. Os urbanistas deveriam levar em consideração as limitações dos deficientes na concepção dos traçados urbanos.
- c. Máquinas de venda de bilhetes em Caltrain / BART não são adequadas para pessoas com deficiência, visto que seria extremamente difícil para alguém em uma cadeira de rodas alcançar os botões para comprar um bilhete.
- d. A falta de sinalização faz com que seja muito difícil de viajar de trem, especialmente se a pessoa tem algum problema de audição (ou não falar Inglês fluentemente).
- e. Entrar e sair do trem é difícil por conta das escadas e do vão entre a plataforma e o trem e também por causa do curto período de tempo disponível para o embarque e desembarque.
- f. Não existem pessoas auxiliando os passageiros para embarque no trem e ônibus.
- g. Não há suportes suficientes para servir com apoio tanto no trem quanto no ônibus. Este é um problema grave para pessoas que não tem um equilíbrio apurado.
- h. O trem e o ônibus usados para chegar ao aeroporto não oferecem espaço adequado para guardar a bagagem perto dos lugares reservados para pessoas com deficiência.

No aeroporto

- a. Há alguns funcionários auxiliando no embarque em áreas específicas do aeroporto e em filas designadas para pessoas com mobilidade reduzida (Figura 8.20).

Figura 8.20 – Da E p/ a D: área de embarque e fila designada para deficientes.



Fonte: acervo da equipe ME310

- b. Encontrar o balcão da companhia aérea não é trivial, especialmente se a pessoa tem problemas de visão ou não está familiarizado com o espaço do aeroporto. Há uma carência de sinalização.
- c. Os quiosques automáticos não estão adaptados para pessoas com necessidades especiais.
- d. Os balcões convencionais do aeroporto são muito altos para uma pessoa em uma cadeira de rodas. O quiosque eletrônico não é de fácil utilização e só pode ser operado por uma pessoa em pé e que pode enxergar. Além disso, a balança está acima do nível do chão, o que requer que alguém levante a bagagem. A assistência é prestada quando solicitada, mas isto reduz a sensação de independência do usuário.¹⁴
- e. A quantidade de papel e documentos necessários para uma viagem de avião somado ao estresse de viajar facilita a perda de itens no aeroporto.
- f. Há poucos lugares para esperar antes de passar pela segurança e os existentes não tem lugares reservados para deficientes físicos.
- g. Há pelo menos três tipos de cadeiras (Figura 8.21) de rodas em um aeroporto: aquelas com rodas pequenas que requerem alguém para empurrá-las (limitando assim, a independência do passageiro), aquelas com rodas maiores que oferecem algum nível de independência (fazendo com que o passageiro possa se locomover sem ajuda) e a cadeira de rodas do corredor do avião, que são utilizados para o transporte de passageiros do portão de embarque até seus assentos no avião e vice-versa.

Figura 8.21 – Da E p/ a D: cadeira com rodas pequenas, com rodas maiores e para o corredor do avião



Fonte: acervo da equipe ME310

¹⁴ Devido a processos judiciais recentes, o departamento de transportes americano exige que no mínimo 25% dos quiosques sejam acessíveis em um prazo de 10 anos. Os novos quiosques devem ser obrigatoriamente acessíveis. (DOT, 2013)

- h. Os aeroportos visitados ofereciam aos passageiros carros elétricos e micro-ônibus (ver Figura 8.22) para o transporte no interior e exterior do edifício como forma de mitigar as grandes distâncias a serem percorridas.

Figura 8.22 – Carro elétrico e micro-ônibus para transporte interno e externo respectivamente



Fonte: acervo da equipe ME310

- i. Encontrar o portão de embarque pode ser um problema, especialmente quando há mudanças de última hora, que exigem que os passageiros se atentem ao sistema de som com pouca definição dos aeroportos e que percorram distâncias consideráveis entre os portões.
- j. A remoção de todos os pertences ao passar pela segurança pode gerar um grande incômodo para algumas pessoas. Embora seja verdade que existe um procedimento especial para pessoas com deficiência, os idosos são submetidos aos mesmos processos que os demais.
- k. A esteira transportadora é muito elevada em relação ao chão, fazendo com que seja difícil colocar objetos pesados sobre ela. Além disso, há uma pressão intensa e implícita para que se mova rapidamente pelo setor de segurança devido as grandes filas que se formam e a pressa dos passageiros.
- l. É muito difícil compreender o sistema de som do aeroporto com a sobreposição de ruídos de fundo, mesmo se a pessoa tem uma boa audição.
- m. Alguns usuários de cadeira de rodas tem que mudar de cadeiras mais de uma vez no aeroporto durante o check-in e embarque.
- n. Encontrar a sua bagagem e pegá-la na área de coleta de bagagens não é tão fácil como se poderia imaginar. A esteira transportadora é rápida e o peso da bagagem é elevado, o que torna difícil para alguém com menor mobilidade resgatar seus pertences.
- o. Apesar de haver uma grande quantidade de taxis em aeroportos, encontrar um que seja acessível não é tão simples como se poderia esperar. Por conseguinte, essas pessoas

devem ser assistidas e manuseadas por outras pessoas (vide Figura 8.23), elevando o risco de acidentes.

Figura 8.23 – Passageiro sendo assistido para o embarque em um táxi



Fonte: acervo da equipe ME310

No avião

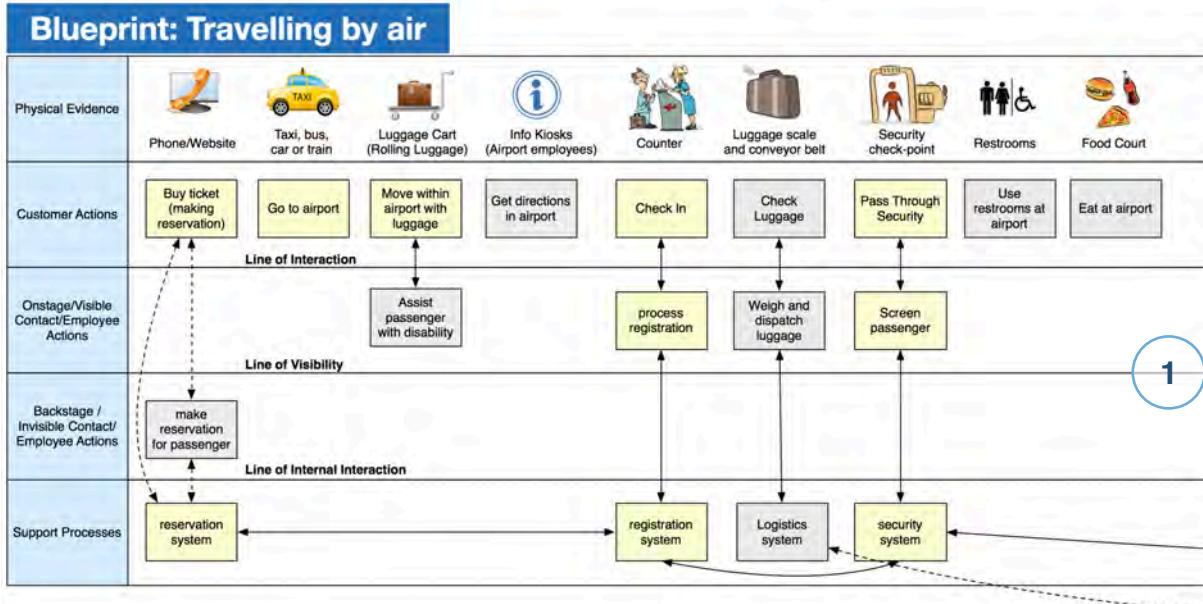
- a. Deveria haver um indicador para informar os passageiros se o bagageiro da cabine (bin) está cheio.
- b. Os números dos assento deveriam ser marcados de forma mais clara, visto que hoje são muito pequenos.
- c. A mesinha de cada assento é muito escorregadia, permitindo que os itens postos em cima dela se movam facilmente durante o voo.
- d. Os botões para chamar os comissários, de controle de luz e de ar deveriam ser mais acessíveis e intuitivos para todos. Para algumas pessoas, é impraticável se esticar para pressionar o botão no teto. É verdade que em algumas aeronaves os botões são posicionados mais perto dos assentos, no entanto são em lugares pouco intuitivos . Em outras aeronaves, os botões estão no descanso de braço tornando possível o pressionamento acidental deles.
- e. Os cintos de segurança deveriam ser retráteis para evitar que eles se embaraçassesem.
- f. Os assentos da classe econômica deveriam ser mais ergonômicos na região da lombar e do restante da coluna para proporcionar maior conforto aos passageiros.
- g. Os assentos deveriam ter apoios para os pés para tornar a viagem mais confortável para pessoas de baixa estatura.
- h. A primeira fileira de assentos deveria ser mais acessível às pessoas com deficiência: o braço não deve ser fixo.
- i. É difícil de compreender a fala do piloto avião devido a qualidade precária do sistema de som.

- j. O banheiro não foi adaptado para pessoas com mobilidade reduzida: pequeno, apertado e sem apoios.
- k. A altura do bagageiro (bin) impossibilita que pessoas de baixa estatura e com pouca força corporal guardem seus pertences.
- l. Não existe no momento um local adequado para a formação de filas para o banheiro, o que muitas vezes acaba por bloquear os corredores do avião.
- m. Não é possível caminhar pelo corredor quando as refeições estão sendo servidas devendo às dimensões do carrinho / corredor.
- n. Os atendentes não fornecem tempo suficiente para que os indivíduos terminem suas refeições antes de passar com o refil / coletando o lixo.
- o. Os assentos não foram projetados para crianças.
- p. Não há áreas adequadas para dispor o lixo perto dos assentos.
- q. O assento é muito estreito para pessoas obesas.
- r. O cinto de segurança convencional é muito apertado para pessoas obesas. Os comissários de bordo oferecem extensões do cinto de segurança gerando constrangimento para os passageiros.

8.3 Blueprint

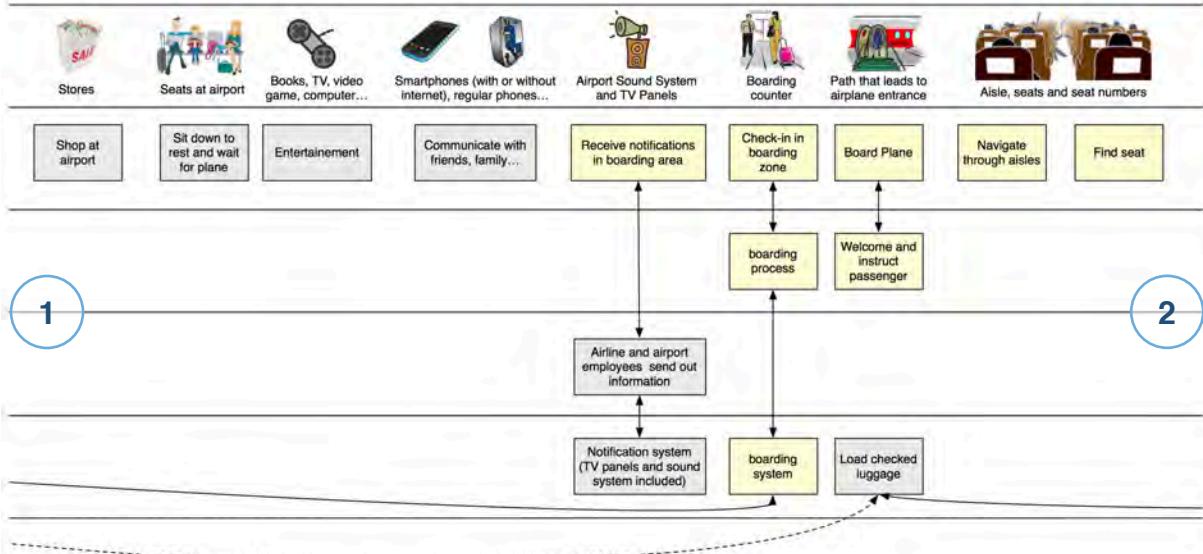
A partir das observações feitas, foi possível criar um mapa do serviço. Este *blueprint* é ilustrado a seguir.

Figura 8.24 – Mapeamento do serviço: parte I (em inglês)



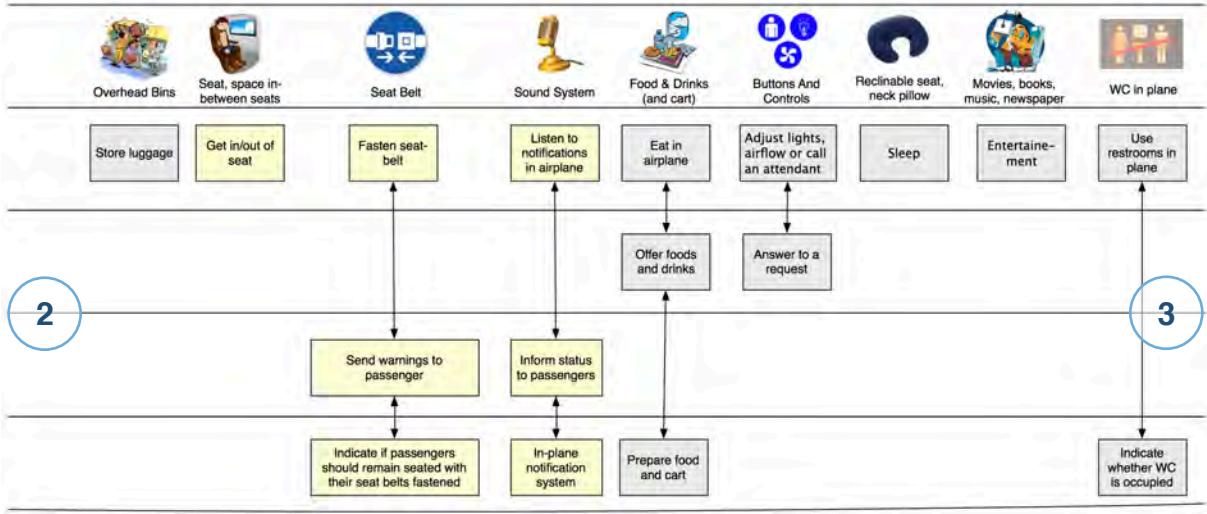
Fonte: acervo da equipe ME310

Figura 8.25 – Mapeamento do serviço: parte II (em inglês)



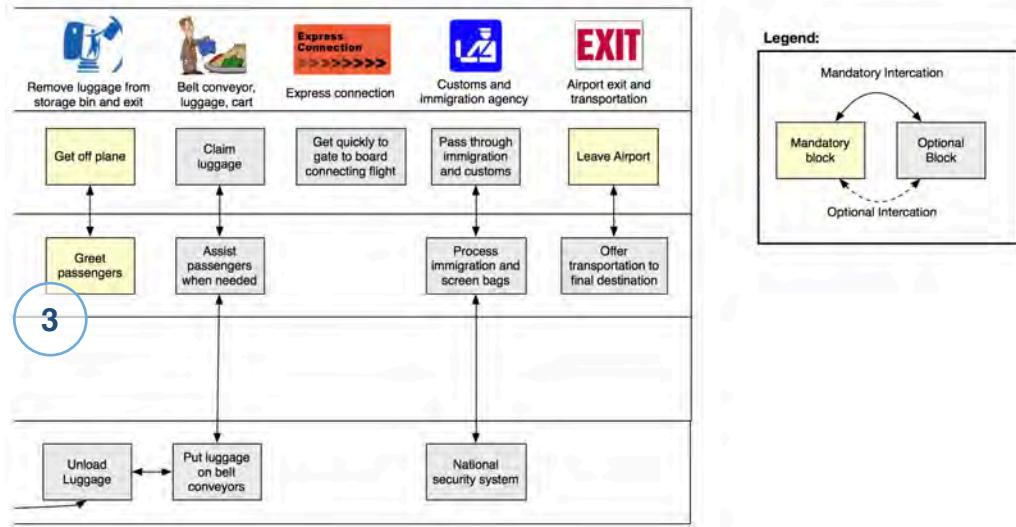
Fonte: acervo da equipe ME310

Figura 8.26 – Mapeamento do serviço: parte III (em inglês)



Fonte: acervo da equipe ME310

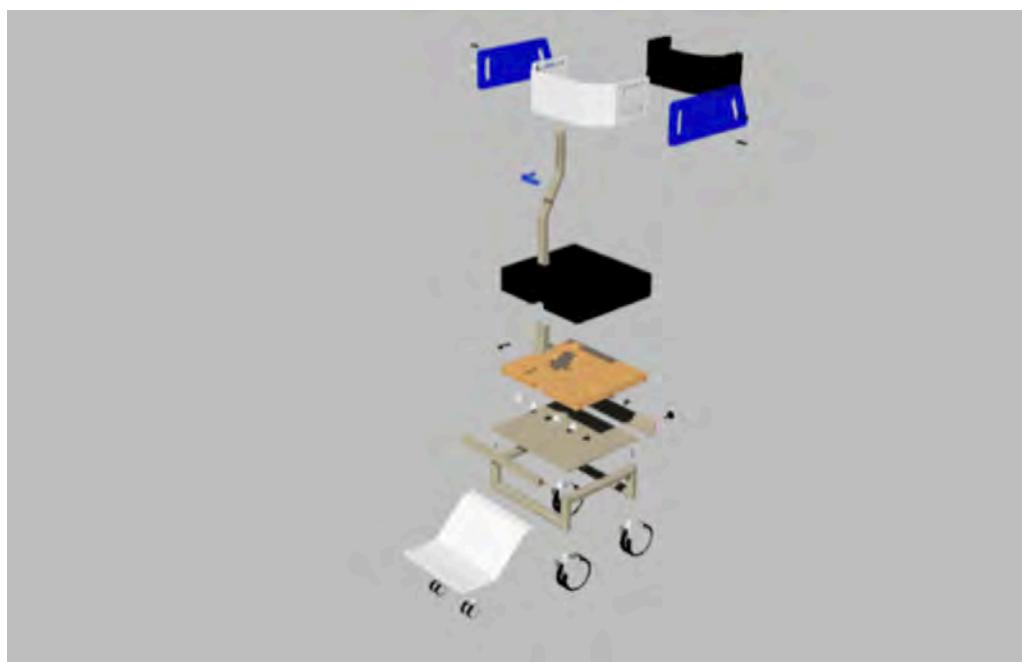
Figura 8.27 – Mapeamento do serviço: parte IV (em inglês)



Fonte: acervo da equipe ME310

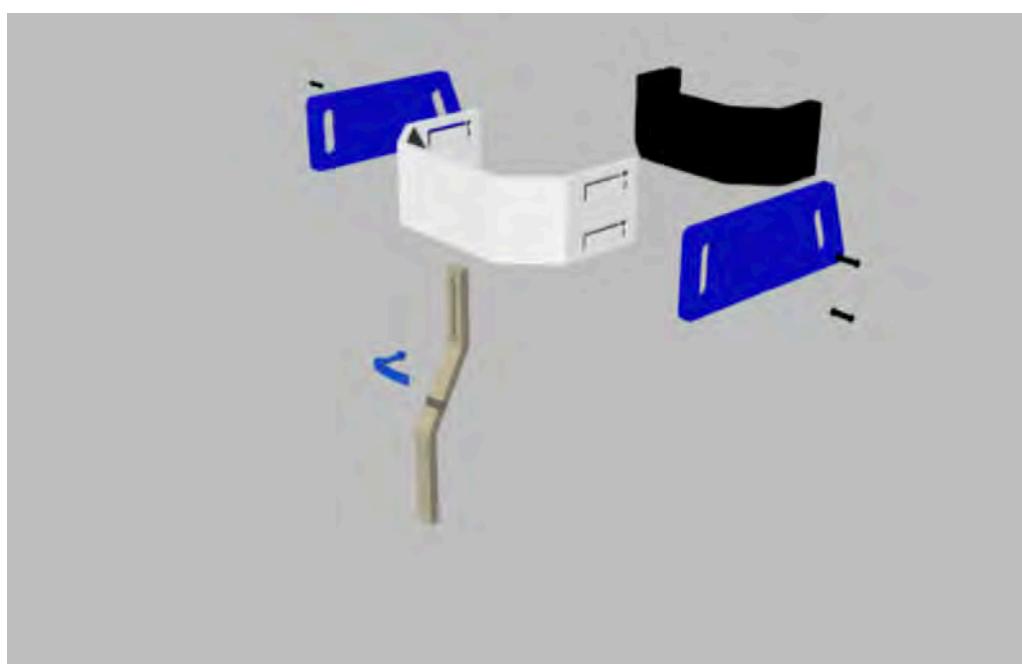
8.4 Desenhos técnicos e modelos em CAD

Figura 8.28 – Visão explodida da cadeira



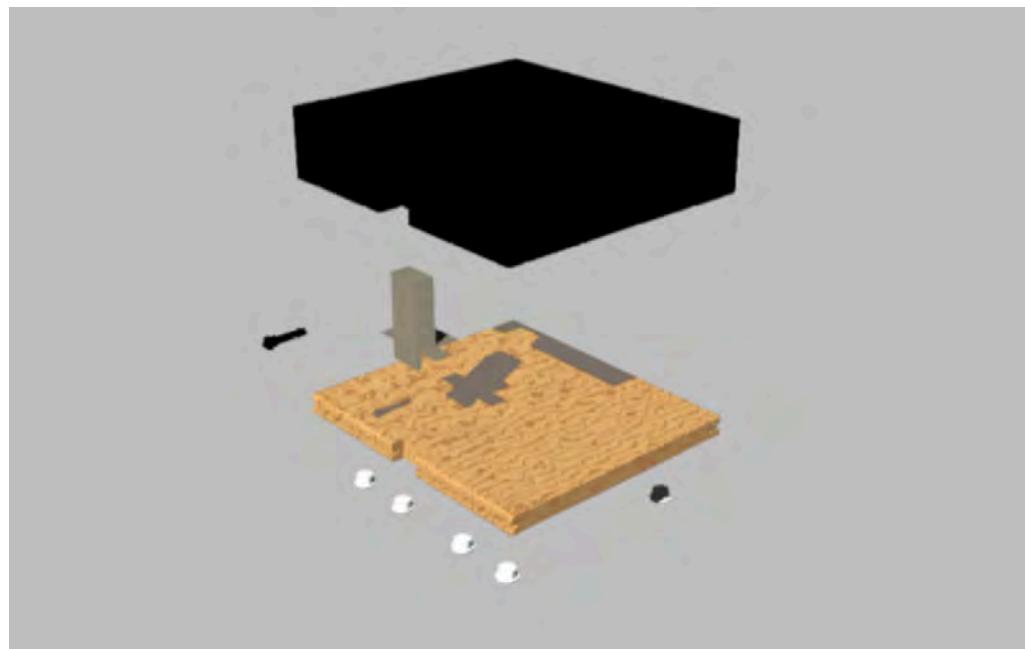
Fonte: acervo da equipe ME310

Figura 8.29 – Visão explodida do apoio frontal



Fonte: acervo da equipe ME310

Figura 8.30 – Visão explodida da base da almofada



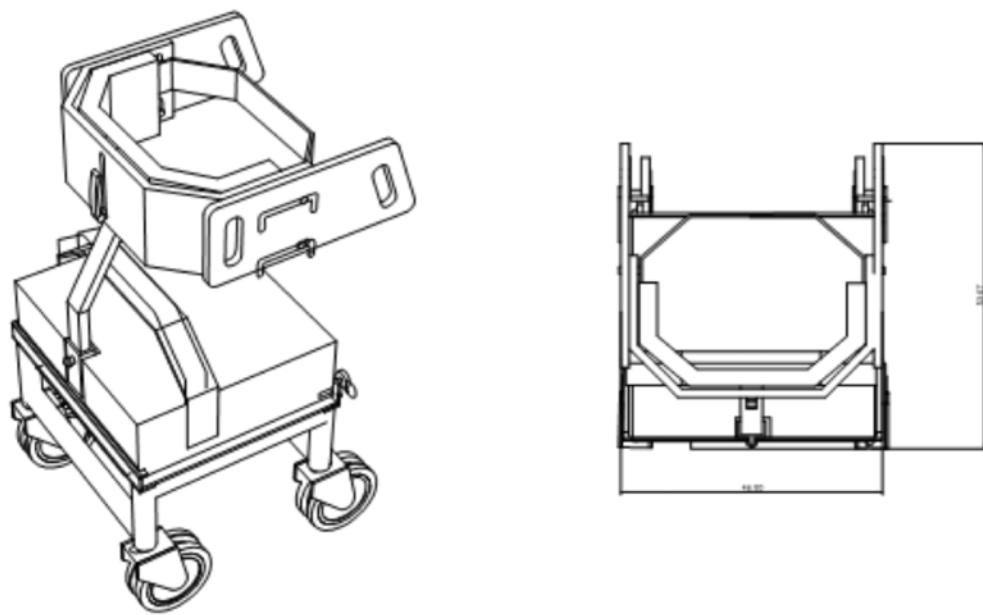
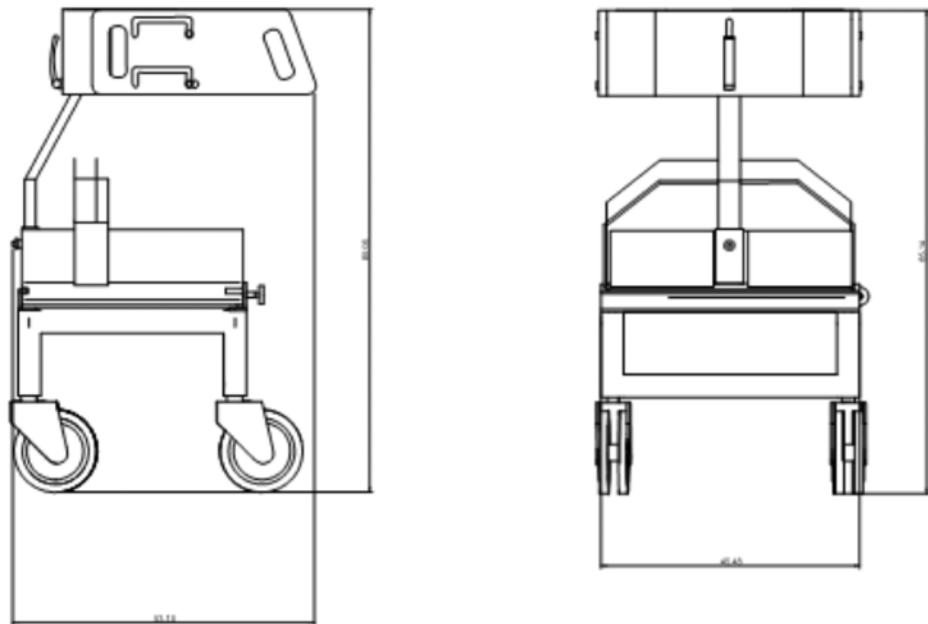
Fonte: acervo da equipe ME310

Figura 8.31 – Visão explodida da estrutura da cadeira



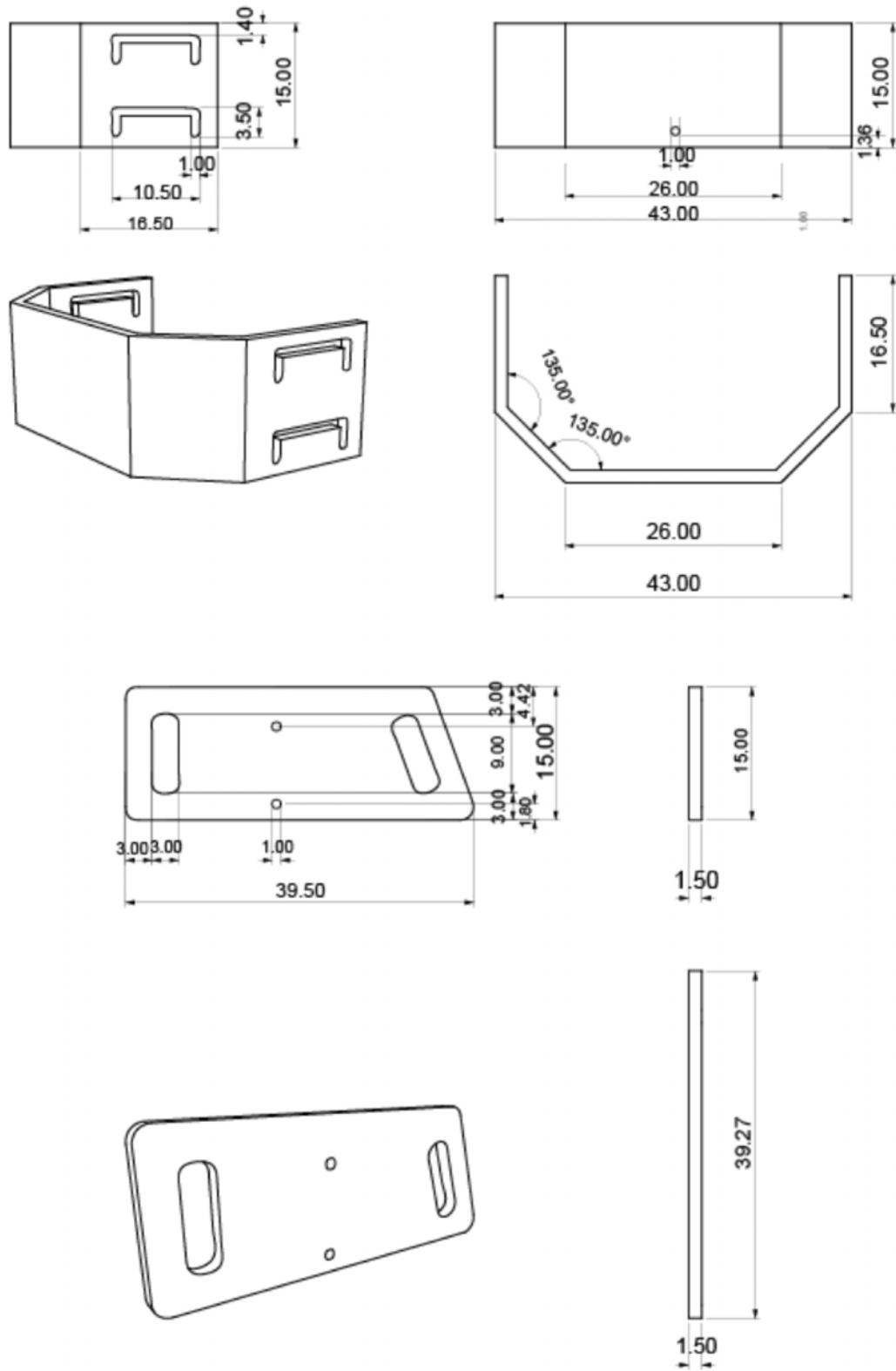
Fonte: acervo da equipe ME310

Figura 8.32 – Desenho técnico da cadeira



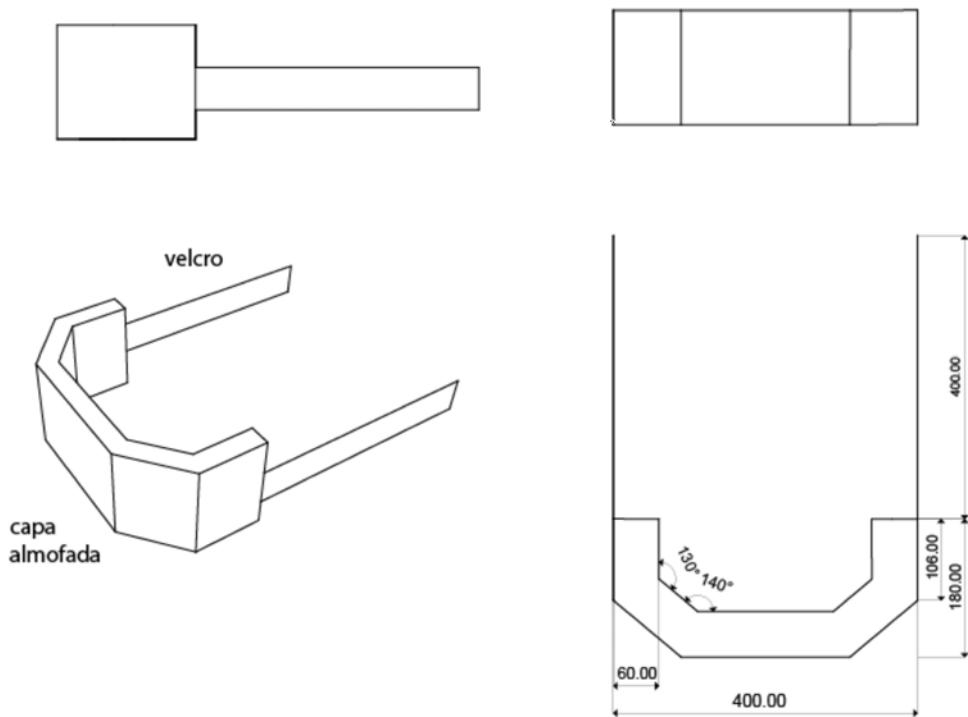
Fonte: acervo da equipe ME310

Figura 8.33 – Desenho técnico do apoio frontal e das manoplas



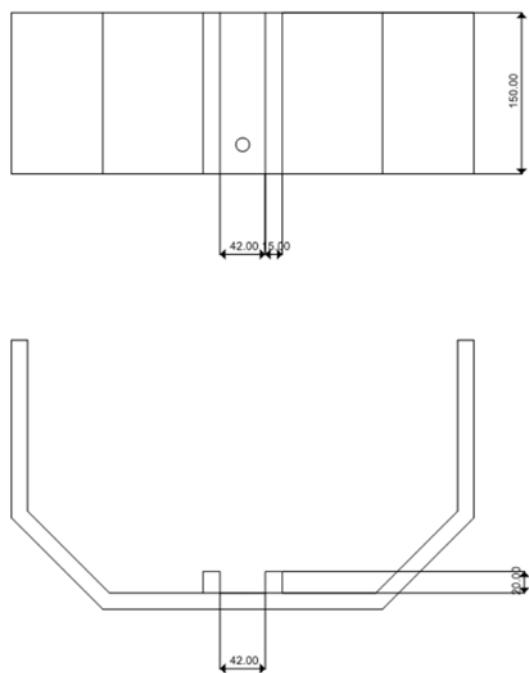
Fonte: acervo da equipe ME310

Figura 8.34 – Desenho técnico da almofada do apoio frontal



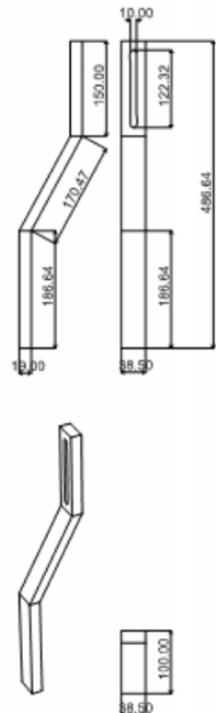
Fonte: acervo da equipe ME310

Figura 8.35 – Desenho técnico do apoio frontal com foco na zona de junção do mastro



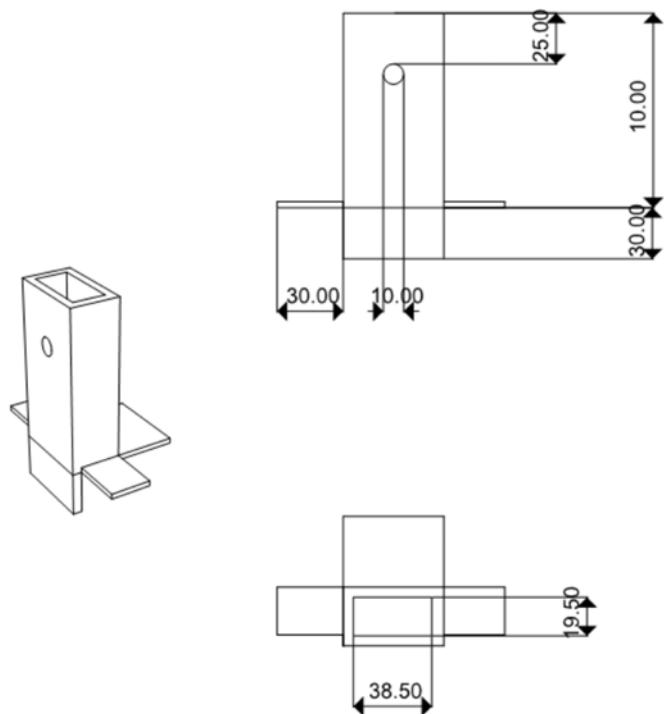
Fonte: acervo da equipe ME310

Figura 8.36 – Desenho técnico do mastro

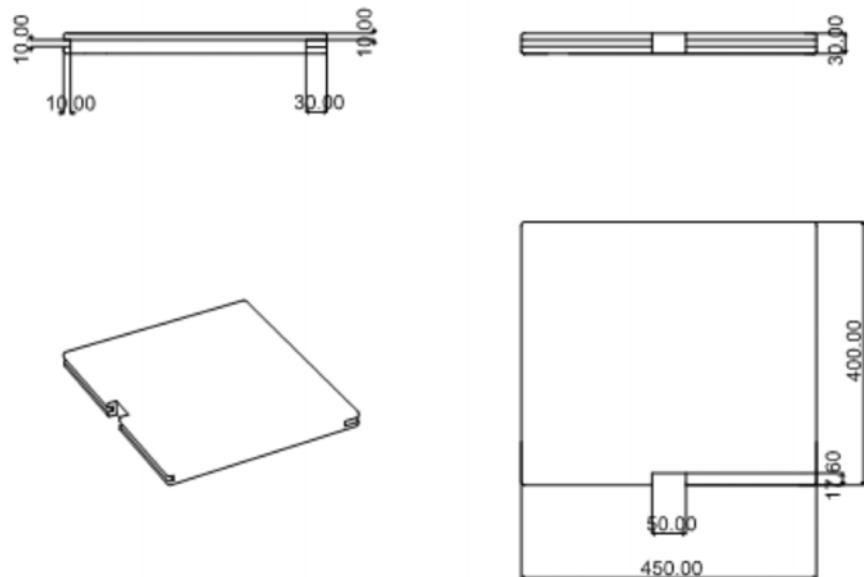


Fonte: acervo da equipe ME310

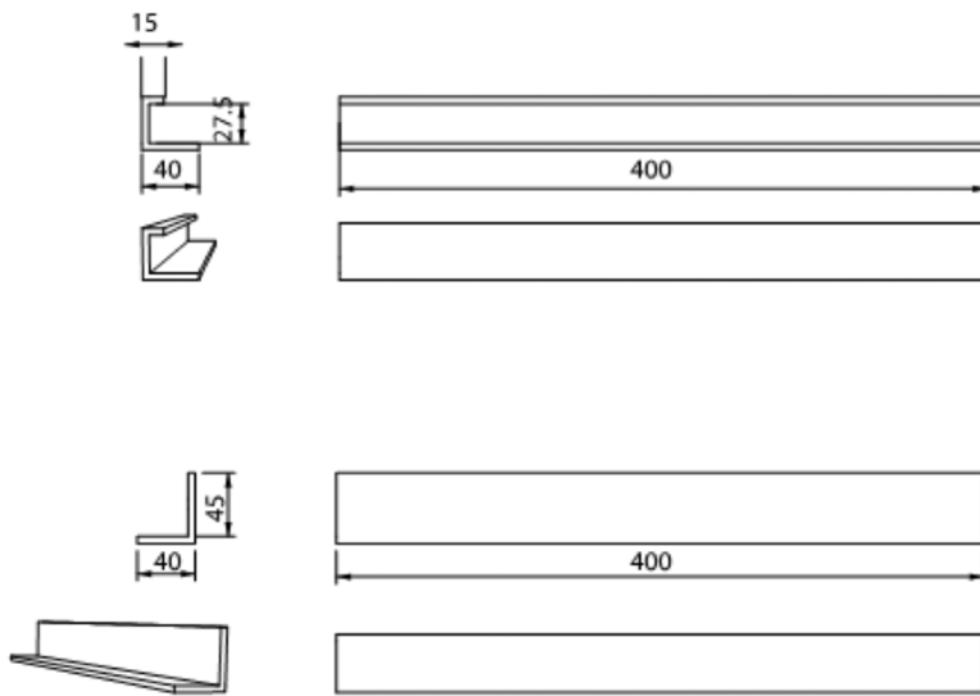
Figura 8.37 – Desenho do porta-mastro



Fonte: acervo da equipe ME310

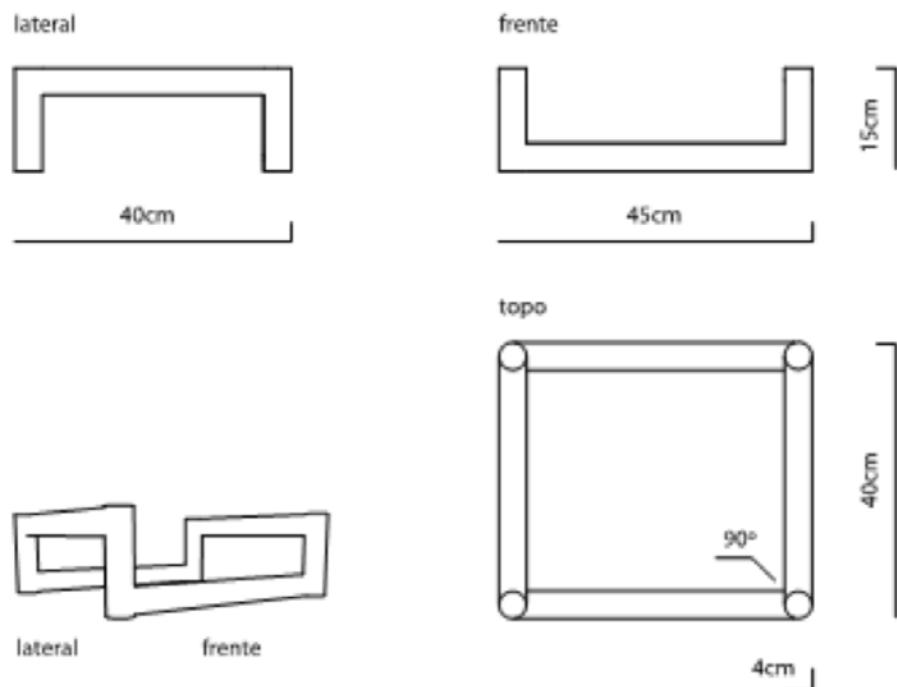
Figura 8.38 – Desenho técnico da base da almofada

Fonte: acervo da equipe ME310

Figura 8.39 – Desenho técnico dos perfil de alumínio (parede) frontal e traseiro

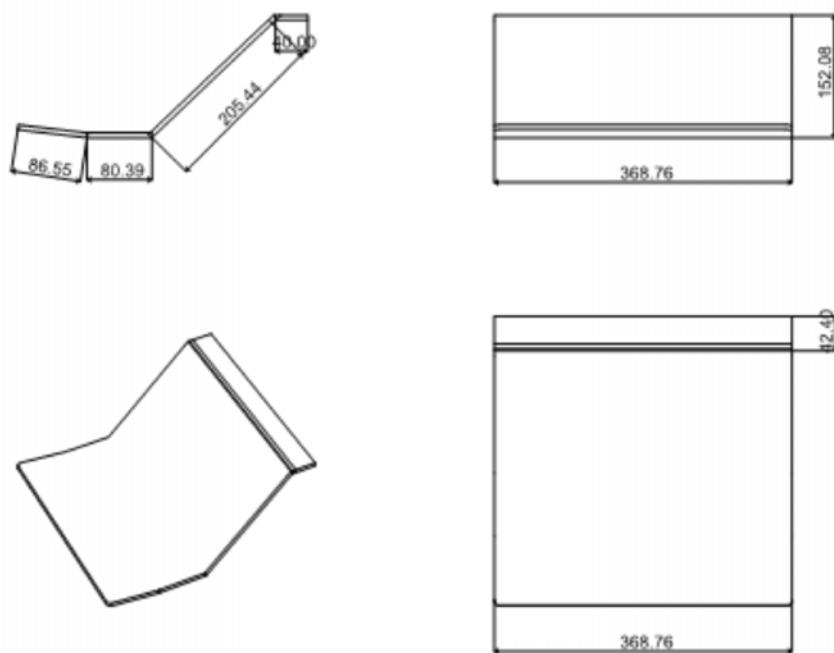
Fonte: acervo da equipe ME310

Figura 8.40 – Desenho técnico da estrutura da cadeira



Fonte: acervo da equipe ME310

Figura 8.41 – Desenho técnico do apoio de pé



Fonte: acervo da equipe ME310

8.5 Brochura da equipe para a apresentação de inverno

Figura 8.42 – 1^a página da brochura (*em inglês*)

Embraccess

peace of mind - independence - control

Project Background

1% of the world's population needs a wheelchair today, according to the World Health Organization. With the global aging phenomenon, what is currently just a subset of our planet will grow substantially. Rightly so, wheelchair users enjoy accommodations that enable the pursuit of almost any activity. However, due to still existent hostilities in the airplane environment, these wheelchair users suffer from **uncomfortable situations and depending on others**. How will Embraer guarantee that disabled people are ensured the **same rights and respect** as all others?

Need Statement

Imagine that you are required to gate check your bag which has something valuable or precious in it. You immediately **panic**. Now imagine if it was your wheelchair. **Your legs. Your independence.** What if you have no clue how you are going to move inside the cabin now that you don't have your chair? What if you can't be sure that you will be able to move after your flight, because your wheelchair may not make it safely to your destination? For our users, this is their **bitter reality**.

The diagram illustrates the interior of an airplane cabin. In the foreground, a wheelchair is shown being maneuvered through the aisle between rows of blue leather seats. A person is pushing the wheelchair. In the background, another person is standing near the entrance of the cabin. Three callout bubbles provide detailed information about the product's features:

- Mobility:** Describes a redesigned aisle wheelchair that allows users to slide in and out of their seats independently. It mentions greater access to onboard WCs and facilitates wheelchair transfer between seats.
- Smart Cabin:** Explains the use of an app for control over cabin systems like lights and fans. It also discusses anticipating user needs and sending notifications for luggage tracking.
- Wheelchair Storage:** Details a storage case provided at the entrance for secure storage of wheelchairs, which are trackable via a QR code integrated with the airline's luggage tracking system.

Design requirements light | safe | maintain passenger capacity

Fonte: acervo da equipe ME310

Figura 8.43 – 2ª página da brochura (em inglês)

Prototypes

The collage consists of five photographs arranged in a grid-like pattern:

- Wheelchair Storage:** A person in a wheelchair is shown inside a specialized storage unit with foldable walls and a docking system. A digital display on the side shows a red icon of a wheelchair and a green checkmark with the word "stowed".
- Smart Cabin:** A person in a wheelchair is seated in a cabin, reading a book. The cabin interior includes a blue headrest and a small circular window.
- Mobility:** A close-up view of a mechanical assembly involving wooden components, metal rods, and a hand interacting with a sliding mechanism.
- Wheelchair Storage (Close-up):** A detailed view of the storage unit's interior, showing a wooden frame and a sliding mechanism.
- Mobility (Close-up):** A detailed view of the lateral sliding and latching mechanism, showing various parts like bearings, aluminum, and wood.

Learnings

While we are designing for the wheelchair user's experience, our products must seamlessly integrate into or improve the current systems utilized by the cabin and airport crew.

The systems utilized by the airport personnel needs to have clear instructions and the process must take the least amount of time possible.

By simulating how the user would interact with the product, we were able to develop a more user-friendly latching mechanism. Armrest up, unlocked seat and vice-versa.

Next steps

We are looking into different types of telescoping designs as well as inflatables for the storage device's retractable light-weight walls that protect the wheelchair.

Our current tracking and control system utilizes MATLAB and we will be migrating that onto an iOS or Android platform.

Our focus will be directed to minimizing the need for adaptations on the plane as well as decreasing the weight of the aisle chair and transfer mechanism.

 Maria Barrera - Laura Hoinville - Clifford Bargar
Erika Finley - Robert Karol

 Guilherme Kok - Amanda Mota - Luiz Durão
Rodrigo Monteiro

 Brazilian Aircraft Manufacturer
World Leader in Regional Jets

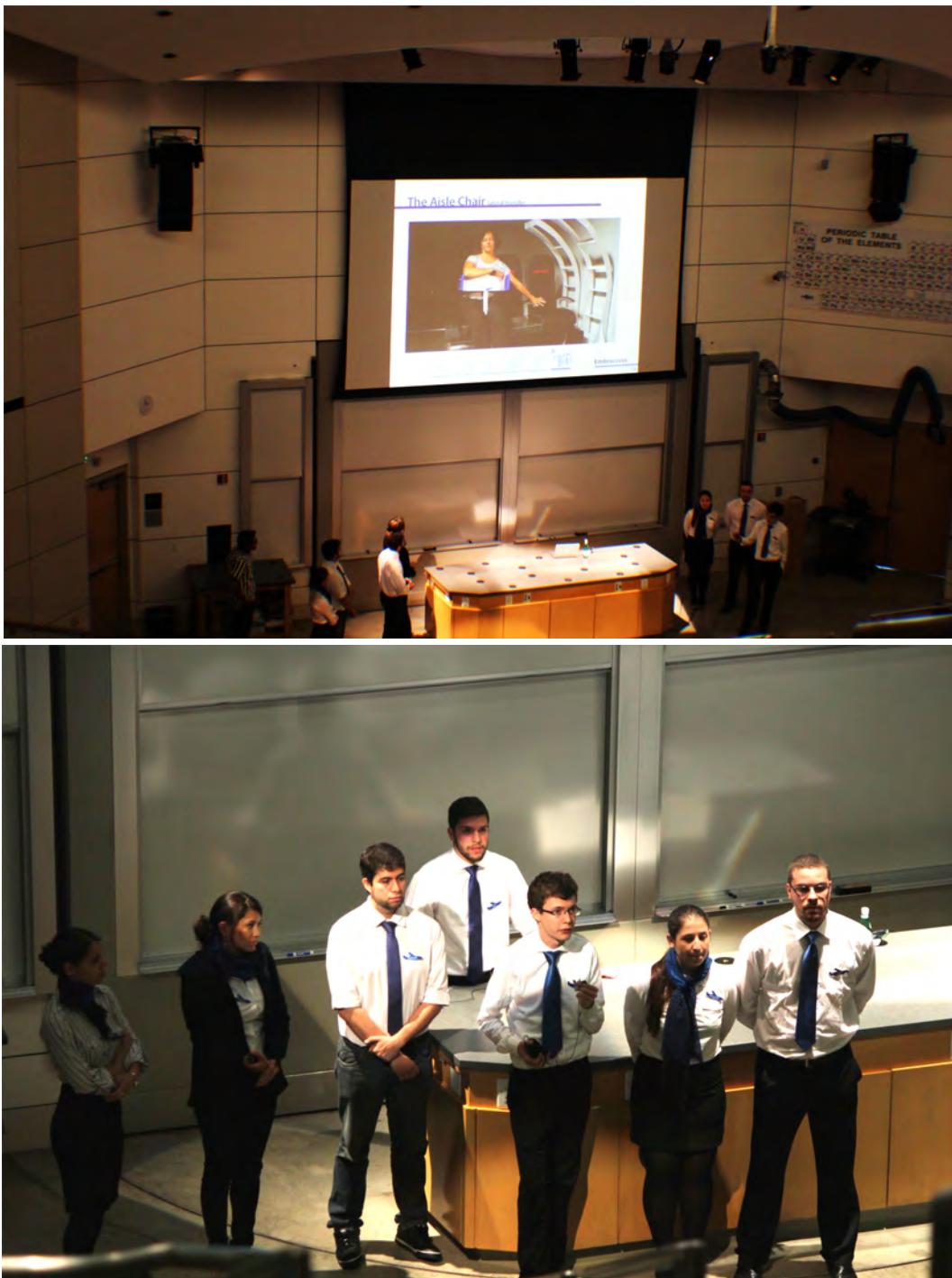

scan here to learn more

Fonte: acervo da equipe ME310

8.6 EXPE – Apresentação e Feira de Exposição em Stanford

Apresentação para a comunidade da ME310:

Figura 8.44 – Apresentação final do projeto



Fonte: acervo da equipe ME310

Pôster confeccionado para a EXPE:

Figura 8.45 – Pôster (em inglês)

Embracecess

peace of mind - independence - control

Problem

60% of wheelchairs are damaged during flight.

stressful and uncomfortable experience

uncomfortable and unsafe transfers.

Solution

Wheelchair Platform

handles

straps

Aisle chair

chest rest

transfer mechanism

electronics

electric jack

We are giving wheelchairs users the **piece of mind, independence** and **control** they deserve through the use of a rigid platform for their wheelchair and a safer, more comfortable transfer process.

New experience

- 1 user drives on to the platform and overoses as it is strapped down.
- 2 user transfers on to the new aisle wheelchair.
- 3 handler rolls the wheelchair platform away to the cargo hold.
- 4 flight personnel assists wheelchair user down the aisle.
- 5 user laterally transfers themselves onto their airplane seat.

ME310 STANFORD UNIVERSITY **USP** **EMBRAER**

Amrinda Mehta Cliff Barger Guilherme Kok Laura Holmville Luis Duran Maren Barnes Fabio Momeni

Fonte: acervo da equipe ME310

O estande, testes com usuários e a equipe ME310:

Figura 8.46 – Mockup da cabine montado pela equipe



Fonte: acervo da equipe ME310

Figura 8.47 – Usuário simulando experiência de voo com óculos de realidade aumentada



Fonte: acervo da equipe ME310

Figura 8.48 – À esq. visitante da feira testando protótipo e à direita funcionário da Embraer



Fonte: acervo da equipe ME310

Figura 8.49 – A equipe ME310



Fonte: acervo da equipe ME310

8.7 Participação da equipe na Feira de Reabilitação em São Paulo

A seguir são mostradas algumas fotos do evento:

Figura 8.50 – Estande da equipe na Feira de Reabilitação



Fonte: acervo da equipe ME310

Figura 8.51 – Usuários testando protótipo na feira



Fonte: acervo da equipe ME310

8.8 Vídeos

Para acessar os vídeos, siga o *link* ou use um dispositivo para ler o *QR Code* da Tabela 8.1.

Tabela 8.1 – QR Codes e links para os vídeos gerados durante o projeto

Função Crítica <i>Animação em massinha</i>	Função Crítica <i>O problema</i>	Função Crítica <i>A solução</i>
http://goo.gl/VveFfX	http://goo.gl/gB7Mcg	http://goo.gl/9lEHGh
Azarão <i>Protótipo rápido</i>	Azarão <i>Protótipo em escala</i>	Integrado <i>Transferência lateral</i>
http://goo.gl/kZFzwE	http://goo.gl/EzbWfs	http://goo.gl/OUF2tq
Funcional <i>A Trava</i>	Funcional <i>Visão Inicial</i>	Final <i>Visão Final</i>
http://goo.gl/I4YkUO	http://goo.gl/aVKaLr	http://goo.gl/B6OVvw

Fonte: adaptado do acervo da equipe ME310