



**Tecnologia Assistiva nas Classes Comuns do Ensino Regular:
contribuições no design de sistemas de mobilidade infantil
para auxílio nas interações sociais**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Programa de pós-graduação em design
Discente: Carlos Eduardo Senna
Orientação: Prof. Dr. Wilson João Batista

pgdesign


UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Engenharia
Programa de Pós-Graduação em Design**

CARLOS EDUARDO SENNA

**Tecnologia Assistiva nas Classes Comuns do Ensino Regular:
contribuições no design de sistemas de mobilidade infantil
para auxílio nas interações sociais**

Orientação: Prof. Dr. Vilson João Batista

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.**

**PORTO ALEGRE
2012**

CIP - Catalogação na Publicação

Senna, Carlos Eduardo

Tecnologia Assistiva nas Classes Comuns do Ensino Regular: contribuições no design de sistemas de mobilidade infantil para auxílio nas interações sociais / Carlos Eduardo Senna. -- 2012.
127 f.

Orientador: Vilson João Batista.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Design, Porto Alegre, BR-RS, 2012.

1. tecnologia assistiva. 2. educação inclusiva. 3. cadeira de rodas. 4. mobilidade infantil. 5. deficiência física. I. Batista, Vilson João, orient. II. Título.

TERMO DE APROVAÇÃO

CARLOS EDUARDO SENNA

Tecnologia Assistiva nas Classes Comuns do Ensino Regular: contribuições no design de sistemas de mobilidade infantil para auxílio nas interações sociais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Design pela comissão julgadora composta dos membros:

Vilson João Batista, Orientador

Doutor em Engenharia Mecânica, UFRGS, Brasil.

Banca Examinadora:

Wilson Kindlein Júnior, Membro Interno

Doutor em Engenharia de Materiais, UFRGS, Brasil.

Liliana Maria Passerino, Membro Externo

Doutora em Informática na Educação, UFRGS, Brasil.

Rodrigo Gonçalves dos Santos, Membro Externo

Doutor em Educação, IF-SC, Brasil.

AGRADECIMENTOS

*São muitas as pessoas a quem preciso agradecer.
Algumas colaboraram diretamente com a realização deste trabalho.
Outras me auxiliaram na tarefa de desempenhar tantos papéis — pesquisador, designer, pensador,
irmão, filho, amigo e companheiro — me ajudaram a organizar meu cotidiano.*

*Agradeço ao meu orientador, Prof. Vilson João Batista, pela dedicação e confiança ao longo dos
diferentes percursos (Florianópolis – Porto Alegre).*

*À professora Geisa Böck, então gerente de Educação Especial do Município de Florianópolis,
que abriu as portas da Rede para os devidos ensinamentos.*

Ao futuro designer Felipe Bastianello, pela amizade e contribuição com suas ideias.

*À terapeuta ocupacional Luciana Staut, pela disponibilidade e pelo auxílio valioso no trabalho de
campo.*

Ao Beto Porfírio e ao seu filho Yuri, que ajudam no entendimento de ações indispensáveis.

Ao “Marcelo” e seus familiares que, sem os mesmos, essa pesquisa não seria possível.

*A todos os professores e colaboradores da Escola Básica Municipal Almirante Carvalhal, que
participaram deste estudo, como atores e protagonistas.*

Aos colegas e professores do PGDesign.

Aos amigos que estiveram ao meu lado nesses dois anos, pelo apoio e estímulo.

*À minha namorada Lara Vandresen, que me incentivou com sua presença carinhosa, sua paciência
e seu apoio.*

*A minha irmã Ana Beatriz, que me motivou a olhar para frente,
mesmo encontrando-me na contramão.*

*Aos meus pais, pelas vibrações positivas e pelo investimento constante, que sempre me fizeram
acreditar no “impossível”.*

*Por fim, agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
(CAPES).*

Um objeto é mais que cor, forma, textura, matéria-prima e funcionalidade. É razão, ideologia, contexto, emoção, sensação... comunicação: Tal como uma história, um artefato é um texto, uma maneira de exibir formas e um veículo de transmissão de significados (HENRY GLASSIE).

RESUMO

Esta dissertação apresenta contribuições no design de cadeira de rodas como sistema de mobilidade infantil. A proposta visa favorecer as relações interpessoais existentes nos contextos escolares. Em um primeiro momento, a pesquisa obteve dados a respeito de patentes como indicadores de inovação tecnológica. Utilizou-se esse recurso como estratégia de prospecção para a conceituação do Estado da Arte. Ao verificar as informações contidas nas patentes, investigou-se, também, o grau de inventividade existente nos produtos atuais. A ideia foi a de aplicar as melhores práticas no objeto em questão. Posteriormente, efetuou-se um estudo etnográfico para analisar o cotidiano de uma criança com deficiência física, matriculada na Rede Municipal de Educação de Florianópolis, Santa Catarina. Com isso, buscou-se compreender o ambiente a ser trabalhado e coletar informações com familiares e profissionais que lidam com essa criança. Paralelo à realização do estudo, foi utilizado um modelo de referência para a estruturação de um recurso assistivo, praticando intensamente as fases de Planejamento, Projeto Informacional, Projeto Conceitual e Projeto Detalhado, em cooperação com a "voz do usuário" e de seus cuidadores. Ainda na fase conceitual, foi desenvolvida uma solução orientada ao contexto escolar, dedicada às séries iniciais. Como desfecho da presente pesquisa, tem-se o desenvolvimento de uma cadeira de rodas infantil, culminando com a confecção de um protótipo que apresenta diferenciais relacionados à mobilidade e interação.

Palavras-chave: tecnologia assistiva, educação inclusiva, cadeira de rodas, mobilidade infantil, deficiência física.

ABSTRACT

This dissertation presents some contributions to the design of the wheelchair as a children's mobility system. The proposal aims at facilitating the interpersonal relations that take place in the school environment. At an early stage, the research obtained data related to patents as technological innovation indicators. This resource was used as a prospecting strategy for creating the State of the Art concept. By checking the information contained in the patents, the level of inventiveness of current products was investigated as well. The idea was to apply the best practices to the object in question. Later, an ethnographic research was conducted in order to analyze the daily life of a child with physical disabilities attending the Municipal Education System of Florianópolis, Santa Catarina. Hence, we sought to understand the setting to be worked on and to collect information from relatives and professionals who deal with this child. Along with the development of this study, a model of reference for the structuring of an assistive resource was used, with an intensive practice of the stages of Planning, Information Project, Conceptual Project and Detailed Project, in cooperation with the "user's voice" and his caretakers. Still at the conceptual stage, a solution oriented towards the school environment was developed, aimed at the early grades of primary school. The outcome of the present research is the development of a pediatric wheelchair, ending in the production of a prototype that features distinguished improvements related to mobility and interaction.

Key words: assistive technology, inclusive education, wheelchair, children's mobility, physical disability.

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.1: Marcelo sentado em sua cadeira especialmente confeccionada</i>	15
<i>Figura 1.2: Hierarquia das necessidades do consumidor</i>	18
<i>Figura 1.3: Localização das unidades escolares da Rede Municipal de Educação</i>	22
<i>Figura 1.4: Modelo de referência utilizado no PDP</i>	25
<i>Figura 2.1: Divisão genérica da Classificação Internacional de Patentes</i>	32
<i>Figura 2.2: Exemplos de desenhos analisados durante a busca de patentes</i>	33
<i>Figura 2.3: Patentes internacionais relacionadas com cadeira de rodas</i>	35
<i>Figura 2.4: Patentes internacionais relacionadas com cadeira de rodas especificando crianças no "abstract"</i>	35
<i>Figura 2.5: Patentes nacionais relacionadas com cadeira de rodas</i>	36
<i>Figura 2.6: Proporção de patentes depositadas no Brasil em relação ao mundo</i>	36
<i>Figura 2.7: Exemplo de cadeiras de rodas infantis disponíveis no mercado nacional</i>	37
<i>Figura 2.8: Cadeiras identificadas com base na análise de similares</i>	40
<i>Figura 2.9: Cadeira Krabat Jockey</i>	41
<i>Figura 2.10: Cadeira Wombat</i>	42
<i>Figura 2.11: Cadeira Nandu</i>	43
<i>Figura 2.12: Cadeira Flamingo</i>	44
<i>Figura 2.13: Cadeira Lambda</i>	45
<i>Figura 2.14: High-low frame</i>	46
<i>Figura 2.15: Cadeira Strato</i>	47
<i>Figura 3.1: Esquema com definição das etapas do projeto informacional</i>	49
<i>Figura 3.2: Locais frequentados pelo aluno (ambientes internos e externos da escola)</i>	55
<i>Figura 3.3: Posicionamento de Marcelo em sua carteira</i>	56
<i>Figura 3.4: Marcelo utilizando o recurso do quadro inclinado</i>	57
<i>Figura 3.5: Marcelo posicionado em sala</i>	58
<i>Figura 3.6: Cadeira posicionada no meio da sala de projeção</i>	59
<i>Figura 3.7: Detalhes da cadeira</i>	60
<i>Figura 3.8: Marcelo no momento de sua alimentação</i>	61
<i>Figura 4.1: Esquema com definição das etapas do projeto conceitual</i>	73
<i>Figura 4.2: Esquema de representação da função total</i>	74
<i>Figura 4.3: Funções do produto</i>	75
<i>Figura 4.4: Árvore funcional da cadeira</i>	76
<i>Figura 4.5: Exemplos criados durante a geração de alternativas</i>	79
<i>Figura 4.6: Alternativas para subsistemas da cadeira</i>	80
<i>Figura 4.7: Dimensionamento para garantia da profundidade do assento</i>	82
<i>Figura 4.8: Dimensionamento para garantia da altura do apoio de pés</i>	82
<i>Figura 4.9: Dimensionamento para altura do encosto</i>	83
<i>Figura 4.10: Dimensionamento para suporte de braço</i>	83
<i>Figura 4.11: Dimensionamento para encosto ativo da cadeira</i>	84
<i>Figura 4.12: Técnicas de avaliação para selecionar concepções</i>	86
<i>Figura 4.13: Conceito escolhido após o processo de seleção</i>	89
<i>Figura 5.1: Esquema com definição das etapas do projeto detalhado</i>	91
<i>Figura 5.2: Modelo virtual com os seus principais subsistemas</i>	93
<i>Figura 5.3: Ajuste para as rodas frontais</i>	94
<i>Figura 5.4: Componente proposto e o componente escolhido</i>	94
<i>Figura 5.5: Detalhe do subsistema de trava e fechamento</i>	95
<i>Figura 5.6: Movimentos realizados ao rotar o subsistema</i>	95
<i>Figura 5.7: Vista explodida do sistema de frenagem com seus componentes</i>	96
<i>Figura 5.8: Detalhe do subsistema de elevação e seus componentes</i>	97
<i>Figura 5.9: Subsistema de inclinação (função tilt)</i>	98
<i>Figura 5.10: Princípio de funcionamento do conjunto</i>	99
<i>Figura 5.11: Processo de construção do protótipo</i>	101
<i>Figura 5.12: Protótipo com suas características principais</i>	103

LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 1.1: Deficiências dos alunos por escolas no município de Florianópolis</i>	23
<i>Quadro 1.2: Definição das principais deficiências físicas</i>	24
<i>Quadro 3.1: Agrupamento dos requisitos</i>	68
<i>Quadro 3.2: Lista das especificações-meta do projeto</i>	70
<i>Quadro 4.1: Matriz Morfológica da cadeira</i>	78
<i>Quadro 5.1: Demonstrativo dos valores gastos</i>	102

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 2.1: Exportações e importações brasileiras dos recursos assistivos</i>	<i>29</i>
<i>Tabela 2.2: Subgrupos analisados na Classificação Internacional de Patentes (CIP)</i>	<i>33</i>
<i>Tabela 3.1: Técnicas específicas para projetos assistivos</i>	<i>52</i>

SUMÁRIO

RESUMO	VII
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE QUADROS	X
LISTA DE TABELAS	XI
CAPÍTULO 1 - Introdução	14
1.1 A importância do estudo	14
1.2 Contextualização	16
1.3 Justificativa	17
1.4 Problema de pesquisa	19
1.5 Objetivos	21
1.6 Ambiente a ser trabalhado	22
1.7 Considerações sobre as crianças deficientes na Rede	23
1.8 Metodologia projetual	25
1.9 Estrutura da dissertação	26
CAPÍTULO 2 - Estado da Arte	28
2.1 Introdução ao estado da arte	28
2.2 Cenário produtivo-industrial das cadeiras de rodas	28
2.3 A literatura das patentes	30
2.3.1 Banco de dados utilizados	30
2.3.2 O processo de busca	31
2.3.3 Compilando os dados encontrados	34
2.4 Análise de similares	39
2.5 Considerações sobre o estado da arte	48
CAPÍTULO 3 - Projeto Informacional	49
3.1 Introdução ao projeto informacional	49
3.2 Revisando o escopo do produto	50
3.3 Identificando os clientes do projeto	50
3.4 Identificando os requisitos dos clientes	51
3.4.1 O estudo etnográfico (observações e entrevistas)	53
3.4.2 Compilando os dados	67
3.5 Definindo as especificações do produto	69
3.6 Considerações sobre o projeto informacional	71
CAPÍTULO 4 - Projeto Conceitual	73
4.1 Introdução ao projeto conceitual	73
4.2 Modelar funcionalmente o objeto	74
4.3 Desenvolver princípios de solução para as funções	77
4.4 Desenvolver as alternativas de solução	79
4.5 Definir arquitetura preliminar	80
4.6 Definir ergonomia	81
4.7 Definir estética	85
4.8 Selecionar concepções	86
4.9 Considerações sobre o conceito escolhido	89

CAPÍTULO 5 - Projeto Detalhado e Construção do Protótipo	91
5.1 Introdução ao projeto detalhado	91
5.2 Modelagem virtual da proposta	92
5.3 Detalhamento dos Sistemas, Subsistemas e Componentes (SSC's)	93
5.4 Especificação de materiais	99
5.5 Construção do protótipo	100
5.6 Considerações sobre o protótipo	104
CAPÍTULO 6 - Conclusões	106
6.1 Considerações gerais	106
6.2 Sugestões para trabalhos futuros	107
REFERÊNCIAS	108
APÊNDICES	112
ANEXOS	126

Capítulo 1:

Introdução

1.1 A importância do estudo

O breve relato abaixo permite que este capítulo introdutório seja mais bem explicado, destacando alguns aspectos da relação entre o uso de produtos por alunos com deficiência física nas classes comuns do ensino regular e seu processo de desenvolvimento. O resumo faz parte de um estudo de caso realizado por Bersch (2009) e apresentado em sua dissertação, na íntegra. À época, a criança-sujeito da pesquisa frequentava o Núcleo de Educação Infantil do bairro de Coqueiros, da Rede Municipal de Educação de Florianópolis, Santa Catarina.

Com o objetivo de diagnosticar o atual serviço de Tecnologia Assistiva (T.A)¹, instituído nas escolas públicas da Rede, a pesquisadora apresentou a história de Marcelo, compilada a seguir:

Marcelo tem 5 anos de idade e frequenta uma escola municipal. Embora ele possua deficiência física, é importante dizer que seu aspecto cognitivo está preservado. Ele compreende tudo e na hora das atividades em classe, demonstra bastante interesse. No próximo ano, ele ingressará no ensino fundamental. Este fato mobiliza os professores ligados ao Atendimento Educacional Especializado (AEE), que procuram criar condições para que Marcelo acesse, de fato, as vivências educacionais, bem como os conteúdos, os conceitos e, principalmente, as dependências da escola.

Apesar de existir a intenção para a participação do aluno nas oportunidades oferecidas em classe, algumas dificuldades se manifestam no decorrer do ano letivo e são relatadas, sobretudo, pelos professores da rede educacional. Uma objeção manifestada e aparente no trabalho de Bersch, diz respeito ao manejo dos professores com o menino. “Ele é uma criança pesada. É difícil segurá-lo sempre no colo enquanto trabalham em grupo” (BERSCH, 2009, p.167).

Com relação aos utensílios utilizados por Marcelo, as dificuldades também são expostas no decorrer do texto. “Ele possui uma cadeira que é muito alta se comparada com as outras. Isto dificulta que os amiguinhos, que são pequenos, se aproximem dele” (BERSCH, 2009, p.167).

¹ Tecnologia assistiva (T.A): “Qualquer produto, instrumento, equipamento ou sistema técnico utilizado por uma pessoa deficiente, especialmente produzido ou disponível que previne, compensa, atenua ou neutraliza uma incapacidade”. Fonte: ISO 9999 (2007, p.02).

Foi solicitada uma cadeira nova para a sala de aula. A ideia era fazer com que ele ficasse na mesma altura que os demais amigos e participasse das mesmas atividades. Pensou-se em um projeto diferenciado, que auxiliasse, de modo inclusivo, nas relações interpessoais existentes. “Gostaríamos que ele pudesse estar na mesma altura dos colegas, utilizando as folhas e os lápis e assim brincar, do jeito dele, com os brinquedos que estão em cima da mesa; que ele pudesse participar junto com as outras crianças”, relata uma das professoras da Rede (BERSCH, 2009, p.167).

Além disso, a cadeira deveria possuir alguns ajustes posturais, assim como a possibilidade de deslocamento. “A cadeira que nós queremos precisa ser feita com algumas ajudas para segurar a cabeça e o tronco. Não pode ser uma cadeirinha como as outras”, completa a professora (BERSCH, 2009, p.167).

Por se tratar de um produto diferenciado com requisitos específicos, o tempo de espera foi considerado por todos. No decorrer da dissertação, a pesquisadora relata que teve a oportunidade de conhecer a nova cadeira proposta e nos apresenta, por meio de fotos, o objeto “tão esperado” (ver figura 1.1).



Figura 1.1 - Marcelo sentado em sua cadeira especialmente confeccionada para o ambiente de sala de aula. Fonte: (Bersch, 2009, p.177)

A partir do momento que chegou a cadeira, algumas considerações foram feitas em relação à mesma. Ao visualizar o novo objeto, uma das professoras da Rede Municipal, por exemplo, sinalizou que seriam necessárias adequações complementares. Para ela, “os problemas do apoio de cabeça e de tronco não estavam bem resolvidos” (BERSCH, 2009, p.176). Apesar de o produto ser confeccionado com auxílio de profissionais da reabilitação, a professora discordava da forma concebida pela dificuldade de se efetuar, na prática, as mudanças de posicionamento da criança.

Além disso, no que se refere à locomoção do aluno (mobilidade pessoal), a nova proposta também deixou a desejar. Para todos os envolvidos, a solução impedia Marcelo de acessar os diversos ambientes da escola. Marcelo fica muito tempo fixado na cadeira e sem a possibilidade de deslocar-se, especialmente nesta fase de vida, onde o aspecto “motor” se faz presente e proporciona às crianças a exploração do mundo (BERSCH, 2009, p.178). Sendo assim, Bersch (2009) então conclui que, nessas condições, Marcelo encontrava-se em desvantagem em relação aos demais, pois deixava de desfrutar de experiências importantes nos contextos interno e externo da escola.

Em 2010, conforme esperado, a criança foi transferida para o Ensino Fundamental, em decorrência da obrigatoriedade escolar exercida pela Lei nº 11.274/2006². No mesmo ano, Marcelo passou a utilizar uma nova cadeira de rodas, adquirida por sua família para suprir suas necessidades básicas.

O texto antecedente apresenta todos os ingredientes da realidade e corresponde com as experiências de muitos, se não, da maioria dos alunos deficientes presentes nas classes comuns do ensino regular. Muitos dos problemas deparados por Marcelo durante o uso do primeiro produto foram, também, encontrados quando na utilização da segunda cadeira de rodas. A ausência de recursos apropriados faz parte do cotidiano escolar e influencia, de forma direta e indireta, a vida de muitas pessoas envolvidas no processo de inclusão.

1.2 Contextualização

A inclusão escolar de alunos com deficiência nas classes comuns do ensino regular não é mais uma novidade em nosso país. Sabe-se que é um direito garantido pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei nº 9.394/1996), na qual afirma, por meio do inciso III do Art. 58, que a oferta da educação especial enquanto dever constitucional do Estado deve ter início na Educação Infantil, nas idades de zero a seis anos.

Da mesma forma com que esta lei aborda as questões de inserção da criança no ambiente escolar, trata, também, dos assuntos relacionados aos objetos utilizados pelos deficientes. O inciso I do Art. 59, por exemplo, assegura a estes alunos o direito a currículos, métodos, técnicas e recursos educativos, a fim de atender às suas necessidades particulares. Entre o grupo de “beneficiados” pela lei, destacam-se: os deficientes sensoriais (auditivo e visual), os deficientes mentais (com transtornos severos de comportamento ou condutas típicas), os deficientes físicos (oriundos de paralisia cerebral e outras condições) e os de alta habilidade, também conhecidos como superdotados.

Apesar de o direito estar garantido judicialmente, a realidade parece destoar dos contextos escolares atuais. Nota-se uma tendência em atribuir as dificuldades enfrentadas pelas crianças deficientes à deficiência em si, oriunda de problemas físico-orgânicos. No entanto, acredita-se que as limitações orgânicas podem não ser a única condição responsável pelas dificuldades enfrentadas pelos alunos em sala de aula.

² A Lei nº 11.274/2006 dispõe sobre a duração de 9 (nove) anos para o ensino fundamental, com matrícula obrigatória dos alunos a partir dos 6 (seis) anos de idade.

Na perspectiva de Glat, Fontes & Pletsch (2006), inúmeras são as barreiras que impedem que a política de inclusão se torne realidade em nosso país. “Algumas são bastante significativas e têm sido exaustivamente apontadas na literatura, como, por exemplo, o despreparo dos professores, o número excessivo de alunos nas salas de aula e a precária ou inexistente acessibilidade física das escolas” (GLAT, FONTES & PLETSCHE, 2006, p.05).

Entretanto, além dos pontos levantados, existe outra barreira que deve igualmente ser levada em conta pelos profissionais, principalmente aqueles que fazem parte do processo de desenvolvimento de produto (PDP): a falta de recursos adequados faz parte de uma realidade ainda desconsiderada por muitos no Brasil, isto é; para que o convívio escolar do aluno com deficiência seja adequado existem fatores no âmbito do design que impedem, na prática, a inclusão.

No caso apresentado anteriormente, infere-se que, quem projetou o recurso utilizado por Marcelo, não considerou alguns aspectos relevantes a respeito do conhecimento do aluno, do ambiente físico da escola (incluindo os espaços de circulação) e das demais atividades ali desenvolvidas pelo grupo. Um projeto tão esperado como o da cadeira de Marcelo, não atendeu por completo as exigências apontadas pelos professores, profissionais de reabilitação e demais envolvidos no processo de inclusão. Na perspectiva de Bersch (2009, p.178), isto ocorreu porque, possivelmente, o processo estabelecido neste encaminhamento tenha sido falho, já na especificação da demanda.

Transformar as necessidades dos usuários em requisitos de projeto é o primeiro passo para uma iniciativa de desenvolvimento industrial e recomenda-se que isso seja feito logo nos estágios iniciais de concepção (EUSTAT, 1998). Mesmo assim, os equipamentos destinados à reabilitação têm se mostrado precários no nosso país, reforçando a ideia de alijamento a que estão sujeitos os deficientes: seja na concepção, no desenvolvimento, ou mesmo na fabricação do produto (MALLIN, 2004, p.31).

1.3 Justificativa

A suposta ineficácia existente nos produtos de tecnologia assistiva, citada nos textos Mallin (2004), pode ser explicada devido à má compreensão das reais necessidades envolvidas no contexto. Pode-se dizer que o design de produtos destinado aos deficientes evoluiu, mas não o suficiente, para acompanhar os demais produtos industriais de mesma complexidade.

Soares (2000), ao considerar essa relação em detalhe, expõe que ela é geralmente complexa e pouco compreendida pelos projetistas. Para o autor, aparentemente, a “voz dos usuários deficientes” não está sendo ouvida por quem trabalha na prescrição e concepção dos produtos assistivos.

Os produtos projetados especificamente para os deficientes derivam frequentemente de uma perspectiva médica ou atendem uma necessidade terapêutica. Esta abordagem limitada não considera um número de necessidades que os deficientes possuem tais como aspiração, valor, *status*, estilo de vida; as quais são regularmente considerados no design de produtos para os usuários não deficientes (SOARES, 2000, p.28).

Em outras palavras, o que se tem hoje, aparentemente, são produtos grosseiros, que se limitam aos parâmetros funcionais do objeto e abordam, de forma limitada, as considerações dos usuários durante o processo de desenvolvimento do produto (PDP). Para Mont’Alvão & Damazio (2008), tanto a segurança quanto a funcionalidade são necessidades básicas projetuais. Satisfeitos esses requisitos, o que se objetiva alcançar com o projeto são as necessidades psicológicas e sociológicas do usuário. Com base na teoria da motivação humana de Abraham Maslow, as autoras apresentam um modelo de hierarquia das necessidades do consumidor (figura 1.2), que considera a relação usuário-produto em diferentes níveis processuais. As questões de satisfação no uso são trazidas, aqui, com o intuito de completar as informações necessárias para a concepção dos projetos de T.A. Atualmente, o que se busca é um recurso personalizado, característico para cada indivíduo.

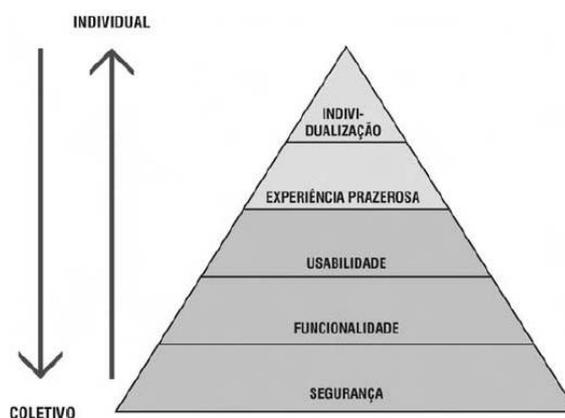


Figura 1.2: Hierarquia das necessidades do consumidor a partir da concepção de Maslow.
Fonte: Adaptado de Mont’Alvão e Damazio (2008, p.27).

Adaptando o pensamento apresentado por Mont'Alvão & Damazio (2008) para a concepção de recursos assistivos, infere-se que já não é mais aceito que somente a segurança e a funcionalidade façam parte do processo de desenvolvimento desse tipo de recurso. Seguindo a lógica da pirâmide, na medida em que os deficientes têm produtos funcionais, eles passam a desejar produtos que sejam fáceis de usar, o que significa proporcionar usabilidade. A partir do momento em que essa necessidade é suprida, é inevitável que o deficiente deseje algo mais; produtos que não sejam apenas “utensílios”, mas que proporcionem experiências prazerosas no uso.

Segurança, funcionalidade e usabilidade são características apontadas, também, por Bamforth (2003, p.67) como atributos essenciais em projetos ligados ao segmento da T.A. Além disso, a autora ainda situa a estética como elemento articulador, capaz de proporcionar a experiência prazerosa. Após realizar um estudo a fim de diagnosticar falhas existentes nos recursos assistivos atuais, Bamforth (2003) destaca as categorias mais contestadas pelo público consumidor. Produtos com elevados níveis de insatisfação, instáveis, desconfortáveis e com aparência clínica indesejável (estigmatizantes) foram marcados como deflagradores da necessidade de mudança. Nesse sentido, estimular o desenvolvimento intelectual e psicossocial da criança pode ser um atrativo interessante nos projetos de cadeiras de rodas, já que geralmente nos deparamos com situações onde os equipamentos utilizados têm como finalidade única a compensação da deficiência.

1.4 Formulação do problema de pesquisa

Para que a cadeira possa corresponder às necessidades de crianças como Marcelo, a mesma deve ser projetada de modo a favorecer o relacionamento interpessoal. O aluno deficiente deve permanecer na mesma altura de seus colegas, participando das atividades diárias e usufruindo das mesmas condições educacionais.

A falta de mobilidade³ imposta a Marcelo, não só influenciou nas atividades proporcionadas a ele, mas também nas ações realizadas pela equipe de professores e pelos demais colegas de classe. Ao ser manifestada a questão do manejo, por exemplo, a dificuldade se fez presente tanto por tentar elevar o aluno quanto por querer colocá-lo próximo ao chão para brincar com as demais.

³ O conceito de mobilidade corresponde à integração entre a ação de alguém se deslocar e o conjunto de atividades que essa pessoa realiza, incorporando as vontades e movimentações daquele que se movimenta (ELALI; ARAÚJO; PINHEIRO, 2010, p.119).

Nesse sentido, as crianças são as que mais sofrem com os efeitos da deficiência, pois deixam de desfrutar de experiências prazerosas no convívio social. As crianças deficientes muitas vezes perdem a chance de aprender por estarem presas a equipamentos que limitam suas opções de escolha. Essas falhas repetitivas na exploração e no domínio das situações podem levá-las a condições de frustração e passividade (LOMBARDI JUNIOR, 2002, p.21).

Diversas pesquisas apontam que o desenvolvimento psicológico e físico se interligam às experiências infantis (GURALNICK, 1997). Para a criança deficiente, o contexto escolar é um ambiente de extrema importância, pois promove o seu desenvolvimento nos planos linguístico, pessoal, emocional, cognitivo e social. De acordo com Lucenti de Souza & Batista (2008), as questões relacionadas à interação social se tornam ainda mais importantes quando se trata de crianças deficientes que, por possuírem limitações quanto à locomoção, por exemplo, são frequentemente consideradas incapazes de participar e contribuir com as atividades em grupo.

Nessa perspectiva, Lombardi Junior (2002) cita Browning (1996) ao falar a respeito da influência das cadeiras de rodas nas relações interpessoais. Para o primeiro autor, mesmo conhecendo muito bem as necessidades dos usuários, ainda nos deparamos com situações onde o produto entra em conflito com as demandas sociais. “As cadeiras de rodas são atualmente a melhor solução disponível para a mobilidade, porém o recurso ainda não facilita a participação plena dos envolvidos” (BROWING, 1996, p.02).

Sendo assim, a questão básica que norteia esta pesquisa pode ser expressa da seguinte forma: *Como um sistema de mobilidade, destinado à criança com deficiência física, pode atender às exigências impostas pelos usuários no contexto escolar, de modo a favorecer seu relacionamento interpessoal?*

Vale lembrar que, consideram-se usuários neste processo de inclusão:

- **Professores e colaboradores diretos:** São os professores que atuam no serviço de atendimento educacional especializado, que podem fornecer dados específicos sobre as necessidades do aluno com deficiência. Também são contemplados com a proposta, uma vez que se utilizam dela para auxiliar no deslocamento e manejo da criança.

- **Professor gestor da educação especial:** É o responsável pela gerência da educação especial do município. Agente que contribui de forma contínua para a realização de pesquisas na rede de Florianópolis.

- **Aluno com deficiência:** É o usuário direto, autor de grande parte das informações obtidas para o processo de desenvolvimento do produto. É responsável, ainda, pela utilização da intervenção colaborativa em tecnologia assistiva.

- **Pais e/ou responsáveis:** Assim como os professores colaboradores, atuam no processo de inserção do aluno com deficiência na Rede Municipal de Educação. Fizeram parte da concretização desta solução, dando opiniões para as melhorias no objeto.

1.5 Objetivos:

1.5.1 Objetivo Geral

Contribuir com o estudo de sistemas de mobilidade infantil (cadeiras de rodas), para auxílio no processo de interação de alunos com deficiência física da Rede Municipal de Educação de Florianópolis.

1.5.1.1 Objetivos Específicos

a) Traçar o perfil dos principais recursos assistivos existentes para auxílio na locomoção infantil, a fim de investigar as características construtivas das soluções;

b) Identificar os requisitos projetuais necessários a um aluno deficiente físico, matriculado na Rede Municipal de Educação de Florianópolis, a fim de propor um sistema de mobilidade que favoreça sua interação social;

c) Gerar concepções de produto que satisfaçam às especificações de projeto;

d) Detalhar a melhor concepção gerada, de modo a facilitar a construção de um protótipo experimental.

1.6 Delimitação do ambiente a ser trabalhado

Na Rede Municipal de Educação de Florianópolis, existem hoje dezenove salas para o atendimento educacional especializado, denominadas Salas Multimeios. Cada sala tem como objetivo atender os alunos ali matriculados, bem como outros alunos de escolas próximas, tornando-se escolas-polo. De acordo com os dados da Secretaria de Municipal de Educação, o serviço garante o acesso de 360 alunos no ensino regular, atendendo a crianças, jovens e adultos com diferentes tipos de deficiências e altas habilidades. São espaços organizados com o objetivo de promover o apoio e a instrumentalização para esses alunos (BENVEGNÚ, 2009).

A figura abaixo mostra a localização dessas escolas-polo, onde ocorrem os atendimentos educacionais especializados, complementares ao ensino regular para os alunos com deficiência e altas habilidades (ver figura 1.3).



Figura 1.3: Localização das unidades escolares da Rede Municipal de Educação
Fonte: Benvegnú (2009, p.112).

Dentre as unidades escolares apresentadas, foi selecionada uma escola que atende as oito séries do ensino fundamental. Trata-se da Escola Básica Municipal Almirante Carvalho (P01), localizada no bairro de Coqueiros.

1.7 Considerações sobre as crianças deficientes na Rede

A partir das informações coletadas junto à Secretaria Municipal de Educação de Florianópolis, Benvegnú (2009) elaborou um quadro demonstrativo com base nos alunos que frequentam o atendimento educacional especializado, ressaltando o número exato de crianças deficientes e com altas habilidades na Rede e suas respectivas disfunções (ver quadro 1.1). A autora destaca, ainda, que o número total apresentado não corresponde necessariamente ao número de atendimentos realizados nas Salas Multimeios. Isso porque o atendimento educacional especializado pode ocorrer em outros locais disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Florianópolis, por meio de convênios (BENVEGNÚ, 2009).

Escola Pólo	Deficiência Visual		Deficiência Auditiva		Deficiência Mental			Deficiência Motora		Deficiência Múltipla	Síndrome	TID/ Autismo	Altas Habilidades	Outras	Total
	Cego	Baixa Visão	Total	Parcial	Com Diagn.	Sem Diagn.	Sindro. Down	Paral. Cereb.	Outras						
Pólo 01 - Escola Básica Almirante Carvalhal	1	1		2			2	1	3	1		3			14
Pólo 02 - Escola Básica Anísio Teixeira			4	5	1	1		1		1	1		1	1	16
Pólo 03 - Escola Básica Antônio Paschoal Apóstolo			3	1	4	3	1	1	1	5	2	1			22
Pólo 04 - Escola Básica Batista Pereira	1			3	2				1	3	3	1			14
Pólo 05 - Escola Básica Brigadeiro Eduardo Gomes				1		1		2		1	3				08
Pólo 06 - Creche Almirante Lucas Boiteux	1														01
Pólo 07 - Escola Básica Dilma Lucia dos Santos		1			3		2	1		2	3	1	1	1	15
Pólo 08 - Escola Básica Donícia Maria da Costa	5		2	1	4		1	7	3		1	5			29
Pólo 09 - Escola Básica Gentil Mathias da Silva	1				2			2	2		2	1		4	14
Pólo 10 - Escola Básica Inten. Aricomendes da Silva		2	3	2	3	1	3	2	5	5	1	1			28
Pólo 11 - Escola Básica João Alfredo Rohr									2	3				2	07
Pólo 12 - Escola Básica João Gonçalves Pinheiro		2	1	4	3				1						11
Pólo 13 - Escola Desdobrada José Jacinto Cardoso				1	4	2				2					09
Pólo 14 - Escola Básica Luiz Cândido da Luz	1	1	2	3	6		1	2	1	2	1	2			22
Pólo 15 - Escola Básica Vitor Miguel de Souza				5	2			1		2		3			13
Total	10	14	13	29	32	5	12	19	26	26	11	16	2	8	

Quadro 1.1: Deficiências dos alunos por escolas no município de Florianópolis
Fonte: Adaptado de Benvegnú (2009, p.113)

As deficiências apresentadas no quadro de Benvegnú (2009) não são as mesmas utilizadas no artigo 5º do Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. De acordo com o decreto, a pessoa deficiente se enquadra nas seguintes categorias: I. Deficiência Física; II. Deficiência Auditiva; III. Deficiência Visual; IV. Deficiência Mental e; V. Deficiência Múltipla. Destaca-se o número dos alunos com deficiência física (situada no quadro como Deficiência Motora), público-alvo e beneficiários diretos do estudo desta pesquisa. São crianças que demandam instrumentos capazes de proporcionar autonomia e independência nas atividades ligadas à locomoção. A autora aponta, ainda, alguns instrumentos que favorecem essa demanda real. Chama-se atenção para a designação de deficiência físico-motora.

A deficiência físico-motora compreende a mobilidade reduzida para a execução dos movimentos devido à alteração total ou parcial de uma ou mais partes do corpo, prejudicando principalmente os movimentos das pernas e dos braços, havendo muitas vezes a necessidade de uso de aparelhos para que a pessoa consiga se locomover, alimentar-se e vestir-se. Por exemplo, cadeira de rodas, andadores, muletas, aparelhos ortopédicos, próteses para os braços ou mãos (BENVEGNÚ, 2009, p.45).

No Brasil, a deficiência física é compreendida como “alteração completa ou parcial de um ou mais segmentos do corpo humano, acarretando o comprometimento da função física” (BRASIL, 2004). Essas alterações apresentam-se sob a forma de paraplegia, paraparesia, monoplegia, monoparesia, tetraplegia, tetraparesia, triplegia, triparesia, hemiplegia, hemiparesia, ostomia, amputação (ou ausência de membro) e paralisia cerebral. Para melhor entendimento, Lombardi Junior (2002, p.03) apresenta algumas definições dos principais tipos de deficiência física (quadro 1.2):

Deficiência física	Definição
Paraplegia	Perda total das funções motoras dos membros inferiores.
Paraparesia	Perda parcial das funções motoras dos membros inferiores.
Monoplegia	Perda total das funções motoras de um só membro (podendo ser membro superior ou membro inferior).
Monoparesia	Perda parcial das funções motoras de um só membro (podendo ser membro superior ou membro inferior).
Tetraplegia	Perda total das funções motoras dos membros inferiores e superiores.
Tetraparesia	Perda parcial das funções motoras dos membros inferiores e superiores.
Triplegia	Perda total das funções motoras em três membros.
Triparesia	Perda parcial das funções motoras em três membros.
Hemiplegia	Perda total das funções motoras de um hemisfério do corpo (direito ou esquerdo).
Hemiparesia	Perda parcial das funções motoras de um hemisfério do corpo (direito ou esquerdo).
Ostomia	Intervenção cirúrgica que cria o ostoma (abertura) na parede abdominal para adaptação de bolsa de fezes e/ou urina.
Amputação	Perda total de determinado segmento de um membro (superior ou inferior).
Paralisia cerebral	Lesão de uma ou mais áreas do sistema nervoso, tendo como consequências alterações psicomotoras, podendo ou não causar deficiência mental.

Quadro 1.2: Definição das principais deficiências físicas
 Fonte: Produção a partir das informações contidas em Lombardi Junior (2002)

Ainda que o conceito de “deficiência física” situe um grande número de patologias, o Instituto de Tecnologia Social (2008, p.13) alerta que, nas escolas, é mais comum encontrarmos alunos com paralisia cerebral, da qual resultam as alterações motoras, tais como: dificuldade do caminhar, perda do equilíbrio e da coordenação. Essa realidade pode ser observada, inclusive, no quadro de Benvegnú (2009), que apresenta um número significativo de paralisados cerebrais na Rede de Florianópolis.

1.8 Metodologia projetual

O modelo proposto por Amaral *et al.* (2006) foi utilizado como base metodológica para a solução do problema abordado nesta dissertação. A metodologia compreendida no Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) organiza-se em tarefas e cria uma sequência lógica e funcional das atividades cumpridas, destacando a importância da utilização de procedimentos sistemáticos.

Em união com o modelo de referência proposto por Amaral *et al.* (2006), foi aplicada a pesquisa etnográfica, de caráter social. Por tratar-se de um tipo de pesquisa de cunho qualitativo, é concebida de acordo com as descrições culturais de uma comunidade. “Isto é, em outros termos, o pesquisador não fica fora da realidade que estuda, à margem dela, dos fenômenos aos quais procura captar seus significados e compreender” (TRIVIÑOS, 2006, p.121).

Pensou-se nesta estratégia metodológica devido à possibilidade que se tem para planejar, elaborar diagnósticos, identificar problemas e buscar soluções em parceria com os demais envolvidos no processo. Em geral, nesse tipo de investigação os pesquisadores estão envolvidos no próprio grupo, descrevendo suas ações diárias (tipos de refeição, formas de lazer e etc..). Para Triviños (2006), neste tipo de pesquisa, o pesquisador assume a responsabilidade não apenas de assistir os atores envolvidos para a geração de conhecimento, mas também de aplicação desse conhecimento.

Vale lembrar ainda que, por não se tratar de um produto comercial e sim de um estudo, o método proposto por Amaral *et al.* (2006) foi utilizado parcialmente, sem perder a sua validade. O enfoque foi dado às etapas destinadas à fase de desenvolvimento dentro do modelo global, descrito na figura 1.4.

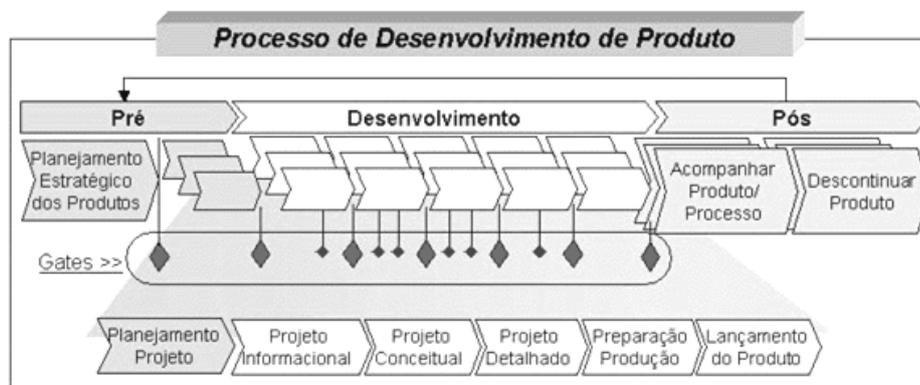


Figura 1.4: Modelo de referência utilizado no processo de desenvolvimento do produto
Fonte: Amaral *et al.* (2006, p.12)

Apesar de o modelo representar todas as fases do processo, de forma a descrever as atividades com suas informações de entradas/saídas, optou-se por dar ênfase nas seguintes etapas dentro da fase de desenvolvimento: **Projeto Informacional, Projeto Conceitual e Projeto Detalhado**. Além da dificuldade de se explorar o modelo por completo (que é voltado para empresas de manufatura e bens de consumo), a escolha dessas etapas se deu, principalmente, pela necessidade de se abordar o assunto de forma acadêmico-científica.

1.9 Estrutura da dissertação

Para se chegar à solução desejada, dividiu-se o trabalho da seguinte forma:

- **Capítulo 1 - Introdução:** Apresentação do assunto da dissertação, esclarecendo sua natureza, relevância, objetivos e a dificuldade existente na formulação dos produtos assistivos, sobretudo nos aparelhamentos ligados à mobilidade infantil.
- **Capítulo 2 - Estado da arte:** Elaboração de um levantamento contendo informações a respeito do contexto atual das cadeiras de rodas e estruturas para auxílio à mobilidade. Demonstração, por meio de técnicas como busca de patentes e análise de similares, da realidade dos recursos nacionais utilizados, bem como das soluções disponíveis em outros países para a resolução do problema.
- **Capítulo 3 - Projeto informacional:** Nesta fase, os esforços concentraram-se na obtenção das especificações projetuais. Para isso, foram utilizados procedimentos distintos: reuniões com os usuários (diretos e indiretos), análise documental, visitas exploratórias (a fim de identificar as considerações do usuário no ambiente habitual), síntese e mapeamento dos problemas enfrentados no dia a dia e indicadores das necessidades técnicas. O resultado foi convertido em requisitos projetuais (por meio de uma tabela) para determinação das especificações-meta.
- **Capítulo 4 - Projeto conceitual:** Neste capítulo, é apresentada a conceituação de uma nova proposta, considerando as atividades realizadas em sala de aula e as especificações vindas da etapa informacional. Foram desenvolvidos diversos desenhos na geração de alternativas, em paralelo com as atividades sequenciais do projeto (como o estabelecimento das funções do produto e da matriz morfológica). Ferramentas

computacionais foram utilizadas, com o objetivo de investigar os princípios construtivos e a configuração geométrica mais adequada. Finda esta etapa, indicou-se a melhor alternativa, juntamente com os usuários envolvidos.

- **Capítulo 5 - Projeto detalhado e construção do protótipo:** Estas duas fases foram desenvolvidas em conjunto. Especificações de componentes e seleção de materiais foram realizadas em parceria com a manufatura, a fim de concretizar a idealização do protótipo de forma mais rápida. Além disso, instruções normalizadas e detalhamentos técnicos puderam ser utilizados para futuros estudos e pedidos de registros.

Ressalta-se que a estrutura sugerida para esta dissertação apresenta-se em um formato diferente dos modelos tradicionais⁴, devido aos objetivos propostos. A essência do trabalho está no processo de design, onde aconteceram combinações entre diferentes técnicas de pesquisa, observações em contextos distintos, análise de dados e experimentações práticas; tudo isso, a partir de constantes interações e troca de informações com os usuários. A ideia da formatação em etapas decorreu de um planejamento cuidadoso, cuja finalidade foi descrever o processo de concepção de um recurso assistivo, com suas respectivas contribuições.

⁴ A estrutura de uma dissertação ou tese compreende três partes principais: Pré-texto, Texto e Pós-texto. Cada uma delas tem suas subdivisões específicas, que podem variar de acordo com a composição do Programa de Pós-Graduação. Em geral, para o elemento textual, o modelo tradicional padroniza-se estruturalmente da seguinte forma: Capítulo 1 (introdução), Capítulo 2 (referencial teórico), Capítulo 3 (metodologia) e Capítulo 4 (resultados).

Capítulo 2:

Estado da Arte

2.1 Introdução ao estado da arte

Este capítulo visa traçar um panorama do estado da arte relativo ao desenvolvimento de cadeiras de rodas, mais especificamente, das utilizadas por crianças em ambientes escolares. Para isso, analisou-se, em um primeiro momento, a situação dos cenários nacional e mundial, indicando dados existentes relativos à produção industrial. Fez-se também, um estudo dos registros e das patentes para esse universo, com vistas à verificação de um possível interesse pelo assunto, em diferentes países. Ao final, estabeleceu-se uma análise de similares e um conjunto de considerações das propostas existentes, visando obter subsídios para responder o problema desta dissertação.

2.2 O cenário produtivo-industrial: cadeiras de rodas e recursos assistivos

Embora não se tenha encontrado dados oficiais a respeito da produção de cadeiras de rodas no Brasil, considera-se necessário arriscar alguns números. De acordo com Conti (2009), pode-se cogitar que a indústria nacional de cadeira de rodas deva fabricar em torno de duzentas a trezentas mil unidades por ano, dos mais diversos tipos: higiênicas, esportivas, infantis, entre outras. Esta realidade é bem diferente do que ocorre nos Estados Unidos, por exemplo, onde os números aparecem com mais frequência em feiras e eventos específicos. Para se ter uma ideia, “nos Estados Unidos, há um dado que indica a produção de mais de seiscentas mil cadeiras motorizadas por ano. Aqui, todos os tipos de cadeiras somariam trezentos mil.” (CONTI, 2009, p.174).

A disparidade existente entre os dois países mostra o atraso vivente no setor produtivo brasileiro e no controle tecnológico. “Infelizmente a cultura das indústrias de cadeiras de rodas é de não divulgar números, e isso é negativo para a própria indústria, porque com números podem-se concentrar os esforços e a dedicação das pessoas [...]” (CONTI, 2009, p.173).

Um aspecto relevante para compreender essa dinâmica pode ser o entendimento do setor de Tecnologia Assistiva (T.A). Em geral, a indústria de T.A, no Brasil, é composta por empresas de diferentes portes que produzem uma enorme gama de dispositivos voltados para adequar e tornar possível a interação homem-ambiente. Porém, a demanda desta indústria é tão diversa quanto as limitações que as pessoas enfrentam, o que explica a elevada fragmentação no mercado.

Os segmentos da T.A são compostos por vários nichos especializados que produzem uma pequena quantidade de recursos e não alcançam economias de larga escala. Assim, os retornos são baixos, as margens de ganhos são pequenas e há um limite para a indústria investir em inovação e desenvolvimento de novos produtos. Exemplo disso pode ser visto na tabela 2.1, a seguir, que compara as exportações e importações do setor nos últimos anos.

Tabela 2.1: Exportações e importações brasileiras dos recursos assistivos

Fonte: SECEX (Secretaria do Comércio Exterior). Elaboração: GEEIN (Grupo de Estudos em Economia Industrial).

Período	Valores (US\$)
Exportação 1997	4.150.236,00
Importação 1997	28.714.080,00
<i>Saldo</i>	<i>- 24.563.844,00</i>
Exportação 2004	3.408.527,00
Importação 2004	51.542.981,00
<i>Saldo</i>	<i>- 48.134.454,00</i>

Pode-se verificar, de acordo com a tabela, que desde meados dos anos de 1990, o setor já apresentava saldo deficitário no comércio internacional. Nota-se, também, um retrocesso nos valores referentes à exportação e um avanço significativo nas importações desses produtos, demonstrando que as empresas ligadas ao setor de tecnologia assistiva encontram, no Brasil, problemas relacionados à competitividade com os produtos importados. Este *déficit* existente no cenário produtivo-industrial se reflete, ademais, na lenta evolução tecnológica e nos escassos pedidos de registros de inovação para a área, concedidos por meio de patentes e modelos de utilidade⁵.

⁵ De acordo com o Art. 9º da Lei de Propriedade Industrial (Nº 9.279/1996), é patenteável como Modelo de Utilidade (M.U) o objeto de uso prático, ou parte deste, suscetível de aplicação industrial, que apresente nova forma ou disposição, envolvendo ato inventivo, que resulte em melhoria funcional no seu uso ou em sua fabricação.

2.3 A literatura de patentes

Apesar de a literatura de patentes não ser utilizada com frequência nos trabalhos acadêmicos, essa ferramenta é, sem dúvida, uma excelente fonte de informação para quem trabalha com o processo de desenvolvimento de produto. O grau de detalhamento existente nesses documentos, assim como os dados bibliográficos descritos, permitem um estudo profundo no que se refere ao estado da arte de determinado objeto. Conforme considera Araújo (1981), os dados bibliográficos provêm informações tanto a respeito de quem inventou quanto de quem possui determinada tecnologia. Para a autora, dentre os usos mais comuns da técnica, encontram-se:

- a) a identificação de clientes ou competidores potenciais;
- b) dados de determinado objeto;
- c) informações sobre o setor - concentração de empresas de um ramo industrial; e
- d) identificação de tecnologias emergentes.

Esta é uma das mais ricas fontes de informação tecnológica, capaz de fornecer conhecimentos variados a respeito dos produtos antecedentes e prever soluções para novos problemas (ARAÚJO, 1981). As informações técnicas contidas nas patentes têm um papel significativo na realização das atividades sequenciais do processo de desenvolvimento de produto. Antes que o projeto seja iniciado, é bom se ter em mente o que já existe e o que é factível industrialmente, isso pode economizar muitas horas de trabalho.

Nesse sentido, utilizou-se a busca de patentes como ferramenta estratégica de prospecção. O objetivo foi consolidar as informações sobre o contexto atual dos equipamentos assistivos, principalmente os ligados à mobilidade infantil.

2.3.1 Os bancos de dados utilizados

Para melhor compreender esse universo, realizou-se a busca em diferentes bancos de dados, nacionais e internacionais. O trabalho só foi possível graças à realização de consultas em acervos *online* gratuitos.

No âmbito nacional, a busca se ateve ao banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), órgão responsável pela divulgação, gestão e armazenamento da propriedade intelectual no país. Vale lembrar que, apesar do número razoável de patentes nacionais existentes, só estão disponíveis no site do INPI os pedidos de invenção concedidos a partir de 1992. Os demais pedidos não estão disponíveis em arquivo digital.

Já, nos registros internacionais, os bancos de dados utilizados foram: o europeu (Espacenet), o escritório internacional de patentes (World Intellectual Property Organization - WIPO) e o escritório americano de registro de marcas USPTO (United States Patents Office), estes com patentes disponíveis desde 1976.

Algumas ações ajudaram no processo de busca, entre elas pode-se citar: as palavras escolhidas como palavras-chave, a subdivisão requerida na Classificação Internacional de Patentes (IPC) e as descrições/códigos contidos em cada registro. De acordo com Guerrante (2007), saber onde e como procurar a informação nos bancos de patente é fundamental. O argumento utilizado pela autora é respaldado pelos índices da própria Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO), que diz que “mais de 70% das informações tecnológicas disponíveis em todo o mundo, podem ser encontradas, somente, nos documentos de patente” (GUERRANTE, 2007, p.02).

2.3.2 O processo de busca: cadeira de rodas e dispositivos similares

Em um primeiro momento, a busca deu-se mediante a lógica booleana⁶. As palavras-chave mais utilizadas foram: Cadeira de Rodas (Wheelchair), Inválido (Invalid), Deficiente (Handicapped), Necessidades Especiais (Special Needs), Assistivo (Assistive), Suporte ou Carrinho (Carrier), Cadeira Ergonômica (Ergonomic Chair), Cadeira Ortopédica (Orthopedic Chair), Reabilitação (Rehabilitation), Criança (Child), Infantil (Infant), Sistema (System), Ajuste (Adjustment), Mecanismo (Mechanism), Mobilidade (Mobility), Movimento (Motion), Adaptável (Adaptable), Física (Physical), Tecnologia (Technology) e Deficiente (Disability).

⁶ A lógica booleana é uma estratégia de busca que aborda praticamente três itens num sistema de comandos: Lógica E (AND), Lógica OU (OR), Lógica de Negação (NOT). O site da empresa *Google*, por exemplo, a lógica booleana é utilizada para aperfeiçoar o sistema de busca. Utilizam-se as combinações para se chegar a um número preciso de resultados.

São palavras associadas ao tema, que servem para nortear o processo de busca. As palavras-chave permitem outro nível de navegação, de forma transversal e independente. Cada patente pode ser associada a várias palavras-chave. Assim, em um sítio público, podemos ter uma lista das palavras associadas a um registro; e também uma lista dos registros associados a cada palavra. A navegação definida não descreve uma árvore, é mais solta, ou seja, permite uma relação entre elementos associados.

Além das palavras-chave, outra indicação que pôde ser aproveitada para se ter uma busca mais precisa foi a Classificação Internacional de Patentes (CIP).

A Classificação Internacional de Patentes (CIP) deve ser vista como uma ferramenta importante para acessar a informação desejada. (...) Existem mais de 64 mil itens listados somente no Brasil. (...) Utilizar a CIP significa fazer uma recuperação mais precisa das tecnologias existentes (BRASIL, 2010).

Porém, para acessar os bancos de dados de maneira eficiente, foi preciso entender um pouco mais a respeito do mecanismo de indexação. Atualmente, a CIP está hierarquizada da seguinte forma: Seção (primeira letra), Classe (número composto por dois algarismos), Subclasse (letra), Grupo e Subgrupo, como apresentado na imagem a seguir (figura 2.1).

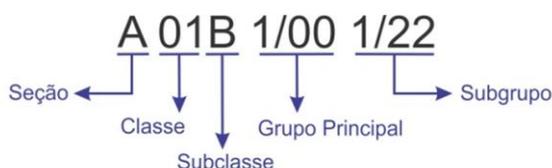


Figura 2.1: Divisão genérica da Classificação Internacional de Patentes
Fonte: Elaborada a partir dos dados de (BRASIL, 2010)⁷

Na consulta à Classificação Internacional de Patentes, partindo-se da seção “A”, que agrega patentes relativas às necessidades humanas, foram definidos os seguintes campos para cadeiras de rodas e/ou sistemas de mobilidade infantil:

- Seção: A (necessidades humanas)
- Classe: 61 (ciência médica ou veterinária)
- Subclasse: G (transporte ou acomodação de pacientes)
- Grupo Principal: 5/XX (cadeiras ou carrinhos de rodas múltiplas especialmente adaptadas)

⁷ Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/index.php/patente/classificacao>
(acessado em 20 ago. 2010. Versão 2011.1)

A partir do desmembramento da classificação, foram selecionados, também, mais seis campos de busca. Dentro do grupo principal (5/XX) têm-se as cadeiras impulsionadas pelo deficiente físico, as cadeiras com facilidades para vencer obstáculos, as cadeiras dobráveis, as peças (acessórios), os descansos adaptados e os complementos variados para se elevar ou sentar um pacientes (ver tabela 2.2):

Tabela 2.2: Subgrupos analisados com seus devidos códigos
 Fonte: Listados a partir dos dados da CIP (1999)

Código	Descrição do subgrupo
A61G 5/02	Cadeira impulsionada pelo paciente ou deficiente físico
A61G 5/06	Cadeira com facilidades para vencer obstáculos
A61G 5/08	Cadeiras dobráveis
A61G 5/10	Peças, detalhes ou acessórios
A61G 5/12	Descansos especialmente adaptados para esse fim
A61G 5/14	Complementos para levantar ou sentar

Ressalta-se que, a Classificação Internacional de Patentes (CIP) aborda diferentes subdivisões, que podem incluir outros sistemas de mobilidade. É o caso da subclasse A47C 3/20 (que trata basicamente de cadeiras adaptadas para fins especiais, com características relativas à ajustagem vertical). Apresenta-se, a seguir, uma síntese dos objetos encontrados no decorrer da busca (ver figura 2.2).

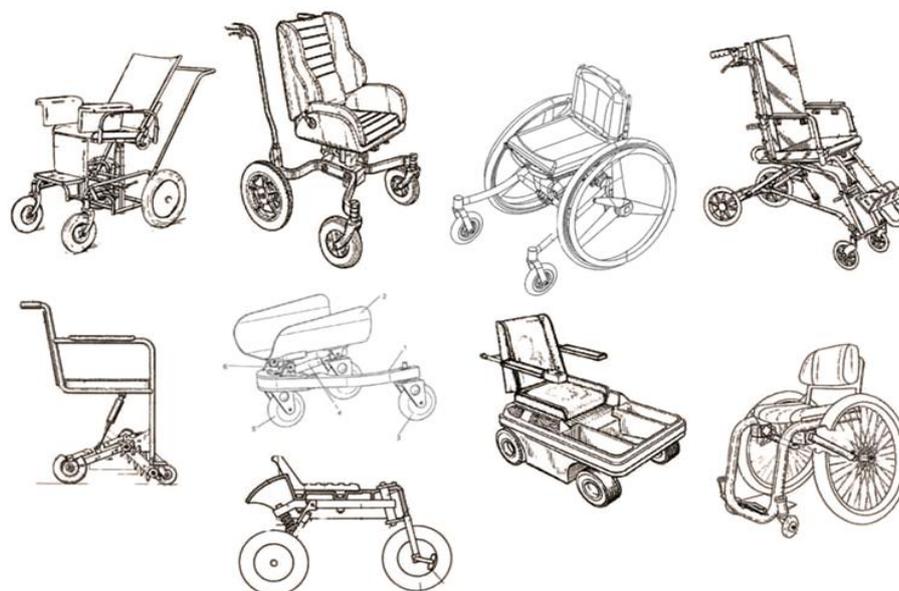


Figura 2.2: Exemplos de desenhos analisados durante a busca de patentes
 Fonte: Painel elaborado a partir das patentes encontradas nos sites Espacenet⁸, WIPO⁹, USPTO¹⁰ e INPI¹¹

⁸ Disponível em: www.espacenet.com (acessado em 25 ago. 2010)

⁹ Disponível em: www.wipo.int (acessado em 25 ago. 2010)

¹⁰ Disponível em: www.uspto.gov (acessado em 25 ago. 2010)

¹¹ Disponível em: www.inpi.gov.br (acessado em 25 ago. 2010)

2.3.3 Compilando os dados encontrados

A partir dos dados coletados, realizou-se um levantamento no que se refere à quantidade de pedidos de patentes depositados no Brasil e no mundo. Esta informação serve como parâmetro comportamental do setor e fornece indícios a respeito das empresas que trabalham com inovação tecnológica para auxílio à mobilidade. A avaliação dos documentos levou em conta critérios como:

- Título e data da patente;
- Nome da empresa e indivíduo depositante;
- País onde a tecnologia foi requerida;
- Estado da técnica; e
- Citações de patentes correlatas.

Tais critérios foram observados, na grande maioria, pela análise do resumo (abstract) da patente, o que evitou uma leitura completa do documento.

Com vistas a um melhor tratamento das informações, foram estruturados gráficos comparativos, contendo o número aproximado de registros realizados nos últimos dez anos, com os temas “cadeira de rodas” e “cadeiras de rodas infantil”. Os dados foram compilados, inicialmente, dos sites: *Espacenet e INPI*.

- Espacenet (europe’s network of patent databases)

Atualmente, o *espacenet* possui o maior acervo de patentes *online* do mundo, com possibilidade de consultas gratuitas. Possui acesso a dados bibliográficos e documentos do escritório europeu de patentes e de outros 70 países, incluindo os asiáticos.

Para a busca no *espacenet*, utilizou-se a mesma subclasse com base na CIP, ou seja, A61G (transporte ou acomodação de pacientes). Com este parâmetro de busca, foram encontrados 9.962 registros contendo a palavra “cadeiras de rodas” no resumo (abstract). Estes dados foram tabulados a partir do ano de 1999 (ver figura 2.3).

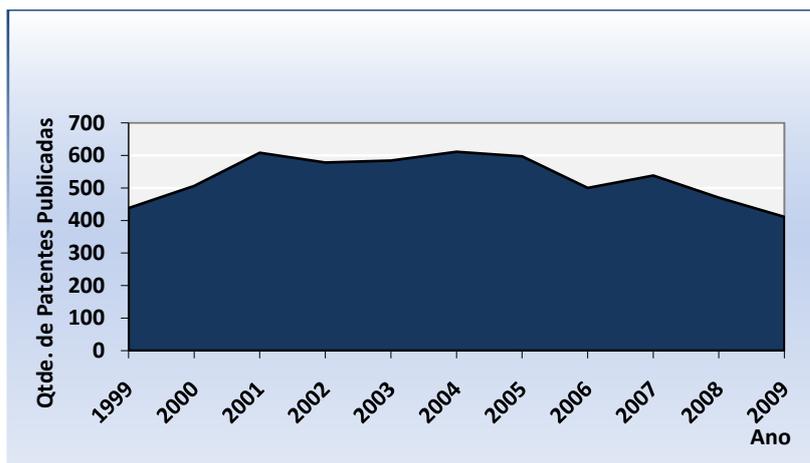


Figura 2.3: Patentes relacionadas com cadeira de rodas especificando no "abstract"
 Fonte: Produção a partir das patentes encontradas no banco de dados *Espacenet*

Do total de registros encontrados, destacam-se 177 resultados que classificam o produto como sendo de uso exclusivo infantil. O gráfico, a seguir, apresenta, ainda, o número de patentes publicadas, por ano, para este segmento (ver figura 2.4).

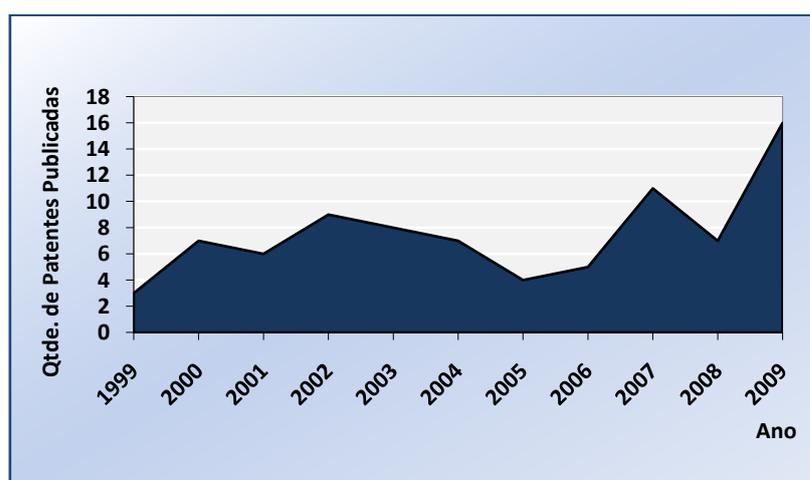


Figura 2.4: Patentes classificadas como cadeira de rodas especificando crianças no "abstract"
 Fonte: Produção a partir das patentes encontradas no banco de dados *Espacenet*

Nota-se, no caso do segundo gráfico, um crescimento de pedidos de registros feitos, no mundo, para cadeiras de rodas infantis a partir do ano de 2005. Esta realidade pode ser reflexo de fatores como: a) investimento na área tecnológica para desenvolvimento de recursos ligados à mobilidade infantil; b) preocupação com o domínio do conhecimento gerado; c) maior atenção no atendimento à demanda da criança deficiente.

- INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial - Brasil)

Ao fazer o mesmo procedimento de busca no Instituto Nacional da Propriedade Industrial, nota-se, em um primeiro momento, a diferença na quantidade total de registros solicitados. Apenas 95 registros contendo a palavra “cadeiras de rodas” foram identificados no acervo de propriedade intelectual do país (ver figura 2.5).

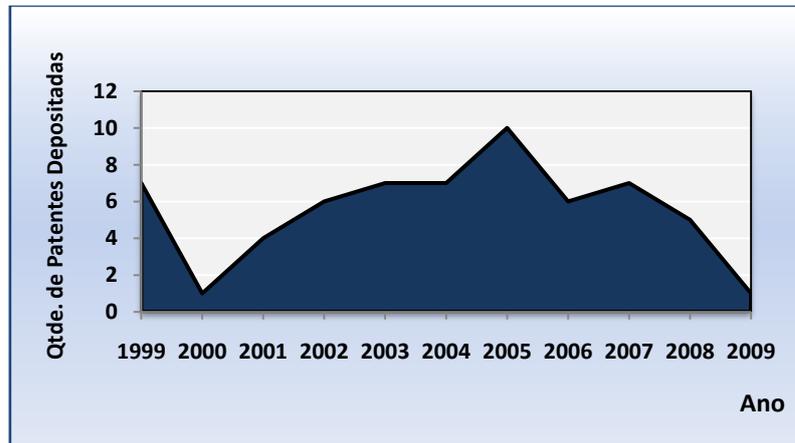


Figura 2.5: Patentes relacionadas com cadeira de rodas especificando no "abstract"
 Fonte: Produção a partir das patentes encontradas no INPI

Esta realidade, se comparada aos números mundiais, representa um percentual de menos de 1% dos registros existentes (ver figura 2.6).

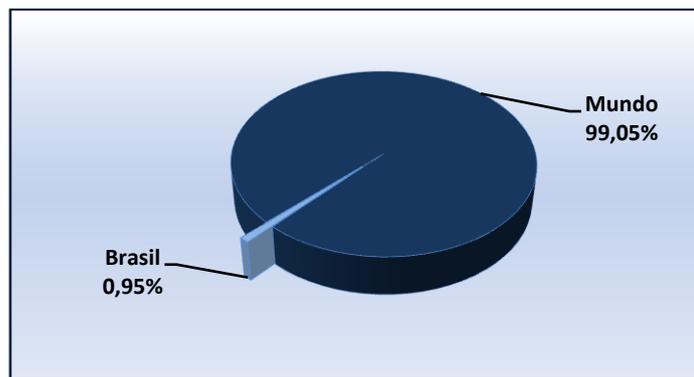


Figura 2.6 - Proporção de patentes depositadas no Brasil em relação ao mundo
 Fonte: Produção a partir das patentes encontradas nos bancos de dados *Espacenet e INPI*

Mais do que um simples percentual, o número de patentes concedidas permite avaliar o grau de inovação do setor. Nota-se, no caso da figura 2.6, que a intensidade tecnológica nacional não é significativa se comparada ao cenário mundial. Isso se reflete nos produtos aparentes para o consumidor e no próprio desenvolvimento dos recursos atuais.

No Brasil, para proporcionar autonomia às crianças com deficiência física, muitas vezes recorre-se ao uso de cadeiras rodas. Muitos modelos estão disponíveis no mercado nacional, mas na sua imensa maioria possuem formas parametrizadas, ou seja, são miniaturas de cadeiras de rodas maiores, direcionadas para o uso adulto (ver figura 2.7).



Figura 2.7: Exemplo de cadeiras de rodas infantis disponíveis no mercado nacional.
Fonte: Disponíveis em NR a¹²- b¹³- c¹⁴- d¹⁵- e¹⁶- f¹⁷ (2010)

De acordo com Taylor & Clancy (2011, p.101), as crianças com deficiência têm necessidades significativamente diferentes das dos adultos. Para as crianças com restrição (incapazes de se mover de forma independente), os autores salientam que os dispositivos auxiliares (andadores e cadeiras de rodas) devem oferecer independência no quesito locomoção, exploração e diversão. O termo mobilidade, nesse sentido, está associado a melhorias como: consciência espacial, coordenação motora, percepção visual, e, principalmente, o contato físico com outras pessoas, visando à exploração do mundo e à capacidade de interação com os colegas.

¹² Disponível em: <http://www.baxmannjaguaribe.com.br/> (acessado em 26 nov. 2010)

¹³ Disponível em: <http://www.reateam.com.br/> (acessado em 26 nov. 2010)

¹⁴ Disponível em: <http://www.cdscadeiraderodas.com.br/> (acessado em 25 nov. 2010)

¹⁵ Disponível em: <http://www.freedom.ind.br/> (acessado em 27 nov. 2010)

¹⁶ Disponível em: <http://www.ortomix.com.br/> (acessado em 27 nov. 2010)

¹⁷ Disponível em: <http://www.brasrea.com.br/> (acessado em 28 nov. 2010)

Um problema aparente, nesse contexto, é que o modelo de cadeira de rodas infantil apresentado no mercado nacional é do tipo “comum”, essencialmente o mesmo produzido há mais de 40 anos. Salvo algumas alterações superficiais, sua estrutura básica manteve-se inalterada. São estruturas tubulares, com apoio tradicional existente entre rodas ou com o chassi cruzado, para auxílio na compactação e transporte. Estas cadeiras são destinadas, inclusive, ao uso institucional, utilizadas em aeroportos, hospitais e ambientes públicos.

De acordo com Taylor & Clancy (2011), em meados de 1970, existiam poucos modelos de cadeiras de rodas disponíveis para auxiliar as pessoas com deficiência física. Hoje, com uma infinidade de modelos, o desafio passa a ser outro. O grande diferencial, para os autores, está em atender as necessidades específicas de cada cliente.

Nessa perspectiva, Desmet & Dijkhuis (2003) pontuam a necessidade de um design que considere, inclusive, os aspectos emocionais relativos ao produto. Para os autores, as cadeiras de rodas infantis são um bom exemplo de produtos que, em algum grau, têm o impacto emocional desagradável. Por alguma razão o apelo interativo não é levado em consideração no desenvolvimento desses recursos. Ao invés disso, eles são desenvolvidos com base em demandas relacionadas à ergonomia, usabilidade e manufatura (respeitando, somente, as facilidades de produção).

A busca por um recurso assistivo “amigável”, com interface não discriminatória, não é um assunto recente. Existem indícios na década de 1980 que já se preocupavam com essa temática. Dentre as indicações mencionadas destacam-se: os relatos de Gui Bonsiepe & Yamada (1982) e a exposição *designs for independent living*¹⁸, apresentada por McCarty no Museu de Arte Moderna de Nova York, em 1988. Em ambos os casos, a mensagem trazida é a mesma: a importância dos aspectos estético-formais na configuração de produtos para pessoas deficientes.

Em geral, o “standard” do design de produtos para pessoas deficientes está atrasado algumas décadas, quando comparado a áreas mais dinâmicas, como, por exemplo: a área de móveis, ou a área de produtos eletrônicos [...]. Este caráter obsoleto da maioria dos produtos disponíveis no mercado manifesta-se na falta de atenção às necessidades psicológicas do usuário. Uma prótese ou uma cadeira de rodas não deveria ter o aspecto de um objeto estigmatizante. A suposta pobreza dos recursos econômicos e tecnológicos não justifica desenhos deficientes, ao contrário, exige maior criatividade projetual (BONSIEPE & YAMADA, 1982, p.11).

¹⁸ Catálogo disponível em: http://www.moma.org/learn/resources/press_archives/1980s/1988 (acessado em 10 set. 2011)

Mesmo assim, apesar dos relatos e das iniciativas existentes, pode-se dizer que ainda há um grande atraso projetual no setor. O caráter obsoleto parece prevalecer, igualmente, nos recursos atuais, disponíveis no mercado nacional. A falta de atenção com parâmetros subjetivos é uma realidade que deve ser considerada por muitos profissionais, em especial pelo designer que, além da ergonomia, praticidade e ser aplicável à indústria, precisa preocupar-se com as questões interativas proporcionadas pelo objeto.

Por fim, outro aspecto que também ajudou no processo de prospecção, foi a interpretação das descrições contidas em cada patente. Com esse tipo de informação pôde-se identificar as principais empresas que trabalham com recursos assistivos para auxílio à mobilidade infantil. Esta descrição, por sua vez, fundamentou uma das técnicas mais importantes no processo de design: a análise de similares.

2.4 Análise de similares

Com o intuito de dar sequência às informações sobre o segmento das cadeiras de rodas infantis, bem como seus pontos fortes e fracos, aplicou-se a técnica da análise de produtos similares (ver figura 2.8). A análise de produtos similares aparece na literatura do design sob terminologias diferentes. Os nomes mais utilizados são: análise da concorrência, análise competitiva (*competitive analysis*) ou análise paramétrica de similares (PADOVANI; SPINILLO; GOMES, 2009).

Na prática, os produtos competidores (ou neste caso, idealizados) são apresentados e suas vantagens, discutidas. Como resultado da aplicação da técnica, obtém-se uma listagem com as características desejáveis e com os aspectos desfavoráveis, a serem fornecidos ou simplesmente evitados em uma proposta futura. Em síntese, a técnica serviu para: (a) identificar tendências de soluções projetuais; (b) identificar as melhores práticas utilizadas nos produtos; (c) identificar deficiências recorrentes nestes produtos; e (d) produzir uma listagem de características desejáveis, assim como os aspectos desfavoráveis.

As cadeiras encontradas e descritas a seguir são revendidas, atualmente, em sites especializados. São produtos exclusivos no mercado internacional, tidos como virtudes para as crianças com deficiência física. A seguir, têm-se como alternativas projetuais: a) Krabat Jockey (da empresa Krabat S/A), b) Wombat chair (da empresa R82), c) Nandu chair (da empresa R82), d) Flamingo (da empresa R82), e) Lambda (da empresa Jenx Ltd.), f) High-low frame (também da empresa R82) e g) Strato (da empresa G&S Smirthwaite).



Figura 2.8a, 2.8b, 2.8c, 2.8d, 2.8e, 2.8f, 2.8g: Cadeiras identificadas com base na análise de similares
 Fonte: Disponíveis em NR a¹⁹- b²⁰- c²¹- d²²- e²³- f²⁴- g²⁵, 2010

Verificou-se, ainda na análise de similares, o dimensionamento prévio de cada cadeira, assim como os mecanismos utilizados para a garantia funcional dos objetos. Toda essa base de dados serviu, acima de tudo, para se gerar requisitos de produto (ou aspectos mensuráveis e aceitos para a formulação de uma nova solução). As informações, cedidas pelos fabricantes, por meio de catálogos e prescritivos técnicos, foram compiladas a fim de caracterizar a solução. Apresenta-se, a seguir, o resultado da apreciação, na íntegra, para cada dispositivo encontrado:

¹⁹ Disponível em: <http://www.krabat.no> (acessado em 10 ago. 2010)

²⁰ Disponível em: <http://www.r82-uk.co.uk> (acessado em 01 nov. 2010)

²¹ Disponível em: <http://www.snugseat.com> (acessado em 03 nov. 2010)

²² Disponível em: <http://www.r82-uk.co.uk> (acessado em 01 nov. 2010)

²³ Disponível em: <http://www.jenx.com/> (acessado em 03 nov. 2010)

²⁴ Disponível em: <http://www.r82-uk.co.uk> (acessado em 04 nov. 2010)

²⁵ Disponível em: <http://www.smirthwaite.co.uk/strato.html> (acessado em 04 nov. 2010)

a) *Krabat Jokey*

A *Krabat Jokey* (figura 2.9) é uma cadeira para crianças deficientes ativas. A criança fica sentada como se estivesse em uma sela, com as pernas afastadas. A disposição da parte inferior do corpo e dos pés proporciona uma posição “estável”, diz o fabricante. O assento “sela” tem algumas vantagens em comparação com os assentos tradicionais. Esta configuração dá à criança maior grau de liberdade de movimentos e a possibilidade de interação com os pares. De acordo com a empresa, a cadeira é leve e dobrável, ideal para o transporte.

Krabat Jockey

Empresa: Krabat S/A (Noruega)



Preço por unidade: não informado pelo fabricante

Características



Ajuste de altura
A altura é regulada por um botão integrado ao punho (pega superior)



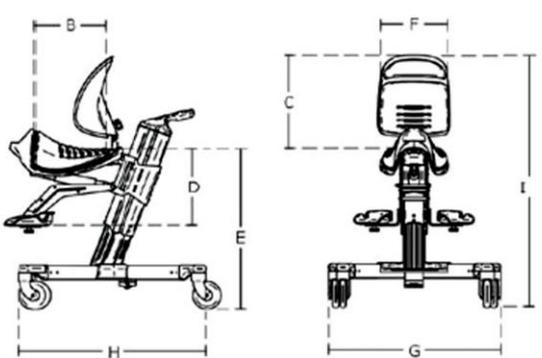
Assento com regulagem
O encosto é regulado de forma independente. Da mesma maneira que o assento, que possui inclinação angular.



Acessórios disponíveis
Possui os seguintes acessórios: apoio para os pés, cinto abdominal, porta copo, e suporte para bagagem.



Possibilidade de compactação
A cadeira é dobrável, o que auxilia no transporte e armazenamento.



Medidas Principais

	Krabat modelo 1 (mm)	Krabat modelo 2 (mm)
Profundidade do assento (B)	260	310
Altura do encosto (C)	350	410
Menor comprim. de perna (D)	450	570
Altura do assento ao chão (E)	390 - 790	400 - 800
Largura do encosto (F)	250	320
Largura total / dobrado (G)	630	660
Comprimento / dobrado (H)	680	980
Altura total / dobrado (I)	1.120	1.210
Ângulo do assento	-20° até +20°	-20° até +20°
Ângulo do encosto	+10° até -40°	+10° até -40°
Peso da estrutura	12kg	14kg
Carga máxima	60kg	60kg

Figura 2.9: Cadeira Krabat Jockey
Fonte: Elaborada a partir dos catálogos fornecidos pelo fabricante, 2010

b) Wombat chair

A Wombat (figura 2.10) é uma cadeira funcional para crianças com deficiência. De acordo com o fabricante, fornece uma experiência de conforto e apoio notáveis. Está disponível em duas versões: Wombat Básica e Wombat *Upgrade*. A diferença encontra-se nas bases e kits disponíveis e na sustentação da estrutura (frame). De acordo com o fabricante, a Wombat é adequada tanto para crianças quanto para adolescentes.

Wombat Chair

Empresa: R82 (Inglaterra)



Preço por unidade: £ 1.020 (ou 1.632,00 dólares)*

Características

Ajuste de altura

A altura pode ser regulada: sistema a gás ou manual (com possibilidade de adaptação de um sistema elétrico)

Sistema de freio auxiliar

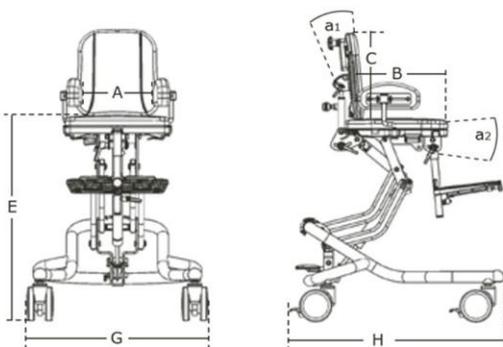
O freio central permite que o usuário ative / desative o mecanismo da posição sentada

Possibilidade de inclinação (tilt)

Inclinação de - 20 a + 15 graus, dando maior liberdade ao usuário (variações angulares)

Acessórios disponíveis

Possui os seguintes acessórios: apoio para os pés, apoio para cabeça, descanso para braço, bandeja, suporte para tronco, extensor de punho, apoio para os joelhos, kit de elevação elétrico e demais dispositivos de segurança.



Medidas Principais

	Wombat modelo 1 (mm)	Wombat modelo 2 (mm)	Wombat modelo 3 (mm)
Largura do assento (A)	210 - 300	280 - 370	350 - 440
Profundidade do assento (B)	160 - 290	230 - 360	300 - 480
Altura do assento ao chão (E)	340 - 690	340 - 690	380 - 680
Largura total - frame (G)	550	550	610
Comprimento total - frame (H)	600	600	720
Ângulo do encosto (a1)	0 - 40°	0 - 40°	0 - 40°
Ângulo do assento (a2)	-20 até +15°	-20 até +15°	-22 até +10°
Peso da estrutura	15kg	16kg	22kg
Carga máxima	45kg	45kg	70kg

* Valor aproximado fornecido pela empresa. Sujeito a alteração conforme a adição de "kits"

Figura 2.10: Cadeira Wombat
Fonte: Elaborada a partir dos catálogos fornecidos pelo fabricante, 2010

c) *Nandu chair*

A Nandu (figura 2.11) também é uma cadeira direcionada para crianças. Caracteriza-se por possuir um pequeno assento para ajudar nas atividades diárias, quer na escola, ou em casa. É um assento estofado, com diferentes possibilidades de ajuste. Está disponível em quatro tamanhos e que vão até 17 centímetros de regulagem contínua em altura e 8° (graus) de inclinação para frente (*tilt*). De acordo com o fabricante, o encosto pode ser reversível, para apoiar o peito na posição inclinada. Possui regulagem de altura e pode, também, ser usada próximo ao chão.

Nandu Chair

Empresa: R82 (Inglaterra)



Preço por unidade: £ 659 (ou 1.046,00 dólares)*

Características

Ajuste de altura

A altura pode ser regulada: sistema eixo manivela

Haste multifuncional

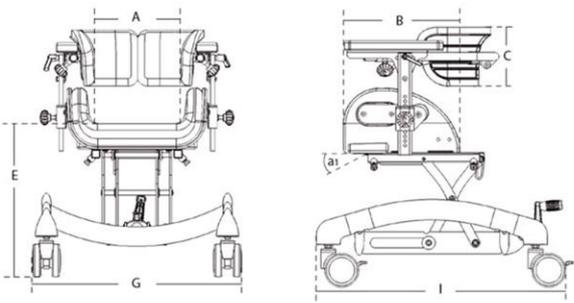
A sustentação da parte traseira do encosto pode ser revertida para fornecer apoio abdominal quando o usuário estiver em a posição inclinada

Possibilidade de inclinação (tilt)

Inclinação de até 8 graus frontal, dando maior liberdade ao usuário (variações angulares)

Acessórios disponíveis

Possui os seguintes acessórios: apoio para os pés, cinto abdominal, cunha de assento, extensor de punho.



Medidas Principais

	Nandu modelo 1 (mm)	Nandu modelo 2 (mm)
Largura do assento (A)	220	320
Profundidade do assento (B)	170 - 240	280 - 360
Altura do assento ao chão (E)	220 - 380	320 - 480
Largura total - frame (G)	500	500
Comprimento total - frame (I)	560	560
Ângulo do assento (ai)	8°	8°
Peso da estrutura	13kg	15kg
Carga máxima	50kg	50kg

* Valor aproximado fornecido pela empresa. Sujeito a alteração conforme a adição de "kits"

Figura 2.11: Nandu chair

Fonte: Elaborada a partir dos catálogos fornecidos pelo fabricante, 2010

d) *Flamingo*

Apesar de ser considerada uma cadeira para banho, a Flamingo (figura 2.12) é uma excelente opção entre as alternativas de cadeiras de rodas infantis. De acordo com o fabricante, está disponível em quatro tamanhos e é adequada para crianças e adolescentes. O assento pode ser inclinado e tem diferentes opções de altura. Além disso, o fabricante assegura que é um equipamento fácil de limpar, de simples compactação e possui um apelo estético diferenciado.

Flamingo

Empresa: R82 (Inglaterra)



Preço por unidade: 1795,00 dólares*

Características

Ajuste de altura

A altura pode ser regulada: sistema deslizante de sobreposição.

Possibilidade de compactação

A cadeira é dobrável, o que auxilia no transporte e armazenamento.

Possibilidade de inclinação (tilt)

A inclinação é ajustada manualmente, por sistemas de pressão e travamento.

Acessórios disponíveis

Possui os seguintes acessórios: apoio para os pés, apoio para a cabeça, exensores, suportes laterais, bandeja, colete e bezerro (apoio para as pernas).

Medidas Principais

	Flamingo modelo 1 (mm)	Flamingo modelo 2 (mm)	Flamingo modelo 3 (mm)
Largura do assento (A)	250	280	340
Profundidade do assento (B)	240	290	400
Altura do encosto (C)	360	380	470
Comprim. suporte dos pés (D)	180 - 260	250 - 350	290 - 430
Altura do assento ao chão (E)	500 - 600	500 - 600	500 - 600
Ângulo de inclinação	15 - 25°	15 - 25°	10 - 20°
Largura de ombro (F)	300	320	400
Largura total - frame (G)	440	460	540
Comprimento total - frame (H)	660	660	660
Altura total - frame (I)	860	890	950
Peso da estrutura	11kg	13kg	15kg
Carga máxima	35kg	50kg	70kg

* Valor aproximado fornecido pela empresa. Sujeito a alteração conforme a adição de "kits"

Figura 2.12: Cadeira Flamingo

Fonte: Elaborada a partir dos catálogos fornecidos pelo fabricante, 2010

e) *Lambda*

A Lambda (figura 2.13) é uma cadeira multiajustável para crianças deficientes de 3-8 e de 5-10 anos. Possui acessórios como sandálias (cinto para os pés), bandeja e apoio para o braço. Apesar de ter uma aparência simplificada, possui recursos interessantes que podem ser aproveitados. Infelizmente, a proposta não conta com os desenhos detalhados, como nos exemplos anteriores.

Lambda

Empresa: Jenx Ltd.



Preço por unidade: 915,00 dólares*

Características



Ajuste de altura
A altura pode ser regulada: sistema de elevação hidráulica com acionamento por pedal.



Assento: ajustes
Para ajustar o comprimento do assento, utilizam-se trilhos e porcas de asas galvanizadas.



Possibilidade de inclinação (tilt)
A inclinação é ajustada por meio da alavanca. Aplica-se uma pressão para frente ou para trás, para atingir o ângulo desejado.



Acessórios disponíveis
Possui os seguintes acessórios: apoio para os pés, apoio de braço, suporte para quadril, sandálias, bandeja e cinto abdominal.

Medidas Principais

	Lambda modelo 1 (mm)	Lambda modelo 2 (mm)	Lambda modelo 3 (mm)	Lambda modelo 4 (mm)
Largura do assento	160 - 330	150 - 340	260 - 405	260 - 405
Altura do encosto ao chão	575 - 650	550 - 645	710 - 810	690 - 790
Altura do assento ao chão	335 - 520	345 - 500	445 - 635	460 - 650
Comprimento suporte dos pés	160 - 260	160 - 300	210 - 460	210 - 370
Altura do encosto ao assento	200 - 290	190 - 290	210 - 310	210 - 310
Ângulo de inclinação	15 - 25°	15 - 25°	10 - 20°	10 - 20°
Peso da estrutura	24kg	24kg	34kg	37kg
Carga máxima	50kg	50kg	80kg	90kg

* Valor aproximado fornecido pela empresa. Sujeito a alteração conforme a adição de "kits"

Figura 2.13: Cadeira Lambda
Fonte: Elaborada a partir dos catálogos fornecidos pelo fabricante, 2010

f) High-low frame

A estrutura High-low²⁶ (figura 2.14) é um *frame* universal, com suporte para diferentes assentos. Optou-se em colocar esta estrutura por ser uma alternativa diferente das demais, com regulagem de altura por sistema mecânico, hidráulico ou elétrico. Aqui, o usuário que já possui um assento personalizado, por exemplo, pode desfrutar dos mesmos princípios que os demais, sem a necessidade de ter que adquirir uma nova cadeira. É um princípio interessante pela modularidade proposta por meio dos assentos.

High-Low Frame

Empresa: R82 (Inglaterra)



Preço por unidade: £ 583 (ou 927,00 dólares)*

Características

Ajuste de altura

A altura pode ser regulada: sistema mecânico, à gás (ou ainda, sistema elétrico).

Suporte p/ diferentes assentos

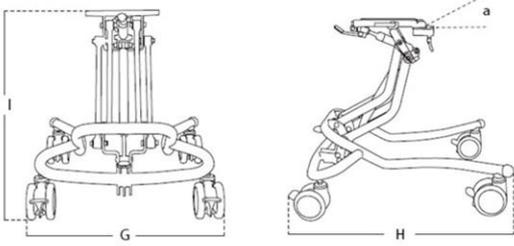
Frame universal com encaixe para diferentes assentos.

Extensor de punho

Possui sistema extensor para auxiliar na locomoção do usuário.

Acessórios disponíveis

Possui os seguintes acessórios: apoio para os pés, kit de elevação elétrico e demais dispositivos de segurança.



Medidas Principais

	High-low modelo 1 (mm)
Largura total do frame (G)	560
Comprimento total do frame (H)	690
Altura total do frame (I)	170 - 600
Ângulo de inclinação (a)	0 - 40°
Peso da estrutura	12,5kg
Carga máxima	60kg

* Valor aproximado fornecido pela empresa. Sujeito a alteração conforme a adição de "kits"

Figura 2.14: High-low frame

Fonte: Elaborada a partir dos catálogos fornecidos pelo fabricante, 2010

²⁶ Princípio de funcionamento: http://www.youtube.com/watch?v=gVW_I1Xr2zg&feature=related (acessado em 27 nov. 2011)

g) *Strato chair*

A Strato chair (figura 2.15) possui um assento apropriado para as crianças que são capazes de entrar e sair de sua cadeira de forma independente, com um nível mínimo de apoio postural. De acordo com o fabricante, o assento possui uma leve inclinação para melhora contínua da estabilidade no quadril. Além disso, possui alinhamento de tronco e membros inferiores por meio do *pommel* (ressalto que garante o afastamento do membro inferior). Está disponível em quatro tamanhos e pode ser usada por crianças e jovens, de 02 a 19 anos de idade.

Strato

Empresa: G&S Smirthwaite (U.K - Reino Unido)



Preço por unidade: £ 735 (ou 1.167,00 dólares)*

Características



Ajuste de altura
A altura pode ser regulada: sistema de parafuso manual



Assento com pommel
Possui um pommel de abdução dos membros inferiores (também ajuda na sustentação).



Extensor de punho
Possui sistema extensor para auxiliar na locomoção do usuário.



Acessórios disponíveis
Possui os seguintes acessórios: apoio para os pés, apoio de braço, ganchos, suportes laterais e bolso.

Medidas Principais

	Strato modelo 1 (mm)	Strato modelo 2 (mm)	Strato modelo 3 (mm)	Strato modelo 4 (mm)
Largura do assento	250	290	450	450
Profundidade do assento	220	260	350	400
Altura do assento ao chão	270 - 400	270 - 400	410 - 550	490 - 660
Largura descanso de braço	240 - 300	300 - 360	420 - 550	440 - 550
Altura descanso de braço	120 - 160	120 - 160	170 - 230	170 - 230
Ângulo do assento	0 - 15°	0 - 15°	0 - 15°	0 - 15°
Altura assento - pés	180 - 280	180 - 280	330 - 420	400 - 500
Carga máxima	40kg	40kg	80kg	90kg

* Valor aproximado fornecido pela empresa. Sujeito a alteração conforme a adição de "kits"

Figura 2.15: Strato Chair

Fonte: Elaborada a partir dos catálogos fornecidos pelo fabricante, 2010

2.5 Considerações sobre o estado da arte

A divergência entre os problemas enfrentados em sala de aula por alunos como Marcelo (apresentado no capítulo introdutório) e o atual cenário dos produtos existentes para auxiliar as crianças com deficiência física no processo de locomoção, revelou um contexto preocupante no que se refere ao desenvolvimento de produtos para mobilidade infantil. A partir dos dados levantados, infere-se que, em um primeiro momento, ainda não se tem, no Brasil, um discurso próprio para a produção desse tipo de recurso. Com exceção dos equipamentos desenvolvidos de forma empírica por pequenos produtores para a resolução de problemas pontuais, não foram encontrados produtos similares no mercado nacional e nem registros específicos em entidades de propriedade Industrial. Em Florianópolis, por exemplo, o único impulso identificado, neste sentido, foram as iniciativas assistenciais, promovidas por associações que possuem oficinas próprias para a construção de produtos ortopédicos de forma artesanal.

Este é um quadro diferente do que se observa em outros países, que têm tradição na produção de recursos assistivos (MALLIN, 2004). No exterior, por exemplo, encontra-se uma variedade de equipamentos para mobilidade, adequação postural e outras demandas que rodeiam o universo da tecnologia assistiva.

A importação desses equipamentos não se apresenta como uma alternativa viável, pois além do baixo poder aquisitivo e da ausência de recursos financeiros, os produtos chegam com um valor proibitivo para a realidade sócioeconômica brasileira. Para exemplificar o exposto, foi visto que, uma cadeira de rodas dotada de sistemas mecânicos que oferecem maior grau de liberdade para a criança e possui ajustes de altura e angulação corporal, não sai por menos de \$ 1.000,00 (um mil dólares). Em valores de março de 2012, o recurso equivale a R\$ 1.815,00 (um mil, oitocentos e quinze reais), isso sem considerar os “kits” adicionais necessários e o custo operacional por importação, com taxas que podem variar de 50% a 100% do valor especificado na nota de compra do produto.

Além disso, outro agravante é que esse recurso foi projetado de acordo com as características sociais, econômicas, culturais e ambientais do seu país de origem. Fato que o diferenciaria se o mesmo fosse produzido no Brasil.

Capítulo 3: Projeto Informacional

3.1 Introdução ao projeto informacional

No modelo proposto por Amaral *et al.* (2006), o projeto informacional é de extrema importância para o entendimento correto das particularidades do produto. Para o autor, o objetivo desta fase é desenvolver um conjunto de informações, as mais completas possíveis, a fim de determinar as especificações-meta, ou seja, uma lista de critérios necessários para o desenvolvimento do objeto. O esquema abaixo demonstra o fluxo dos procedimentos indicados, pelos autores, para esta etapa (ver figura 3.1):

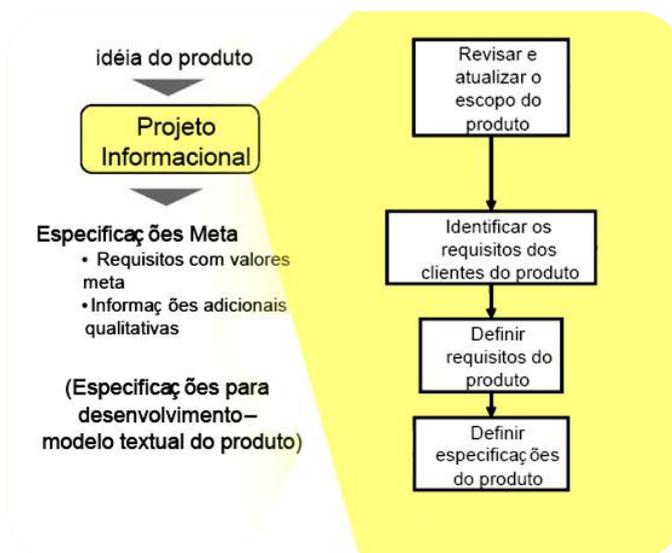


Figura 3.1: Esquema com definição das etapas do projeto informacional
Fonte: Adaptado de Amaral *et al.* (2006, p.212)

Seguindo a lógica esquemática, o presente capítulo visa, em um primeiro momento, revisar e atualizar o escopo do produto, ressaltando as características e funções previamente definidas. Além do escopo do produto, outra atividade prevista é a identificação dos requisitos dos clientes, que corresponde à voz do usuário “transcrita” em linguagem de engenharia (exigências técnicas). Estas exigências, além de orientar a geração de alternativas, fornecem dados imprescindíveis, que serão utilizados como critérios de avaliação nas etapas posteriores (visando a confecção do protótipo).

3.2 Revisando e atualizando o escopo do produto

As informações obtidas e mostradas nos capítulos anteriores apresentam um direcionamento para resolução do problema, tanto do ponto de vista dos usuários quanto das disponibilidades tecnológicas atuais. Nesta etapa, ainda não se têm todos os parâmetros necessários para configuração do produto. Naturalmente, a revisão do escopo se faz necessária, uma vez que a mesma fornece detalhes sequenciais de planejamento.

Conforme visto no capítulo 2, observa-se, de modo geral, a falta de dados no que se refere à produção de recursos assistivos, principalmente dos equipamentos ligados à mobilidade. Informações referentes ao número de unidades produzidas, características do setor e tipos de cadeiras ainda são escassas no país. Por outro lado, os estudos realizados nos registros de propriedade industrial e prescritivos técnicos indicaram diferentes disponibilidades tecnológicas para o setor.

Sob o ponto de vista produtivo, puderam-se encontrar encaminhamentos para: a) ajuste de altura; b) regulagem de assento; c) possibilidade de compactação; d) mecanismos para inclinação postural (*tilt*) e sistemas de trava (freio) para a cadeira e questões estéticas. Além disso, questões dimensionais também foram disponibilizadas.

Já no que se refere aos dados relacionados aos alunos, problemas enfrentados em classe, dificuldades na utilização dos recursos assistivos, e demais variáveis envolvidas, estas informações ainda são recentes dentro da Secretaria Municipal de Educação de Florianópolis.

Neste sentido, exige-se que a coleta de informações ocorra em contato direto com os envolvidos no projeto, de preferência no local onde são desempenhadas as tarefas, incluindo a experimentação dos procedimentos envolvidos durante as atividades. Em virtude disso, a identificação dos clientes deve estar clara nesta etapa.

3.3 Identificar os clientes do projeto

Após a revisão do escopo, o próximo passo foi definir os clientes envolvidos no projeto. De modo geral, esta tarefa é realizada em conjunto com outras ferramentas, como o estabelecimento do ciclo de vida do produto²⁷ e descrição dos estágios produtivos (FONSECA, 2000).

²⁷ A expressão “ciclo de vida do produto” pode ser definida como as sucessivas fases pelas quais o produto atravessa, desde o projeto até o seu descarte (FONSECA, 2000, p.37).

Basicamente, os clientes de um projeto podem ser divididos em três grandes grupos: clientes externos, clientes intermediários e clientes internos (AMARAL *et al.*, 2006, p.218). Os clientes externos são os que realmente farão uso do produto, consumindo o mesmo para sua satisfação própria. Estes clientes, em geral, esperam atributos como: qualidade, baixo preço, eficiência, segurança, durabilidade, fácil operação e visual atrativo. Já os clientes intermediários, são os responsáveis pela distribuição, compra, venda e *marketing* do produto, e esperam que o mesmo seja fácil de embalar, transportar e armazenar. Por fim, têm-se os clientes internos, que são os fabricantes, os projetistas e as pessoas ligadas à produção. Estes, por sua vez, estão envolvidos nos processos de fabricação e adequação do mesmo aos recursos da empresa (mão de obra, instalações, matéria prima e equipamentos). Os clientes internos esperam que o produto tenha facilidade de montagem, armazenamento e que utilize recursos disponíveis (com componentes padronizados).

Como o resultado desta dissertação não é um produto comercial, e sim contribuições para fomentar equipamentos assistivos ligados a mobilidade infantil, o comprometimento maior estará em satisfazer os clientes externos, ou seja, consumidores e beneficiários diretos da proposta (identificados no capítulo 1 como “usuários”).

3.4 Identificando os requisitos dos clientes do produto

Existem diferentes técnicas que permitem a participação do usuário durante o processo de desenvolvimento de um produto e, portanto, melhoram a qualidade do objeto final. A maioria dessas técnicas tem sua origem na investigação social e na análise do comportamento humano e derivam de disciplinas como antropologia, sociologia, psicologia e *marketing*.

Amaral *et al.* (2006), por exemplo, sugerem técnicas para identificar os requisitos dos clientes com base no desenvolvimento de produtos generalistas. Para os autores, “essas necessidades brutas, nas formas de variáveis linguísticas, podem ser obtidas por meio de listas de verificação, entrevistas, grupos focais, observação direta ou qualquer outro método de interação” (AMARAL *et al.*, 2006, p.219).

Para complementar as técnicas sugeridas por Amaral *et al.* (2006), o projeto Datus (2003), subvencionado pelo Programa Nacional de Diseño y Producción Industrial e pelo Instituto de Biomecânica de Valencia (Espanha), apresenta uma seleção de doze técnicas específicas, voltadas, exclusivamente, para o desenvolvimento de recursos assistivos (tabela 3.1). Neste documento, destaca-se a fase de investigação, direcionada à coleta informacional dos dados.

Tabela 3.1: Técnicas específicas para projetos assistivos
 Fonte: Projeto Datus (2003, p.36). Programa Nacional de Diseño y Producción Industrial (Espanha)

Fase	Técnica	Breve Descrição
Investigação	Estudo Etnográfico	Observação dos usuários em seu ambiente habitual por um período de tempo estabelecido e registro por meio de fichas ou códigos de observação.
	Método S.C.A.M.A.E.I. (MESCRAI)	Técnica que reúne e estabelece uma série de critérios que possam Substituir, Combinar, Adaptar, Modificar, Alterar, Eliminar ou Inverter usos do produto.
	TESTE K.I.U (Likert Design)	Avaliação de produtos existentes com base em escalas de pontuação, a fim de detectar falhas, necessidades e requisitos.
Seleção e Priorização	Desenho Paralelo	Desenho de alternativas feito por especialistas de forma individual, para posterior avaliação em grupo com indicações de melhoria.
	Criação de Cenários	Sessões onde especialistas especulam a empatia com o deficiente, fazem previsões de diferentes tarefas executadas no ambiente (criam o cenário), a fim de gerar critérios e requisitos para o usuário final.
	Diagramas de Afinidade	São colocadas fichas em uma parede (dados verbais), agrupados por conteúdos e relações. O usuário se identifica com as informações.
Inspeção e Validação	Avaliação Heurística	Um produto (de referência) é inspecionado por especialistas para detectar falhas e características. Utiliza-se uma lista de exigências técnicas, que devem ser contempladas no projeto.
	Lista de Verificação (Design Checklist)	Inspeção de protótipos por meio de listas para verificação.
	Descobrimto Conjunto (Co-discovery Method)	Dois ou mais usuários trabalham de forma colaborativa para resolver problemas. Realizam as mesmas tarefas em um produto específico e registram diferentes pontos de vista.
Avaliação de produtos	Método Musa/IBV	Método que permite a geração de "Guias auxiliares" para a medição de usabilidade por meio de <i>benchmarking</i> dos produtos existentes no mercado.
	Questionário de Usabilidade	Avaliação de produtos por questionários para encontrar falhas e deficiências a fim corrigir problemas futuros.
	Discussões	Fala-se de um produto em particular com os usuários, buscando um consenso para a revisão das características, em diferentes períodos de tempo. Observa-se a satisfação do cliente.

Apesar de o projeto Datus (2003) ser direcionado a indústrias de tecnologia assistiva, acredita-se que os métodos sugeridos sejam de extrema relevância para a estrutura deste projeto. Chama-se atenção para a técnica do Estudo Etnográfico, que enfatiza o uso do produto e o tipo de atividade prevista nos contextos do deficiente. De acordo com as especificações do projeto DATUS (2003), o estudo etnográfico é uma técnica de investigação baseada no registro de ações diárias, feita por um perito com pessoas no seu entorno. “No caso de desenvolvimento de produto, consiste na compreensão do que os usuários fazem, dizem e pensam a respeito do objeto, dando significado às ações realizadas” (DATUS, 2003, p.37).

3.4.1 O estudo etnográfico

O estudo etnográfico foi escolhido por apresentar características próprias. A primeira diz respeito ao ambiente de execução, condicionando à base natural por onde a criança deficiente pratica suas atividades diárias, o que permite visualizar os espaços utilizados durante seus deslocamentos (mobilidade espacial). A segunda está relacionada ao aspecto descritivo das atividades propostas ao aluno, quer pertencentes ao grupo de crianças, quer aquelas destinadas unicamente à criança em foco. O objetivo é investigar a complexidade das práticas sociais envolvidas.

Para atender aos objetivos propostos, optou-se pela técnica de observação semi-dirigida e entrevistas semi-estruturadas (TRIVIÑOS, 2006). Utilizou-se como equipamentos para a realização das observações uma câmera filmadora portátil, uma máquina fotográfica e um caderno de anotações, para melhor registrar as situações diárias. Apesar de a filmagem ter sido permitida em todos os momentos de atividade na escola, por se tratar de uma pesquisa naturalística, houve situações em que nem todos os observados permaneceram na cena. Neste sentido, o caderno de anotações foi o recurso mais útil para registro diário das situações. Além disso, utilizou-se, também, uma máquina fotográfica, a fim de mostrar os locais (espaços físicos) e situações de execução de atividades.

Com relação ao período de investigação, este teve início efetivo no dia 10/05/2011, permanecendo em atividade até o último dia letivo do primeiro semestre, dia 12/07/2011. As visitas foram realizadas uma vez por semana, totalizando 40 horas, divididas em dez encontros de 4 horas diárias.

A distribuição das visitas foi feita da seguinte forma: a) contatos iniciais com a direção da escola, o corpo docente e a mãe do aluno (01 hora); b) aferição do ambiente utilizado pelo aluno (03 horas); c) observações do cotidiano da criança, com registro escrito, fotográfico e filmagem (32 horas); e d) entrevistas com a mãe e a professora de atendimento educacional especializado, com registro em filmagem (04 horas).

Apesar do longo tempo de espera para se conseguir todas as autorizações necessárias e realizar a pesquisa *in loco*, o período de permanência no local foi proveitoso e contextualizado, o que reforça a importância do conteúdo observado, e não o número de vezes que ocorreram as observações. Após pesquisa bibliográfica, verificou-se que não há um consenso entre antropólogos e sociólogos a respeito do tempo mínimo exigido para realização de pesquisas etnográficas. O que existe é uma conformidade entre os autores na questão do relato, enfatizando a importância dos registros e dos resultados averiguados ao longo do processo. Tudge *et al.* (2006), por exemplo, realizaram um importante estudo etnográfico com crianças de 3 anos em seus grupos, durante atividades diárias, observando-as por vinte horas. Por outro lado, Triviños (2006), alerta que, para esse tipo de estudo, uma situação pode ser observada em questão de dias, semanas ou até meses.

Para a coleta de dados, a pesquisa contou com a contribuição da mesma criança identificada no capítulo 1 como “Marcelo”. Seguindo as orientações fornecidas pela própria Secretaria Municipal de Educação, foram apresentados à direção da Escola Básica Almirante Carvalhal os documentos comprobatórios necessários à execução do estudo (anexo 1).

3.4.1.1 Coleta de dados: Observações

Durante o período de observações, todos os momentos pedagógicos foram considerados importantes: atividades diárias em classe, horário de alimentação, período de descanso, atividades planejadas em grupo e ações realizadas nos pátios internos e externos da escola.

Em um primeiro momento, o objetivo foi relatar as ações efetuadas nos diferentes ambientes frequentados pela criança. Em conjunto com os relatos, foi realizada a aferição das diferentes barreiras arquitetônicas²⁸ impostas a Marcelo nos ambientes físicos da escola. A prática levou em consideração os fatores envolvidos na locomoção da cadeira (mobilidade espacial). De acordo com Benvegnú (2009, p.95), este procedimento de

²⁸ Entende-se por barreira arquitetônica qualquer elemento natural, instalado ou edificado que impeça a aproximação, transferência ou circulação no espaço (NBR 9050/2004, p.02).

pesquisa se constrói a partir da observação, levantamento e medições da realidade encontrada no local.

A aferição foi realizada conforme os parâmetros estabelecidos na norma NBR 9050/2004, que prescreve critérios básicos para a promoção da acessibilidade. Em geral, as principais dificuldades encontradas por quem possui mobilidade reduzida são: vencer desníveis, escadas e rampas muito íngremes; manter o equilíbrio; passar por locais estreitos, percorrer longos percursos, atravessar pisos escorregadios (ou com obstáculos físicos); não ter espaços amplos para giros e manipulação da cadeira. A seguir, são apresentadas fotografias de alguns locais frequentados pelo aluno (ver figura 3.2).



a) Acesso principal (entrada da escola)



b) Pátio com percursos utilizados



c) Entrada principal com refeitório (à esquerda)



d) Ambientes internos (acesso as salas)

Figura 3.2: Locais frequentados pelo aluno (ambientes internos e externos da escola)

Com relação à divisão física do edifício, tem-se: 01 Biblioteca, 01 Sala de Professores, 01 Depósito de Materiais para Educação Física, 01 Sala Multimídia, 01 Laboratório de Ciências, 01 Depósito para os materiais de Educação Artística, 01 Sala Informatizada, 01 Secretaria, 01 Sala para a Equipe Pedagógica, 11 Salas de Aula, 02 Depósitos, 04 banheiros para os (as) alunos (as), 02 banheiros para os professores (as), 01 banheiro específico para deficientes, 01 cozinha, 02 pátios internos e 04 quadras de esportes.

Além da verificação dos espaços utilizados, para aparição na pesquisa, foram selecionadas quatro situações distintas, vivenciadas por Marcelo, seus colegas de turma, a professora polivalente e a professora de atendimento educacional especializado (AEE), que acompanha o aluno nas tarefas realizadas diariamente. A seguir, tem-se uma breve descrição de algumas situações vivenciadas:

1ª Situação

Local: Sala de Aula

Participantes: Alunos, professora polivalente e a professora do AEE

Tempo de Observação: 4 horas

Na primeira situação descrita, foi observado que a carteira de Marcelo situa-se no fundo da sala. Marcelo encontrava-se sentado na cadeira de rodas, ao lado da professora do AEE que, no momento, utilizava a cadeira destinada ao aluno. Ao ser questionada a respeito da situação, a professora do AEE respondeu que esta é a única carteira da qual fora retirada a prateleira reservada para uso do material do aluno, abaixo do tampo da mesa. Assim, existe a possibilidade de a cadeira de rodas se posicionar sob o tampo (ver figura 3.3).



Figura 3.3: Posicionamento de Marcelo em sua carteira

No instante em que a professora do AEE posicionou o aluno, a mesma aproveitou para sinalizar as dificuldades encontradas nos mobiliários da escola. A falta de recursos adaptados acarreta no inadequado posicionamento da criança nos diferentes espaços físicos utilizados. O fato vai de encontro às diretrizes da própria NBR 9050/2004, que dita informações básicas a respeito dos mobiliários escolares. De acordo com a norma, nas salas de aula, quando houver mesas individuais para alunos, pelo menos 1% do total de mesas deve ser acessível ao deficiente. Isso inclui fatores como: garantia de aproximação e manobra do próprio equipamento.

Nesse mesmo dia, a primeira atividade proposta à turma, pela professora polivalente, foi um ditado de palavras soltas, escritas pelos alunos nos próprios cadernos e corrigidas no quadro de giz, pela professora. Enquanto isso, a professora do AEE executou outra atividade com Marcelo, utilizando o recurso do quadro inclinado para pintar. Durante a atividade, foi observado que, devido ao posicionamento inadequado da cadeira de rodas, Marcelo, usuário de óculos, manteve seu campo visual nos espaços físicos superiores do ambiente. Na sala de aula, o menino não alcançava a visão do quadro de giz e nem das outras pessoas.

Durante boa parte da atividade, Marcelo também não viu o quadro inclinado, onde o seu trabalho encontrava-se afixado. Ao ser questionada sobre o fato, a professora do AEE explicou que o menino não tem controle motor da cabeça; por isso, faz-se necessária a manutenção do posicionamento dele dessa forma (inclinada). Para executar o trabalho, a professora do AEE segura a cabeça de Marcelo e a direciona de acordo com a necessidade visual da criança (figura 3.4).



Figura 3.4: Marcelo utilizando o recurso do quadro inclinado com auxílio da professora do AEE

Durante o período de observação, não ocorreram mudanças no posicionamento do produto. A cadeira permaneceu na mesma angulação no decorrer das atividades realizadas no dia. Ao tentar manipular o objeto, foram constatadas as dificuldades técnicas para realizar a inclinação (função *tilt*). Atualmente, o recurso funciona com auxílio de um pino mestre, que regula a altura do produto em cinco níveis distintos. O sistema não possui regulagem fina; para efetuar o ajuste na inclinação desejada, o cuidador necessita, obrigatoriamente, curvar-se para alcançar o sistema abaixo do assento.

No decorrer do dia, enquanto a turma permaneceu em descanso de intervalo, fora da sala de aula, foram observadas algumas situações referentes aos espaços físicos. Ao retornarem para a sala, as crianças e professora polivalente deram continuidade à atividade

inicial. Marcelo foi trazido pela professora do AEE, que entrou com o aluno mas não permaneceu no local devido ao seu horário de descanso (30 minutos). Nesse momento, a professora polivalente não levou Marcelo para a sua carteira, na parte de trás da sala; em vez disso, posicionou a cadeira de rodas de frente para os demais alunos (ver figura 3.5)



Figura 3.5: Marcelo posicionado em sala durante o intervalo da professora do AEE

Foi observada, também, a posição da cabeça de Marcelo, com interferência indireta da professora polivalente, em prol do conforto da criança. Todas as vezes que ocorria a queda da cabeça da criança, a professora polivalente solicitava a um aluno da sala que a recolocasse no suporte da cadeira de rodas. A atividade, então, seguiu durante a ausência da professora do AEE.

2ª Situação

Local: Sala de projeção de filme

Participantes: Alunos, professora polivalente e a professora do AEE

Tempo de Observação: 2 horas

Em um segundo momento, após o intervalo, sem a presença da professora do AEE, a professora polivalente propôs às crianças de assistirem a um filme na televisão, em outra sala da escola. Os alunos então correram em direção à sala em que fica o televisor. Enquanto isso, Marcelo e a professora polivalente permaneceram na sala de aula por mais alguns minutos.

Ao chegar à sala onde se encontrava a televisão, os colegas de Marcelo, que já estavam posicionados, sentaram no chão. Nesse instante, notou-se que não existia mobiliário adequado para atender às necessidades do aluno quanto à altura e posição, para que o mesmo pudesse usufruir do momento com equidade, em companhia das outras crianças. A cadeira de rodas atual foi colocada no meio da sala, lateralmente, como mostra a figura 3.6.



Figura 3.6: Cadeira posicionada no meio da sala de projeção de filme

Algumas crianças, posicionadas atrás de Marcelo, tentavam ver, com dificuldade, o aparelho televisor, ao mesmo tempo que o aluno encontrava-se inclinado, tendo o foco visual na parte superior da parede, e não no aparelho.

3ª Situação

Local: Sala de aula e ambientes externos

Participantes: Marcelo e a professora do AEE

Tempo de Observação: 2 horas

A terceira situação refere-se aos componentes da cadeira. A importância no acionamento adequado dos freios e a desenvoltura na mobilidade das rodas foi verificada em diferentes momentos de transferência e redução na velocidade do produto.

Atualmente, o sistema utilizado para travar o objeto é do tipo alavanca, fixado na parte lateral da estrutura. O maior problema constatado é quanto à localização do item. A cadeira de rodas de Marcelo possui sistema de frenagem com acionamento de difícil acesso pelos cuidadores. Para travar a cadeira, o usuário precisa se abaixar e ativar, manualmente, o freio. Como o mecanismo não tem a opção de travamento simultâneo das rodas, o usuário precisa realizar a tarefa nos dois lados do equipamento, aplicando força para friccionar um pneu de cada vez. A consequência da frenagem incompleta foi observada em diferentes ocasiões. Situações envolvendo o travamento parcial da cadeira (utilizando, apenas, um dos lados) ou a aplicação de força insuficiente para travar o sistema foram flagradas no dia a dia do aluno. O fato se agrava, principalmente, nos ambientes externos à sala de aula.

Outro problema que chamou a atenção foi o desempenho na mobilidade da cadeira. As rodas dianteiras (rodízios) possuem raio muito pequeno, enquanto que as rodas traseiras trabalham com raio bem maior, com movimentos de rotação, somente, no eixo frontal.

A grande diferença no tamanho entre as rodas afeta, diretamente, na circulação do produto e na manobrabilidade (que se refere à facilidade com que uma cadeira de rodas pode contornar seu próprio eixo). Em termos práticos, para tornar uma cadeira manobrável, é necessário distribuir o peso do equipamento e alinhar a estrutura dos rodízios.

Além disso, observou-se, também, que o material utilizado na confecção das rodas dianteiras impede o amortecimento atual no sistema. Em alguns momentos foi verificada a instabilidade no produto e a flutuação dos rodízios (vibração da roda em torno da haste). O fato se agrava devido aos desníveis e irregularidades no ambiente externo, mais precisamente no pátio da escola (ver figura 3.7).



Figura 3.7: Detalhes da cadeira

Em algumas ocasiões, Marcelo demonstrou-se inquieto devido aos movimentos bruscos causados pela vibração do equipamento. As oscilações indesejadas foram recebidas de forma hostil pela criança, que correspondeu ao estímulo com expressões faciais de insatisfação e contrações musculares. Foi observado que Marcelo possui alta sensibilidade quando sentado no equipamento. Pequenos desvios causados em seu centro de gravidade²⁹ despertam o aluno imediatamente, como se o produto fizesse parte de sua extensão corporal.

Vale lembrar que as aulas de educação física são realizadas, atualmente, no ambiente externo, local que possui superfície irregular e potencializa os problemas observados anteriormente.

²⁹ Na posição sentada, o centro de gravidade do corpo humano se encontra próximo da segunda vértebra sacra. Para efeito de projeto, deve-se manter o eixo da roda traseira alinhado com o eixo do ombro do paciente (COOPER, 1995). Além disso, segundo o autor, uma boa distribuição de peso seria cerca de 40% do peso total colocado sobre as rodas dianteiras.

4ª Situação

Local: Refeitório

Participantes: Marcelo e a professora do AEE

Tempo de Observação: 30 minutos

Na quarta situação, foi observado que, antes de bater o sinal do intervalo, a professora do AEE levou Marcelo ao refeitório. O objetivo foi solicitar a refeição do aluno e acomodá-lo à mesa de forma tranquila, sem a presença dos demais colegas. Nesse momento, foi verificado que não há possibilidade de colocar o prato de refeição de Marcelo sobre a mesa. Embora a cadeira atual possua suporte com braceletes para adaptação de uma mesa auxiliar, a mesma não pode ser aproveitada nos momentos de refeição, pois permanece inclinada, em direção ao aluno. Para alimentar a criança, a professora do AEE executa, então, manobras de rotação com o próprio corpo, com giros de 180 graus (ver figura 3.8).



Figura 3.8: Marcelo no momento de sua alimentação

O fato ocorre devido aos seguintes problemas levantados: a mesa do refeitório possui tampo com altura insuficiente para o encaixe da cadeira de rodas do aluno; a falta de acesso da criança à mesa provoca a colocação da cadeira de rodas na lateral do banco, onde a professora senta-se (posicionamento da professora: entre a mesa, onde está o prato e a cadeira de rodas). Conseqüentemente, a professora do AEE retira o alimento do prato com uma colher, gira o corpo e leva à boca de Marcelo, retornando à posição inicial.

No mesmo dia, após o intervalo, os companheiros de Marcelo pediram à professora do AEE para levar o menino de volta à sala de aula. Nesse momento, observou-se que as manoplas da cadeira de rodas não possuíam regulagem de altura, fato que impedia com que o transporte do objeto fosse realizado por pessoas de diferentes estaturas. Durante o tempo de observação, as manoplas foram aproveitadas para apoiar a mochila da criança, configurando o desvio, por completo, da função.

3.4.1.2 Coleta de dados: Entrevistas

Com o objetivo de favorecer não só a descrição das relações sociais, mas também a compreensão de sua totalidade, utilizou-se a entrevista semi-estruturada (TRIVIÑOS, 2006). No caso, foram entrevistados os seguintes “usuários”: a) a mãe da criança deficiente e b) a professora do atendimento educacional especializado. Ressalta-se, neste aspecto, a impossibilidade de entrevistar a professora polivalente pela não aceitação da mesma. A seguir, apresentam-se os principais trechos de cada entrevista.

a) Trechos selecionados da entrevista com a mãe de “Marcelo”

Dia: 10/07/2011

Nome do entrevistado(a): SUSI

Duração da entrevista: 22:36 minutos

A entrevista foi agendada para o turno da manhã, no horário de aula de Marcelo. Inicialmente, foi esclarecido à mãe da criança o objetivo da entrevista: analisar a utilização do equipamento no dia a dia do menino. O tema da pesquisa foi apresentado de forma superficial à entrevistada para não influenciar nas respostas geradas.

No primeiro momento, a mãe de Marcelo comentou sobre as dificuldades enfrentadas quanto ao ajuste da cadeira às reais necessidades da criança.

***SUSI:** Marcelo não tem controle motor da cabeça. Por isso, é mais difícil ainda encontrar uma cadeira que se ajuste a ele. Ele vem pra escola com essa cadeira e tem sempre que ficar alguém perto, pra ficar ajustando. Quando tem alguma atividade em sala, leitura, filme, ele sempre fica desproporcional aos outros: ou se tira ele da cadeira e o coloca no chão, ou o coloca no colo. Isso é bem complicado. Em casa, se a gente vai assistir à televisão, eu o tiro da cadeira, coloco num pufe, no chão, assim ele fica numa altura mais regular. Se não, ele fica torto.*

Outro problema situado pela mãe diz respeito às dificuldades enfrentadas no transporte do equipamento (translado escola – casa – atendimentos paralelos).

***SUSI:** O transporte também é complicado porque tem que desmontar a cadeira, se eu estou sozinha, preciso da ajuda de alguém. É difícil a gente encontrar algo prático, nessa situação. Bom, eu me considero uma pessoa privilegiada porque tive condições de comprar um carro que cabe a cadeira. Comprei um carro em função da cadeira. Eu vejo lá na fundação (Fundação Catarinense de Educação Especial), muitas pessoas indo de ônibus, de van, o trabalho que dá.*

Quanto ao posicionamento do filho na cadeira (ajustes necessários), a mãe salientou a falta de recursos específicos para auxiliar a sua adequação postural.

SUSI: Bem, a cadeira que o Marcelo se inclina somente pra trás ou pra frente. Se eu inclinar a cadeira pra trás, é bom porque ele fica com o controle melhor da cabeça, não fica caindo tanto. Porém, ele vai olhar pra cima, fica virado pra cima. Se ele quer conversar com alguém ou assistir a alguma coisa, ele não consegue. Se deixar ele no nível das outras pessoas, a cabeça cai mais. A parte do colete que prende o tronco não é suficiente. Pra cabeça, a gente até tentou algumas coisas, mas não deu muito certo. Ele tem o colar cervical que eu coloco, mas até hoje isso tem sido um dilema entre os próprios fisioterapeutas. Marcelo faz fisioterapia em casa e na fundação. Na fundação, elas (as terapeutas) não aconselham porque a criança se acomoda, perde os movimentos, ela fica “engessada”. A gente tentou outras coisas como um capacete, mas não deu certo. Não posso ter uma cadeira que ele fique com a cabeça presa.

No que se refere aos kits opcionais comercializados para auxílio na adequação postural, a mãe chamou atenção para algumas adaptações já realizadas no produto.

SUSI: Vejo que têm cadeiras com mesas, com opcionais para pendurar, suporte para um livro, bichinho, algo que faça barulho. A cadeira do Marcelo é simples, não tinha mesa, um marceneiro fez a mesinha, onde a gente coloca um brinquedo, uma toalha, agora tem o sim e o não (sinais desenhados em papel e colados na mesa), que a gente está trabalhando a comunicação com ele. Eu optei pelo que dá mais conforto para o meu filho. O pessoal (da fábrica de cadeira de rodas) não faz, geralmente, as adaptações, eles fazem uns ajustes, se for colocar um cinto na barriga dele, ele vai escorregando pra frente, vai afundando, a gente colocou um cinto, dois rolinhos nos lados para ajudar na postura. Ele também usa um colete que ajuda o tronco a ficar mais firme. Quando ele era menor, a gente colocava uma almofada no bumbum pra que ele ficar mais alto.

Por fim, quanto às possíveis interações entre Marcelo e os demais participantes em sala de aula (alunos e professores), a mãe destacou as expressões utilizadas pelo filho para comunicar-se e transmitir seus anseios.

SUSI: Eu acho que para as outras crianças a situação é mais simples porque elas podem levantar e ir até o Marcelo, conversar com ele, de igual pra igual. Pra elas, é mais normal. Pra ele, já é mais difícil, porque ele não tem como levantar. Quando ele está na altura delas, ele se sente de igual para igual, ele sente que está interagindo, isso eu acho muito importante. Se sentir igual às outras crianças. As outras crianças podem chegar perto dele no momento que quiserem. Agora, como ele também não fala, não pode dizer “agora eu quero sentar do lado, quero ficar um pouquinho ali”... Ele se comunica muito com as expressões. Então, você pode ver, se estamos assistindo televisão, ele está na cadeira, se a gente resolve pegá-lo e colocar no meio da gente, no sofá, nossa! Ele faz a festa, é isso o que ele quer, então, ele muda totalmente a expressão. Ele gosta de estar no meio. Ele gosta de se sentir igual aos outros.

As preocupações anunciadas pela mãe de Marcelo vão além da socialização e integração do aluno em sala de aula. As condições funcionais desempenhadas pela cadeira atual foram trazidas como importante argumento no engajamento de ações pedagógicas e sociais. Nesse sentido, a fim de completar os dizeres de Susi, a entrevista com a professora do atendimento educacional especializado se fez necessária, uma vez que se desejava entender as ações realizadas com a criança no entorno escolar. Tarefas como: transitar com a cadeira em sala de aula, manipular o objeto, interagir com os demais alunos durante as tarefas realizadas e indicar as necessidades pontuais da criança, foram expostas pela professora no decorrer da entrevista.

b) Trechos selecionados da entrevista com a professora do Atendimento Educacional Especializado (AEE)

Dia: 10/07/2011

Nome do entrevistado(a): Eliane

Duração da entrevista: 23:48 minutos

O encaminhamento da entrevista deu-se de forma similar ao realizado com a mãe de Marcelo. O objetivo foi esclarecido: analisar a utilização do equipamento no dia a dia do menino. A professora iniciou o diálogo, salientando a dificuldade no manejo com a criança, principalmente no momento de acomodá-lo na cadeira.

Eliane: *Eu o coloco (na cadeira de rodas), coloco o cinto e a parte que prende as costas na cadeira. Então, quando eu tiro tudo isso, ele fica naquela cadeira pequenininha e eu tenho que tirar os braços, também. Então, me dá insegurança, com o maior cuidado porque ele é todo molinho, tenho medo... por ela ser pequena e estreita. Isso me dá certa insegurança. O tirar e o colocar... Porque eu freio pra fazer isso. Se não tivesse freio, poderia acontecer o deslocamento pra trás. Eu freio a cadeira e retiro ele. O tirar e o colocar não são difíceis. O pior momento é o de tirar e colocar o cinto, por mais que seja um período curto, fico um pouco ansiosa e com medo que ele possa cair, me sinto insegura.*

Além das dificuldades relacionadas ao manejo, a professora apontou algumas sugestões de mudanças na disposição dos elementos (componentes da cadeira). O fato justificou-se pela dificuldade enfrentada na manipulação do objeto.

Eliane: *A cadeira desempenha a sua função, mas não acho fácil manipular, acho que deveria ter outro sistema que eu não precisasse abaixar para ter que frear, pra travar a roda. Se houvesse um sistema de freio mais em cima, onde eu segurasse, não sei. Não só o tamanho e a forma dele, mas a localização não é boa.*

No que se refere à acomodação da criança ao produto (características ergonômicas), a professora destacou a necessidade de um artifício de apoio na sustentação do corpo de Marcelo. O recurso atual restringe alguns movimentos específicos do aluno.

Eliane: *Percebo que a cadeira restringe um pouco os movimentos dele. Ele fica muito preso. No início até pensava que fosse boa; por ser estreita, daria mais condição pro corpo dele ficar estável, mas percebo que não. Às vezes o corpo dele cai, é difícil ele retornar à posição certa, fica desalinhado, o tronco fica para um lado, o quadril e as pernas ficam pro outro lado. É difícil ajustar. Acredito que pra ele seja ruim, mas não consigo ver isso na expressão facial dele.*

Quando o assunto foi direcionado à locomoção da cadeira, a professora citou a diferença entre o uso do equipamento nos ambientes interno e externo da escola. A principal dificuldade enfrentada por quem conduz o objeto está relacionada à rotação das rodas e manobrabilidade.

Eliane: *A maior dificuldade é dentro da sala de aula, pois as carteiras são todas próximas e eu tenho que fazer manobras pra colocar ele em uma posição melhor. Então, eu faço esforço físico que acho que não deveria fazer. Ela não faz o movimento de 180°, talvez 90° sim, ou talvez às vezes eu perceba que as rodinhas de trás vão bem, mas as da frente estão travadas. Parece que ela prende, a sensação que eu tenho é que as rodas não têm harmonia. Parece que elas não funcionam em sincronia. É meio estranho, não consigo dizer como é, não abaixei para ver.. Os ambientes externos à sala de aula, corredor, pátio, são grandes, então é fácil fazer todas as movimentações. Agora, na sala, como é pequena e tem muitas cadeiras, é um pouco complicado.*

Dentro do assunto abordado, a professora sinalizou, também, a falta de estabilidade existente na cadeira atual. O problema apresentado proporcionou a indicação de componentes para auxílio na segurança do produto.

Eliane: *Acho que poderia dar mais estabilidade ao Marcelo porque ele se assusta fácil, então uma cadeira que quando passasse por deslizos, não sacudisse tanto, com amortecedores, não sei, de algum material que não ficasse esse movimento de um plano para outro. Isso assusta um pouco ele. Por exemplo, um buraco, a mudança de piso, ele já sente e se assusta.*

Outro aspecto considerado durante a entrevista diz respeito aos kits opcionais. Para auxílio nas atividades de rotina, a professora chamou atenção para algumas adaptações as quais considera necessárias à cadeira.

Eliane: No caso da alimentação dele, se a mesinha estivesse em um plano reto, não ficasse inclinada como aquela da cadeira fica, seria mais fácil para colocar o prato dele ali em cima. Então, o prato fica em cima da mesa do refeitório, ele fica aqui (lado esquerdo da professora), eu no meio e a mesa aqui (lado direito da professora). Então, eu tenho que fazer esse movimento (a professora fez o movimento de girar da sua direita para a sua esquerda e vice-versa, repetidas vezes). Se estivesse na minha frente, seria muito mais fácil. [...] Às vezes, quando eu vou pro lanche, pra eu colocar na posição que eu possa ficar no banco e utilizando a mesa pra apoiar o prato pra alimentá-lo, até eu conseguir a distância ideal entre mim e ele, eu tenho que ficar movimentando, dando ré e vai pra frente, até eu chegar bem próximo, é difícil.

No que se refere à proposta de inclusão e consequente adequação da mobília existente em sala de aula, a professora apontou a falta de materiais apropriados às reais necessidades do aluno.

Eliane: Com relação à própria mobília da sala de aula, vejo que desde que a mobília seja acertada (adequada) à cadeira, ele estaria interagindo nesse mundo. Seria bom pra mim se a cadeira tivesse uma mesa adaptada. [...] Mas, a proposta foi de usar a carteira da sala de aula pra ele ter essa interação, essa inclusão real. Com isso, ele estaria, aparentemente, utilizando o material da escola. No caso dele, fica complicado porque a cadeira tem que ficar inclinada pra sustentar o tronco e a cabeça. Com aquela cadeira não dá pra usar a carteira. A carteira da escola, eu uso pra apoiar os meus materiais de trabalho com ele.

Por fim, quanto às interações entre Marcelo e os demais colegas da turma, a professora indicou alguns problemas enfrentados em atividades extraclasse.

Eliane: A estrutura da cadeira limita a interação dele com o grupo, é a sensação que eu tenho. Eu sempre afasto os braços (da cadeira de rodas) para os próprios alunos chegarem mais próximos a ele, pra terem mais contato. Eu assisti a um filme com ele. Tive que ficar o tempo todo segurando a cabeça porque, senão, ele ficava olhando pra cima, tive que posicionar segurando a cabeça, mas tinha que o deixar movimentar a cabeça, tinha que segurar sem prender. Com todo o cuidado pra ele poder olhar para os outros lados. Foi bem complicado. As professoras sugeriram de tirá-lo da cadeira e colocá-lo no chão, mas havia muitas crianças, não sei se iria adiantar ele ficar no chão. Se a cadeira tivesse, talvez, outro acessório que facilitasse realmente ele poderia estar interagindo com o grupo e participando de forma mais natural. [...] eles interagem bem e lidam bem com o Marcelo. Às vezes a cabecinha dele cai, vão lá, levantam, eu estou sempre trazendo as crianças, pedindo ajuda, tem sempre uma competição pra levar a cadeira, eles gostam também na educação física, eu deixo eles participarem mais com o Marcelo porque é um momento que ele gosta muito e as crianças interagem bem. Acho que a cadeira, em alguns aspectos, até aproxima, por ser diferente, até porque eu auxilio outro aluno na parte da tarde de outra turma, do 6º ano e ele tem andador. Acho que por ser pré-adolescente e ter andador, a turma não se aproxima muito. Mas nessa turma, as crianças gostam muito do Marcelo.

3.4.2 Compilando os dados (definir requisitos do produto)

Compilar os dados advindos da pesquisa etnográfica foi uma atividade demorada, que compreendeu a transcrição de horas de filmagens, em associação com a observação e registros escritos. Trata-se de uma análise sistemática de processamento de informações, que deve ser verificável de forma a permitir que outro pesquisador chegue a conclusões semelhantes, usando a mesma documentação (TRIVIÑOS, 2006).

Para esta pesquisa, o processo levou em consideração critérios como: a) as enunciações utilizadas pelos participantes, incluindo o tom e intensidade das palavras proferidas nos comentários, b) a coerência do contexto apresentado, c) a frequência na repetição de algumas explicações relacionadas ao uso do produto atual e d) a especificidade de respostas e/ou expressões envolvidas no contexto (no caso da criança deficiente). Em resumo, o estudo etnográfico resultou no acúmulo de evidências na linguagem verbal e na linguagem corporal³⁰. Naturalmente, a técnica gerou uma lista de problemas enfrentados diariamente. Além disso, diversas necessidades foram apontadas pelos usuários como intrínsecas para a nova concepção de produto.

De acordo com Amaral *et al.* (2006, p.219), posteriormente à obtenção das necessidades, é conveniente que se faça o agrupamento das mesmas. O recurso possibilita verificar as similaridades, eliminando-se, assim, as solicitações repetidas e os desejos irrelevantes para o projeto. Após o agrupamento, as necessidades, inicialmente descritas pela “voz do usuário”, passam a ser reescritas na forma de requisitos. O processo, na perspectiva de Back *et al.* (2008, p.214), resulta em uma linguagem compacta, de modo a ser compreendida pela equipe de projeto e utilizada no campo do design de forma sucinta.

Na visão de Soares (1998), essa tarefa fica a critério dos designers e engenheiros, que buscam interpretar os desejos solicitados com o mínimo de subjetividade possível. Para o autor, “de modo geral, as necessidades apontadas pelos usuários são expressas na sua língua. Apesar de ser de fácil compreensão, elas não são descritas de forma a orientar a concepção do produto” (SOARES, 1998, p.293). Nesse sentido, para desdobramento do processo, é fundamental que ocorra a transcrição mencionada.

³⁰ A necessidade de identificar e interpretar as expressões de Marcelo se deu, principalmente, pelo fato de a criança apresentar *déficit* na comunicação verbal, tornando complexa a tarefa de reconhecer diretamente seus desejos. O processo de reconhecimento das necessidades, neste caso, deu-se por meio das expressões faciais e pelos sons guturais pronunciados pela criança.

Para auxiliar na conversão de necessidades em requisitos, Fonseca (2000, p.59) apresenta duas recomendações: a) Frase composta por um dos verbos ser, estar ou ter, seguido de um ou mais substantivos ou b) Frase composta por um verbo, seguido de um ou mais substantivos (denotando, neste caso, uma possível função do produto).

No quadro a seguir (quadro 3.1), tem-se a junção das principais necessidades apontadas pelos usuários já reescritas na forma de requisitos. Como decorrência, tem-se uma lista de 30 requisitos, apresentados dentro da segunda classificação proposta por Fonseca (2000). O agrupamento foi feito com base nos mesmos atributos adotados no capítulo 1: segurança, funcionalidade, usabilidade e experiência prazerosa.

Atributo	Breve Descrição	Requisitos dos Clientes
Segurança	“O fator segurança, genericamente, é uma condição daquilo em que se pode confiar” (GOMES FILHO, 2010, p. 29). Trata-se da utilização garantida dos objetos em relação às suas características funcionais, operacionais e de manutenção. É uma característica vital, que permite fazer com que o usuário interaja com o objeto sem risco de danos ou ferimentos provocados por falhas, mau funcionamento ou uso equivocado.	<ul style="list-style-type: none"> • Adequar o uso do cinto de segurança • Oferecer estabilidade (estática e dinâmica) • Reduzir vibração ao transportar o objeto • Resistir a condições de uso extremas (uso inadequado) • Resistir a impactos (choques mecânicos) • Possuir sistema de fácil travamento de rodas • Oferecer robustez (mecanismos resistentes)
Funcionalidade	Refere-se ao cumprimento de determinadas tarefas prometidas e esperadas, relacionadas diretamente ao produto. Geralmente, o desempenho esperado em um produto é a execução da sua função principal.	<ul style="list-style-type: none"> • Possuir inclinação do encosto (<i>tilt</i>) • Minimizar o tempo de montagem/desmontagem do sistema • Prover compactação estrutural • Permitir regulagem de altura • Oferecer dispositivo de rotação para assento • Oferecer apoio eficiente para cabeça • Oferecer <i>kits</i> adicionais à estrutura • Possuir local para condicionar objetos • Permitir fácil limpeza do chassi e dos componentes
Usabilidade	A usabilidade é definida, de acordo com a norma ISO 9241-1, como a medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para conseguir seus objetivos com efetividade, eficiência e satisfação. Os problemas da usabilidade estão ligados às dificuldades enfrentadas pelo usuário na utilização adequada.	<ul style="list-style-type: none"> • Adequar interface aos padrões culturais • Adequar interface ao ambiente escolar • Ter fácil acesso aos subsistemas • Indicar e sinalizar as funções do objeto • Possuir boa dirigibilidade • Ser transportado de forma eficiente • Possuir regulagem na altura da manopla • Possuir apoio para os pés com comprimento ajustável • Oferecer abdutor para as pernas (supo) e adutor lateral
Experiência Prazerosa	A experiência prazerosa caracteriza-se por uma sensação agradável no uso do produto. As questões da satisfação podem estar associadas à função, rendimento e usabilidade (NORMAN, 2006).	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir o esforço físico do cuidador ao deslocar o objeto • Propor estereótipo diferenciado • Oferecer possibilidade de alcances visuais à criança • Prover aproximação física de outras pessoas (foco na interação social) • Possibilitar o uso do produto como cadeira de “canto”

Quadro 3.1: Agrupamento dos requisitos

Fonte: Elaborado a partir das informações coletadas no estudo etnográfico

Vale lembrar que, no caso de um produto comercial, além dos requisitos apontados na tabela 3.1, são considerados, também, os requisitos relacionados à fabricação, à montagem, ao armazenamento, ao transporte, à manutenção e ao descarte. Estes predicados – denominados por Fonseca (2000) como atributos do ciclo de vida – devem ser trabalhados, na indústria, em estreita associação com os clientes envolvidos em cada etapa do projeto e com questões de viabilidade mercadológica.

3.5 Definir especificações do produto

Para obter uma comunicação mais precisa durante o desenvolvimento de um produto, a metodologia sugere que sejam encontradas expressões técnicas que possam indicar um caminho a ser seguido. “A obtenção dos requisitos de produto a partir dos requisitos dos clientes se constitui na primeira decisão física e mensurável do objeto proposto” (AMARAL *et al.*, 2006, p.223). O objetivo é traduzir as informações dos clientes em uma linguagem direcionada às realidades produtivas.

Essa atividade, denominada por alguns autores como a “voz da engenharia”, caracteriza-se, segundo Back *et al.* (2008, p.219), pelo estabelecimento de parâmetros, grandezas, funções e restrições do objeto. A ação define aspectos mensuráveis, associados às características que o produto deve ter.

Para formalizar a etapa, é necessário, ainda, que se especifiquem os requisitos de produto. As chamadas especificações-meta são trazidas, aqui, com o intuito de quantificar os parâmetros que descrevem o objeto. Essas especificações são o resultado do Projeto Informacional e servem como informação básica para as fases seguintes. O quadro de especificações (Quadro 3.2) apresenta a descrição de cada item, juntamente com o valor a ser atingido, podendo este ser um número, uma porcentagem em relação a outro parâmetro, ou ainda uma estimativa desejada. Em seguida, é mostrada a unidade a ser alcançada, que tem como função a mensuração direta do que se pretende como meta no projeto.

Nº	Atributo	Requisitos dos Clientes	Especificações-Meta	Unid	Observação
01	Segurança	Adequar o uso do cinto de segurança	Trabalhar cinto com no mínimo 4 pontos de apoio (cinto "H")		
02	Segurança	Oferecer estabilidade estática	Comprimento entre rodas: maior que 650mm. Largura entre rodas: maior que 450mm	mm	Ver orientações em ISO 7176-1
03	Segurança	Reduzir vibração ao transportar o objeto	Redimensionar roda (Rodas dianteiras: maior que 150mm)	dB	Propor sistema de amortecimento em conjunto com a roda
04	Segurança	Resistir a condições extremas de uso	Carga máxima de até 50kg (suporta criança de até 35Kg)	Kg	Prever uso inadequado
05	Segurança	Resistir a impactos (choques mecânicos)	Resistir a riscos na estrutura (vida útil da cadeira: até 7 anos)	Anos	Prever colisões com estruturas rígidas
06	Segurança	Possuir sistema de fácil travamento das rodas	Trava com acionamento único		Ver orientações em ISO 7176-3
07	Segurança	Produto Robusto	Maximizar a confiabilidade do equipamento		
08	Funcionalidade	Possuir inclinação do encosto (<i>tilt</i>)	Ajuste de 25° no ângulo de flexão (10° - 35°)	Graus	Evitar movimentos bruscos
09	Funcionalidade	Minimizar tempo de montagem/desmontagem do sistema	Tempo máximo de 1 minuto para montagem/desmontagem	Min	Trabalhar com sistemas tipo "Quick Release"
10	Funcionalidade	Prover máxima compactação estrutural	Minimizar volume ao ser compactado (dimensões de até: 600 x 300 x 450mm)	m ³	Prever engrenagens e articulações para compactação
11	Funcionalidade	Permitir regulagem de altura	Altura do assento ao chão (Min. 300mm - Máx. 500mm)	mm	
12	Funcionalidade	Oferecer dispositivo de rotação para assento	Trabalhar com sistemas de pivoteamento (possibilidade de giro: até 180°)	Graus	Cuidar com apoio para os pés no momento do giro
13	Funcionalidade	Oferecer apoio eficiente para a cabeça	Apoio de cabeça com suporte lateral	mm	Condicionar a cabeça sem limitar os movimentos
14	Funcionalidade	Possuir local para condicionar objetos	Maximizar os espaços para condicionar objetos		
15	Funcionalidade	Oferecer <i>kits</i> adicionais à estrutura	Suporte para mesa com encaixe na própria estrutura ou no assento		
16	Funcionalidade	Permitir fácil limpeza	Evitar cantos vivos na geometria / Tecido removível		
17	Usabilidade	Adequar interface aos padrões culturais	Trabalhar a simplificação na manipulação dos mecanismos		Imagem mental padronizadas
18	Usabilidade	Adequar interface ao ambiente escolar	Objeto lúdico / atrativo para outras crianças		Verificar objetos utilizados em sala
19	Usabilidade	Ter fácil acesso aos subsistemas	Sistema de fácil manipulação e que não ultrapasse as zonas de conforto físico.	Min	Produto de acordo com NBR 9050 (item 4.6)
20	Usabilidade	Indicar e sinalizar as funções do objeto			
21	Usabilidade	Possuir boa dirigibilidade	Possibilidade de giro de 360°	Graus	Produto de acordo com NBR 9050 (item 4.3.3 e 4.3.4)
22	Usabilidade	Ser transportado de forma eficiente	Reduzir peso bruto da estrutura (até 15Kg)	Kg	Possibilidade de ser transportado por 1 pessoa
23	Usabilidade	Possuir regulagem na altura da manopla	Altura da manopla ao chão (Min. 650mm - Máx. 800mm)	mm	
24	Usabilidade	Possuir apoio para os pés com comprimento ajustável	Altura da base do assento (Min. 250mm - Máx. 300mm)	mm	Verificar ergonomia
25	Usabilidade	Oferecer abdutor para pernas (supo) e adutor			Verificar ergonomia

26	Experiência Prazerosa	Reduzir o esforço físico do cuidador ao deslocar o objeto	Diminuir atrito dos elementos de contato (rodas)		
27	Experiência Prazerosa	Propor estereótipo diferenciado	Explorar apelo estético por meio de elementos visuais: cores, texturas e superfícies		
28	Experiência Prazerosa	Oferecer possibilidade de alcances visuais	Trabalhar com distâncias horizontais a aplicação dos cones de alcance visual	Graus ou mm	Produto de acordo com NBR 9050 (item 4.7.2)
29	Experiência Prazerosa	Prover aproximação física de outras pessoas (foco na interação social)			
30	Experiência Prazerosa	Possibilitar o uso do produto como cadeira de "canto"	Assento removível para ser utilizado próximo ao chão		

Quadro 3.2: Lista das especificações-meta do projeto
Fonte: Elaborado a partir dos requisitos do cliente

3.6 Considerações sobre o projeto informacional

Apesar de o projeto não estar ligado a um processo industrial, onde cada experiência adquirida deve ser registrada a fim de aperfeiçoar futuros empreendimentos, as lições aprendidas durante a etapa informacional proporcionaram uma reflexão única a respeito do desenvolvimento de recursos assistivos.

Ao ingressar no ambiente escolar, foi visto que a convivência do aluno deficiente na sala de aula está longe de ser algo naturalmente aceitável, algo comparável à convivência de um aluno regular. E sequer se trata, na maioria dos casos, da má vontade por parte do professor ou indisponibilidade do aluno deficiente. Boa parte do problema parece residir na interface dos produtos utilizados, que não atendem por completo as exigências apontadas pela criança e pelos profissionais envolvidos no processo de inclusão.

Nesse sentido, a etapa concentrou-se na obtenção de informações importantes para delimitação do contexto. Todas as situações propostas ao aluno foram analisadas minuciosamente. A entrega da fase continuou sendo o conjunto de especificações técnicas para a formulação do recurso assistivo, só que com um grande diferencial: a coleta de dados ocorreu a partir de uma rotina diária de Marcelo.

Sendo assim, considera-se que as informações coletadas erroneamente ou não obtidas em conjunto com o usuário, podem implicar na obtenção de soluções inadequadas, fato que certamente comprometeria o sucesso do produto.

Desenvolver um recurso assistivo significa torná-lo próprio ao seu usuário, conveniente, acomodar adequadamente o corpo às características do objeto. Para que isso ocorra, o designer deve aproximar-se da realidade do aluno para compreender sua situação de vida.

No caso dessa dissertação, o estudo etnográfico foi desafiante, pois proporcionou a imersão do pesquisador no cotidiano escolar e nas atividades indicadas à criança. Na concepção de Mallin (2004), essa abordagem difere da abordagem da Engenharia, especificamente da Engenharia de Reabilitação, que a preocupação com o design situa-se em segundo plano. Para a autora, “trata-se de encarar o design como uma área do conhecimento capaz de intervir e contribuir na criação e produção destinados à reabilitação, procurando dotá-los de estilo, qualidade tecnológica e funcionalidade” (MALLIN, 2004, p.77)

Capítulo 4: Projeto Conceitual

4.1 Introdução ao Projeto Conceitual

De posse dos conteúdos coletados no estado da arte e no projeto informacional, procurou-se, nesta etapa, fazer as modificações necessárias para a concepção do objeto. De acordo com Amaral *et al.* (2006, p.236), “diferentemente da etapa Informacional que trata, basicamente, da aquisição e transformação dos dados, no projeto conceitual, as atividades relacionam-se com a busca, criação e representação das soluções”. O objetivo, portanto, foi definir tanto a estrutura funcional quanto os princípios formais do objeto (ver figura 4.1).

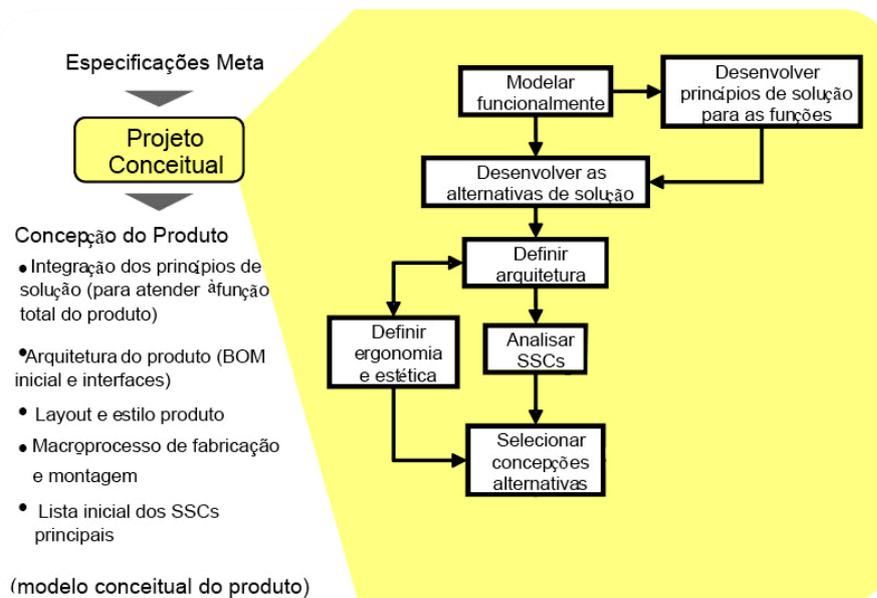


Figura 4.1: Esquema com definição das etapas do projeto conceitual
Fonte: Adaptado de Amaral *et al.* (2006, p.236)

No início da etapa conceitual, o produto foi modelado funcionalmente e descrito de forma abstrata. Este fato estabeleceu parâmetros que serviram de base para a concessão de princípios de solução (necessários para o desenvolvimento da nova proposta). Com a combinação desses princípios foi possível criar alternativas de projeto, dentre as quais algumas foram selecionadas para a definição estrutural (arquitetura do produto). De posse dessas informações, o próximo passo foi definir a ergonomia e a estética para identificar as

partes que constituem o objeto, ou seja, os Sistemas, Subsistemas e Componentes (SSC's). No final da etapa, as alternativas foram avaliadas de acordo com os critérios técnicos, estéticos e ergonômicos.

4.2 Modelar funcionalmente o objeto

Os modelos funcionais citados na literatura permitem que o objeto seja representado por meio das suas operações, ou seja, a formulação da estrutura é feita de forma abstrata, seguindo as funções que o produto exerce. A técnica, segundo Baxter (2011, p.266), pode ser aplicada tanto para os produtos existentes, como para aqueles em desenvolvimento e que aumentam os conhecimentos específicos a respeito das funções desempenhadas pelo objeto.

Na engenharia, a modelagem funcional é vista como uma ferramenta lógica e sistemática, com entradas e saídas bem definidas. “Essas entradas e saídas são conhecidas como estados do sistema” (AMARAL *et al.*, 2006, p.240). No caso das funções técnicas, as transformações são descritas por meio de energia, material e sinal e são definidas conforme a figura 4.2.



Figura 4.2: Esquema de representação da função total
Fonte: Amaral *et al.* (2006, p.240)

No campo do Design, as funções também são reconhecidas e utilizadas na elaboração da estrutura funcional do objeto. Contudo, as funções são definidas, tanto em um caráter técnico, quanto no modo interativo, relacionando, ainda, a parte comunicativa³¹ do produto. Esse processo de comunicação se dá por meio das funções sintáticas e semânticas, que despertam a atenção do usuário em relação aos aspectos sensoriais envolvidos no contexto (ver figura 4.3).

³¹ As funções comunicativas estão relacionadas com a transmissão de sinais/informações do produto para o consumidor (AMARAL *et al.*, 2006, p.240).



Figura 4.3: Funções do produto
 Fonte: Warell (2001, *apud* Amaral *et al.*, 2006, p.238)

As funções comunicativas apresentadas por Warell³² (2001, *apud* Amaral *et al.*, 2006) estão associadas a atributos como: aparência, estilo do produto, padrão tecnológico, acabamento superficial e, eventualmente, valores emocionais. Desse modo, são vistas como suporte para análises e interpretações no que se refere à capacidade que o objeto tem de transmitir uma ideia. São funções relacionadas ao caráter sensorial, ou seja, qualidades percebidas nos objetos.

Por outro lado, as funções técnicas³³ sugeridas pelo mesmo autor, estão relacionadas com os aspectos fisiológicos do uso, levando em consideração sua resistência, facilidade na manutenção, comodidade na montagem, questões estruturais e operacionais. São funções pautadas de atividades desempenhadas pelo objeto.

4.2.1 Procedimento para estabelecer estruturas funcionais

Apesar das diferentes abordagens, tanto na engenharia quanto no design, os procedimentos utilizados para estabelecer a estrutura funcional de um objeto são similares. O primeiro passo, de acordo com Baxter (2011, p.267), é gerar uma lista de funções. Para isso, deve-se perguntar o que o produto “faz” e não apenas o que o produto “é”. Essa listagem é feita com base nas especificações-meta e nas operações previamente definidas na etapa informacional (capítulo 3). Em seguida, as funções são ordenadas em forma de “árvore”, identificadas com a utilização de um verbo mais um substantivo. O processo iniciou-se pela função principal, que indica a razão para qual o produto existe (BAXTER, 2011). No nível seguinte à função principal, aparecem as funções básicas e secundárias. A seguir, apresenta-se a “árvore funcional” desenvolvida para a essa dissertação (figura 4.4).

³² WARELL, A. V. **Design syntactics**: a contribution towards a theoretical framework for form design. *In*: International Conference on Engineering Design, 2001, Glasgow. *Proceedings Apud* Amaral *et al.* (2006).

³³ A função técnica também pode estar associada, na literatura do design, com a função prática (LÖBACH, 2001, p.58).

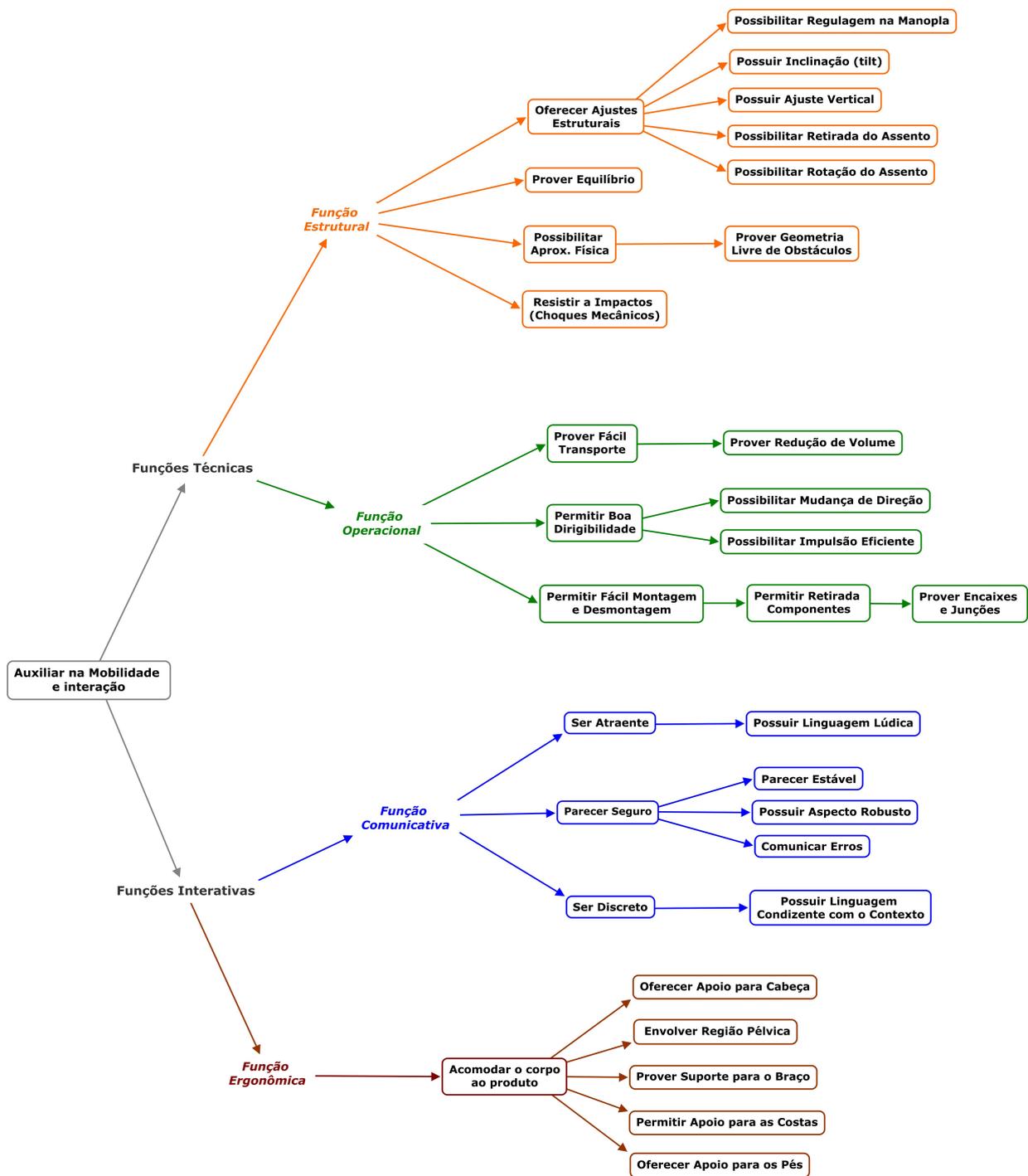


Figura 4.4: Árvore funcional da cadeira

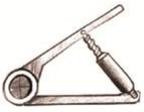
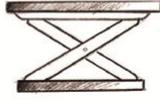
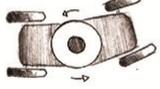
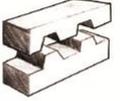
A árvore proposta segue as diferentes funções apresentadas para o produto (funções técnicas e funções interativas). Optou-se por trabalhar com essa distinção, pois existe a intenção de abranger, também, os aspectos comunicacionais do objeto.

4.3 Desenvolver princípios de solução para as funções

Uma vez estabelecida a estrutura funcional, iniciou-se a busca por princípios de solução. O objetivo foi procurar alternativas que suprissem as operações definidas anteriormente na “árvore”. Esta é uma das etapas mais importantes do projeto conceitual que, de acordo com Back *et al.* (2008, p.323), exige pesquisa em diferentes referenciais, tais como: literatura técnica, soluções em produtos similares, analogias e bibliografia complementar. Para o autor, é importante não se limitar, apenas, às soluções já existentes e consagradas no mercado.

Para auxiliar no processo de busca por princípios de solução, é possível utilizar, também, os chamados métodos de criatividade, que são classificados de diferentes formas na literatura. Segundo Back *et al.* (2008, p.251), os métodos de criatividade podem ser divididos em dois grandes grupos: métodos intuitivos e métodos sistemáticos. Dentre os métodos intuitivos tem-se: o *brainstorming* e suas variações; o método de Delphi; a analogia direta, simbólica e pessoal; o método sinético; o método da listagem de atributos; e o método da instigação de questões. Já, para os métodos sistemáticos têm-se: o método da matriz morfológica; o método da análise de valor; e o método da síntese funcional (aplicado anteriormente - item 4.2).

Para o presente projeto, optou-se pela utilização de um método sistemático. No caso, a matriz morfológica foi selecionada por ser amplamente divulgada e pelos bons resultados que pode alcançar. O método caracterizou-se pelo desdobramento de um problema complexo em partes mais simples, e posteriormente, a busca por soluções para as partes. As soluções foram apresentadas na forma escrita e por meio de elementos gráficos (ver quadro 4.1). O objetivo foi encontrar diferentes alternativas para a formulação do produto.

Possuir ajuste vertical	Sistema a gás 	Sistema hidráulico 	Sistema pantográfico 	Elevação por fuso 	Molas 
Prover equilíbrio	3 pontos de apoio 	4 pontos de apoio 	+ 4 apoios 	Sistema de rolamento 	
Resistir a impactos	Formas arredondadas 	Nervuras 	Material resistente 		
Prover redução de volume	Forma escamoteável 	Forma articulável 	Por meio de dobras 	Sistema retrátil 	
Possibilitar mudança de direção	Rotação nas rodas da frente 	Rotação nas rodas de trás 	Rotação em todas rodas 	Rotação da estrutura 	
Possibilitar impulsão eficiente	Sistema de fricção 	Sistema de correia 			
Prover encaixes e junções	Por dentes 	Por forma 	Por rosca (parafuso) 	Por pinos 	Por trava (pressão) 
Prover inclinação (tilt)	Braço articulado 	Por canaleta 	Por diferença de altura 	Por rotação de eixo 	

Quadro 4.1: Matriz Morfológica da cadeira
Fonte: Quadro elaborado a partir das funções exercidas pelo produto (2011)

4.4 Desenvolver as alternativas de solução

Concluída a matriz morfológica, o próximo passo foi combinar os princípios de solução para desenvolvimento das alternativas. Por intermédio do simples arranjo das linhas, o método morfológico permitiu a elaboração de uma quantidade elevada de desenhos, oportunizando, assim, o surgimento de concepções distintas (ver figura 4.5). Ao todo foram gerados mais de cem esboços iniciais, que demarcaram as questões estruturais do sistema.



Figura 4.5: Exemplos criados durante a geração de alternativas
Fonte: Painel elaborado a partir das combinações da matriz morfológica (2011)

Vale lembrar que a combinação pura e simples dos princípios de solução não determinou, necessariamente, uma configuração adequada. Para alcançar um feito satisfatório, as alternativas foram, paralelamente, comparadas com as especificações advindas do projeto informacional. Este fato se fez necessário, já que nem todas as combinações mostraram-se viáveis e/ou atrativas.

4.5 Definir arquitetura preliminar do produto

Além das soluções encontradas, que tratam do objeto como um todo, subsistemas do produto também foram pensados, ressaltando, assim, possíveis combinações estruturais. Alternativas de rodas, sistemas de encaixes e elementos de frenagem foram explorados para definição complementar das alternativas (figura 4.6).

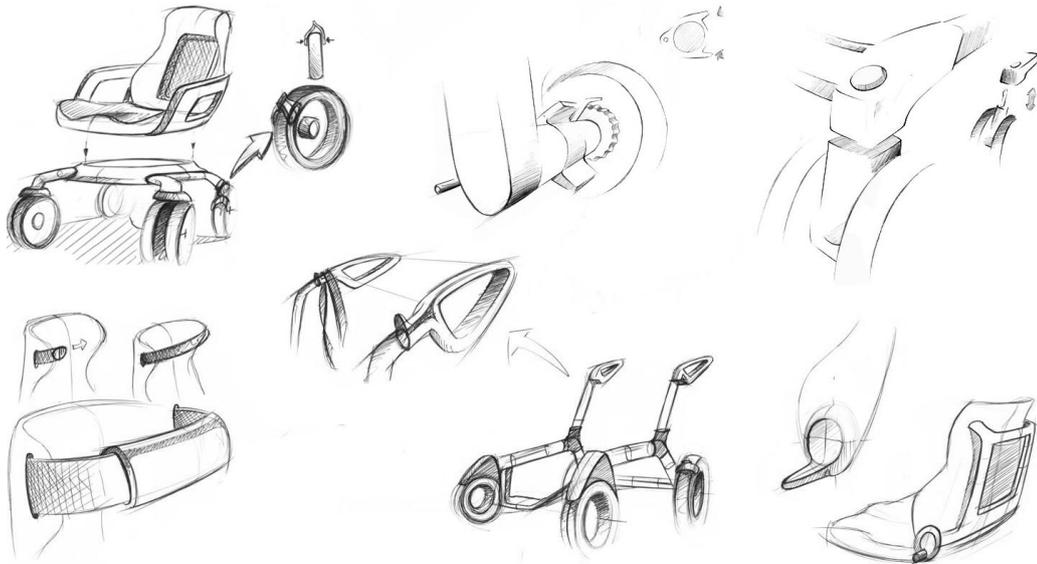


Figura 4.6: Alternativas para subsistemas da cadeira
Fonte: Painel elaborado a partir das combinações da matriz morfológica (2011)

Essa atividade é apresentada por Baxter (2011, p.308) como refinamento da etapa anterior, na qual foram identificadas as questões estruturais dos conjuntos. Para definir a arquitetura preliminar, a imagem global dos conceitos e suas macroestruturas foram investigadas, fazendo o percurso de observação do todo em direção às partes. Trata-se da “desconstrução” do produto em termos físicos, mesmo procedimento adotado por Amaral *et al.* (2006, p.257) como desdobramento das alternativas de solução.

Na prática, foram explorados alguns elementos (peças) que poderiam compor os diferentes subsistemas, sua orientação e princípios de funcionamento. A conceituação abrangeu tanto a interação entre os componentes quanto os arranjos físicos ocupados pelos mesmos. Por ora, não houve preocupação excessiva com o funcionamento real das peças. Isso ocorreu, pois esta etapa é de caráter criativo, ou seja, evitou-se o contato imediato com aspectos técnicos e específicos do produto. Os quesitos técnicos foram explorados em outro momento, durante o projeto detalhado (capítulo 5).

4.6 Definir ergonomia

No que se refere às questões ergonômicas, a proposta transcorreu com a medição corpórea da criança, focando a adequação do produto às características físicas de Marcelo. Apesar de existirem diferentes técnicas para a obtenção de dados antropométricos (BROUGHTON; DILABIO & COOPER, 2001), o método adotado foi o mesmo utilizado em empresas de tecnologia assistiva e instituições públicas³⁴. Trata-se da mensuração direta do usuário com uma fita métrica simples, para preenchimento de fichas de avaliação.

Tendo em vista que esse procedimento é realizado por peritos da área da saúde, com conhecimento específico em anatomia, fisiologia e biomecânica corporal, optou-se por procurar um profissional com competência técnica para este fim na Fundação Catarinense de Educação Especial, órgão vinculado à Secretaria de Estado da Educação. A terapeuta ocupacional que atende Marcelo na instituição prontificou-se em ajudar na aferição.

A obtenção dos dados ocorreu com a criança em diferentes posições. A seguir, tem-se a descrição das principais medidas necessárias para auxílio na configuração do produto. As informações foram compiladas a partir dos relatos da terapeuta ocupacional e das indicações de autores como: Cooper (1995), Panero & Zelnik (2002) e Werner (2009), que também referenciam o tema.

- a) Largura do quadril: esta medida corresponde à largura do assento da cadeira. Ela é a máxima largura do quadril (incluindo tecido mole), quando o indivíduo está assentado. Busca-se, neste caso, a medida entre os trocanteres³⁵ maiores. De acordo com a terapeuta ocupacional que atende Marcelo, é preciso adicionar de um a dois centímetros em cada lado, devido à variação da vestimenta utilizada pela criança. A adequação dessa medida é fundamental para evitar inclinações laterais e torções de tronco (busca-se, nesse caso, a estabilidade postural da criança).

³⁴ A própria Secretaria Municipal de Educação de Florianópolis utiliza o modelo de mensuração direta para aquisição de cadeiras de rodas aos alunos da Rede. As medidas principais são trabalhadas por meio de fichas de avaliação, disponíveis no portal: http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/04_02_2010_17.45.30.db723513a9cb77fc5df03d9733324d77.pdf

³⁵ Trocanteres maiores: Trata-se de uma saliência óssea do fêmur. Essa informação é importante, pois o cadeirante necessita de estabilidade pélvica para posicionamento e locomoção.

- b) Profundidade do assento: é a medida correspondente à porção posterior das nádegas até três centímetros da região poplíteia³⁶. O objetivo é evitar pressões sobre a musculatura da perna. Deve-se trabalhar tanto com a medida da perna direita quanto da perna esquerda. Qualquer discrepância deve ser considerada para o desenvolvimento adequado do objeto (ver figura 4.7).

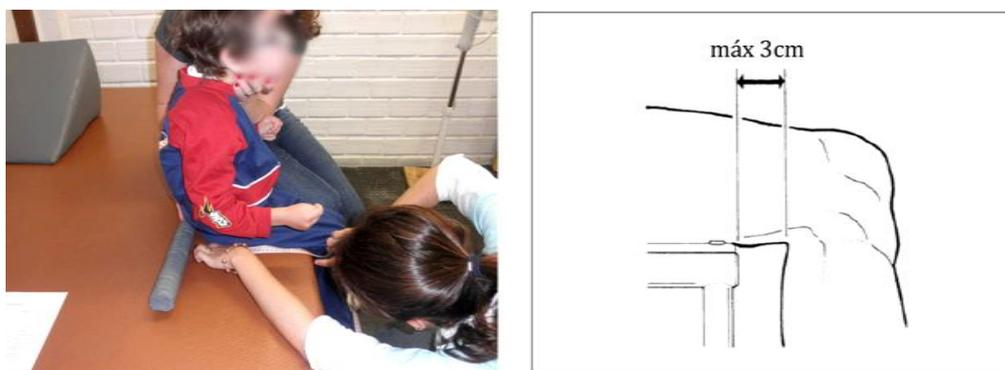


Figura 4.7: Dimensionamento para garantia da profundidade do assento
Fonte: Elaborada a partir das informações contidas em Cooper (1995) e Werner (2009)

- c) Medida da Perna: Corresponde a altura do apoio de pés. É a distância da região poplíteia até a porção posterior do calcâneo, ou até a porção que sustentará o peso dos membros inferiores da criança. Para tomada dessa medida é preciso considerar um comprimento adicional, representado por órteses³⁷ ou pelo próprio calçado da criança (ver figura 4.8).

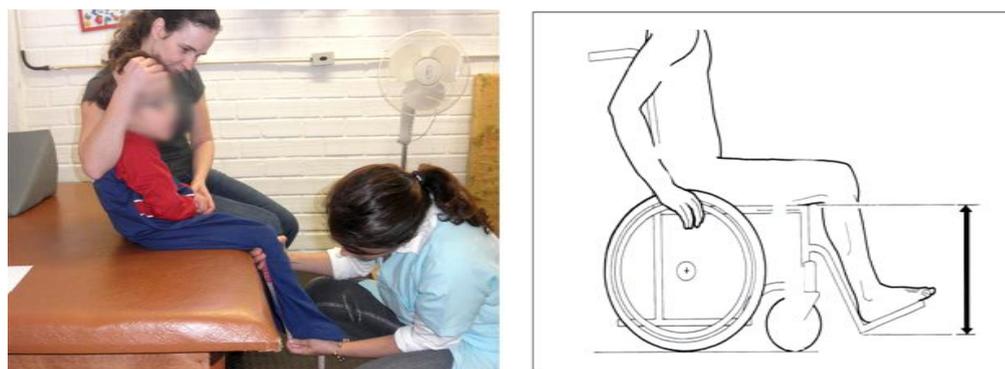


Figura 4.8: Dimensionamento para garantia da altura do apoio de pés
Fonte: Elaborada a partir das informações contidas em Cooper (1995)

³⁶ Região poplíteia: refere-se à parte posterior do joelho. Com um posicionamento correto, o joelho deve fixar-se em uma angulação propícia, evitando possíveis estrangulamentos musculares e/ou desconfortos.

³⁷ Órtese: Dispositivo externo aplicado ao corpo para modificar aspectos funcionais ou estruturais do mesmo para obtenção de uma vantagem mecânica ou ortopédica. Fonte: ISO 9999 (2007, p.21).

- d) **Altura dos ombros:** Corresponde à altura do encosto da cadeira nos casos onde o controle de tronco é precário ou inexistente. É a medida do plano do assento ao topo do ombro. Para a tomada dessa medida, é necessário que o indivíduo esteja em uma posição ereta, de forma que a sua altura seja a máxima. Os ombros devem estar relaxados e os braços pendendo naturalmente ao longo do corpo (figura 4.9).

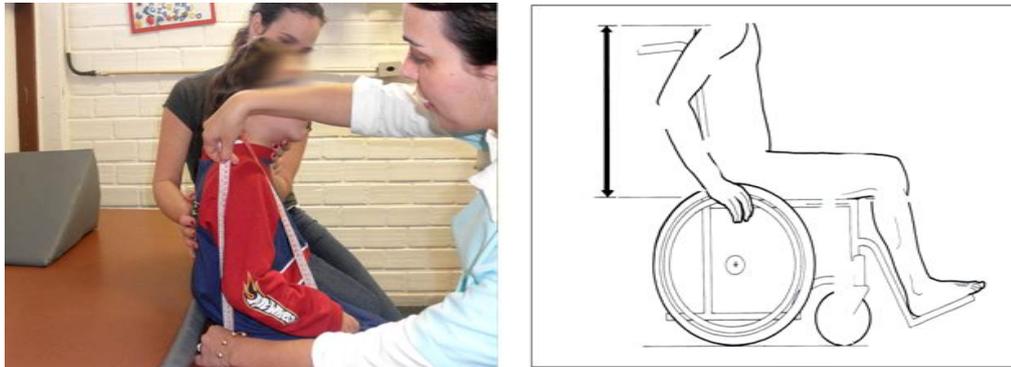


Figura 4.9: Dimensionamento para altura do encosto
Fonte: Elaborada a partir das informações contidas em Cooper (1995)

- e) **Altura do cotovelo:** Corresponde à altura do suporte para os braços. É a medida do plano do assento à porção inferior do cotovelo, estando o membro superior com 90° (noventa graus) de flexão. É importante tomar esta medida bilateralmente, devido às possíveis diferenças existentes em casos de inclinação lateral de pélvis, causadas por escoliose e assimetria tônica (ver figura 4.10).

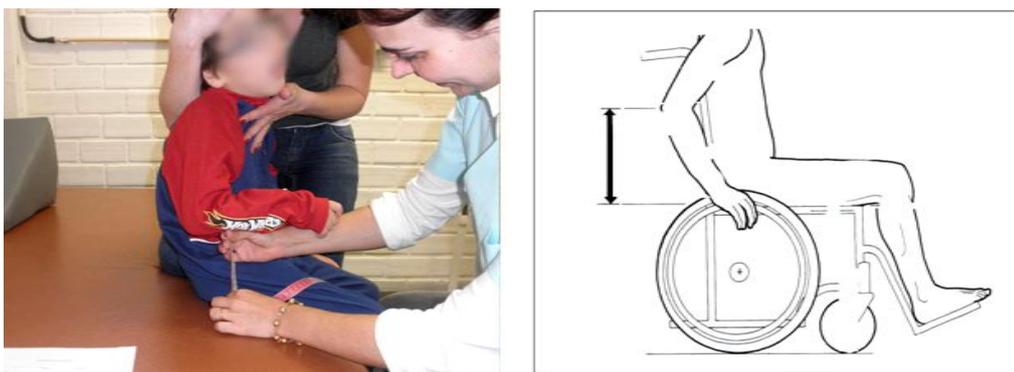


Figura 4.10: Dimensionamento para suporte de braço
Fonte: Elaborada a partir das informações contidas em Cooper (1995)

- f) Medida com base na escápula³⁸: Equivale à medida do encosto ativo da cadeira. De acordo com Panero & Zelnik (2002, p.66), a principal função do encosto, nas cadeiras em geral, é apoiar a região lombar, ou parte inferior das costas. No caso de Marcelo que tem instabilidade postural, esta parte deve ser estendida por toda a região das costas. Portanto, a configuração do encosto deve, até certo ponto, acomodar o perfil da coluna. Com relação à altura do encosto, essa deverá ser de no máximo três centímetros acima ou abaixo dos ombros.

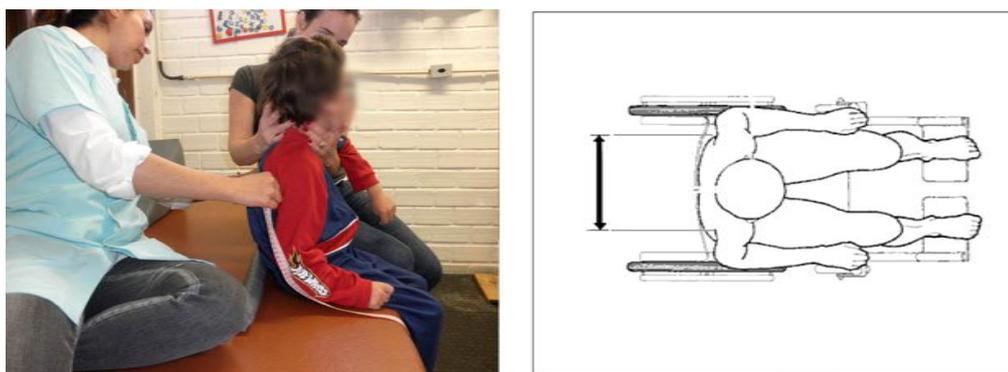


Figura 4.11: Dimensionamento para encosto ativo da cadeira
Fonte: Elaborada a partir das informações contidas em Panero & Zelnik (2002)

A ficha de avaliação com as demais medidas da criança pode ser conferida no apêndice 1. Além dos dados antropométricos vistos anteriormente, a ficha conta, ainda, com alguns alcances para determinar os elementos de contenção postural. No caso de Marcelo, que não tem total controle cervical, fez-se necessário o uso de sistemas de apoio, envolvendo, principalmente, a cabeça e os membros superiores.

Vale lembrar que as medidas tratadas aqui são medidas básicas, recolhidas, exclusivamente, para auxílio na confecção estrutural do objeto. Um estudo ergonômico mais profundo contaria com outros elementos, tais como: indicativos para controle postural e manejo (prevenção e acomodação), controle de distribuição de pressão corporal, entre outros.

³⁸ Escápula: Osso localizado na parte pósterio-superior do tórax, que juntamente com a clavícula forma a cintura escapular, permitindo a união dos membros superiores ao tronco.

4.7 Definir estética

Durante o processo de conceituação, foram definidas, também, as linhas essenciais que caracterizaram o objeto, representadas pela geometria, pelo tipo de acabamento superficial e pela expressividade do produto enquanto elemento de comunicação. Aqui, enfatizou-se o trabalho do design como atividade criativa, que consistiu na determinação das propriedades formais do objeto³⁹.

Com o intuito de criar uma identidade para o conjunto, aos poucos, os esboços foram aprimorados, até se tornarem ideias mais concretas. Este aprimoramento ocorreu ao longo da etapa, destacando-se os aspectos estéticos iniciais. Na perspectiva de Amaral *et al.* (2006), os produtos não devem atender, somente, às funções técnicas definidas na estrutura funcional, mas também ser esteticamente agradáveis aos usuários. Para o autor, “a estética do produto está ligada a tudo aquilo que o usuário percebe, do ponto de vista da aparência; como a configuração das formas, das superfícies e das cores” (AMARAL *et al.*, 2006, p.277).

Uma das questões mais importantes, discutida ao longo da dissertação, foi a busca por uma estética não discriminatória nos recursos assistivos. Em geral, os equipamentos de T.A ainda apresentam uma configuração constrangedora, seja pela sua forma, seja pelo seu conteúdo (MALLIN, 2004, p.77). Sendo assim, idealizou-se um objeto com estereótipo diferente do das cadeiras de rodas infantis disponíveis no mercado nacional. A ideia foi a de fugir do caráter obsoleto presente nesses utensílios.

Na tentativa de distanciar a visão tradicional existente a respeito do produto, algumas formas foram sintetizadas, para auxílio na comunicação com o universo infantil. Buscou-se uma aparência acolhedora (não estigmatizante), capaz de aproximar os envolvidos no processo de inclusão à criança deficiente e de atrair, sobretudo, a atenção dos demais alunos por meio de um feitiço satisfatório. Nesse sentido, alguns elementos citados por Niemeyer (2003, p.53) ajudaram no processo de conceituação. Foram referências icônicas, estruturadas pelo aspecto da semelhança, tais como: a) a semelhança cromática; b) a semelhança de material; c) a metáfora com objetos infantis; e d) as referências indiciais (sugeridas por meio de traços, cores, contornos indicativos, marcas de uso e sinais gráficos).

³⁹ Entende-se por propriedades formais não apenas as características externas do produto. “A forma é a configuração visível do conteúdo”, escreveu o pintor Bem Shahn (ARNHEIM, 2002, p.89). Em outras palavras, é por meio da forma que o projetista transmite uma mensagem.

Ao longo do processo, considerou-se a importância de moldar uma proposta que transmitisse uma mensagem positiva, já que é de entendimento comum no campo do design que, dentre as funções as quais compõem um produto, a estética tem papel expressivo, pois responde pelo contato inicial e imediato com o usuário.

4.8 Selecionar concepções

Concluída a fase de conceituação, o próximo passo foi selecionar as concepções, deixando prosseguir, somente, a alternativa que mais se aproximou das metas estipuladas. Para isso, foram utilizadas duas técnicas distintas, propostas por Ullman (2009), que auxiliaram na determinação da melhor solução (ver figura 4.12).



Figura 4.12: Técnicas de avaliação para selecionar concepções

Conforme indicado na figura, o processo sugerido por Ullman (2009) implicou em ações comparativas. No caso, cada conceito foi diretamente confrontado com algum tipo de informação, experiência e/ou requisito (estabelecido a partir da etapa informacional). Após a aplicação sequencial das duas primeiras técnicas, foi realizado, à parte, um terceiro processo para tomada de decisão. Este, por sua vez, pôde ser considerado como o mais importante para a escolha do conceito. A seguir, tem-se a breve descrição de cada etapa.

4.8.1 Avaliação baseada no julgamento da viabilidade

A primeira avaliação, baseada no julgamento da viabilidade, verificou a possibilidade de construção de cada conceito, em termos econômicos e tecnológicos. Esse tipo de assunto foi tratado em parceria com técnicos e profissionais de engenharia; em especial, com

engenheiros mecânicos, que possuem conhecimentos específicos para auxílio na manufatura do objeto.

Para a aplicação da técnica, inicialmente os desenhos foram mostrados ao corpo técnico, juntamente com os requisitos obtidos na etapa informacional (quadro 3.1). A partir disso, as concepções passaram individualmente pela apreciação dos especialistas, que classificaram as alternativas em três níveis:

- a) Viável: a concepção é viável tecnológica e economicamente;
- b) Condicionalmente viável: depende da verificação de alguns aspectos pendentes; e
- c) Inviável: há algum problema na construção ou no custo que inviabiliza o projeto.

Com base nesses critérios, algumas concepções foram eliminadas inicialmente, o que fez diminuir o número total de desenhos. Ressalta-se que, mesmo quando um conceito mostrou-se inicialmente inviável, este foi reconsiderado sob diferentes pontos de vista, antes de ser definitivamente descartado. De acordo com Ullman (2009, p.218), julgar uma solução é uma atividade que requer cuidados, pois existem variáveis que normalmente não estão aparentes. Em geral, para o autor, as pessoas possuem a disposição natural de resistir às mudanças, e assim, tendem a rejeitar novas ideias. Isto não é de todo ruim, pois os conceitos tradicionais já foram testados e validados na prática. Entretanto, continua o autor, este tipo de atitude pode impedir que o produto seja aprimorado.

4.8.2 Avaliação baseada na disponibilidade imediata de tecnologia

A segunda avaliação, baseada na disponibilidade imediata de tecnologia, analisou se um determinado princípio de solução utilizava-se de recursos já estabelecidos no mercado (fáceis de encontrar) e consagrados nos meios produtivos. Para tanto, as capacidades tecnológicas verificadas no atual estado da arte (capítulo 2) foram extremamente úteis como direcionamento projetual.

Para a aplicação da técnica, Ullman (2009) recomenda o uso de perguntas, com o intuito de averiguar a maturidade de certa tecnologia. Para o autor, “se uma determinada tecnologia for sugerida, esta deve estar suficientemente amadurecida para ser efetivamente utilizada. Caso contrário, a mesma pode-se tornar um problema de pesquisa” (ULLMAN, 2009, p.219).

Com base nas indicações do autor, foram estabelecidas as seguintes questões:

- 1) Os princípios físicos aplicados encontram-se plenamente entendidos?
- 2) A tecnologia pode ser produzida de forma simplificada?
- 3) Os parâmetros funcionais críticos são conhecidos?
- 4) Existe algum produto que responde positivamente às questões anteriores?

Somente após confrontar os princípios de solução com as questões é que foi possível obter melhor entendimento sobre cada alternativa. Em virtude da avaliação, reduziram-se, ainda mais, o número de propostas, pois algumas soluções apresentaram parâmetros críticos. A escolha se deu, basicamente, pelas tecnologias dominantes, ou seja, optou-se pelo conceito que tinha como sugestão uma tecnologia largamente utilizada e com os processos produtivos conhecidos (de preferência, com elevado potencial de produtividade).

4.8.3 Tomada de decisão

Por fim, o próximo passo foi trabalhar a tomada de decisão. De acordo com Bersch (2009, p.211), esta atividade deve ser realizada em conjunto com os envolvidos no processo, pois, quanto maior a participação dos mesmos no julgamento sobre a tecnologia assistiva empregada, maior será a possibilidade de comprometimento com a sua utilização. Neste sentido, as alternativas selecionadas nas duas etapas anteriores foram levadas para os usuários identificados no capítulo 1 (professores e colaboradores diretos, gestor da educação especial, aluno com deficiência e pais). O objetivo foi demonstrar os resultados obtidos até então e escolher a melhor proposta.

Em conversa com os pais de Marcelo, por exemplo, foi levantada a concepção mais interessante para aperfeiçoamento. Esse tipo de iniciativa serviu não somente para encontrar a melhor solução, mas, também, para auxiliar a proposição de futuras ideias. A seguir, apresenta-se a concepção escolhida pelos usuários, já refinada com auxílio de *softwares* 2D para apreciação da ideia (ver figura 4.13).



Figura 4.13: Conceito escolhido após o processo de seleção

4.9 Considerações sobre o conceito escolhido

O conceito escolhido mostrou-se condizente à situação por se adequar aos requisitos exigidos e possuir características essenciais para auxílio na interação infantil.

O primeiro atributo diz respeito à “modularidade”, que consiste na junção de partes (módulos) por meio de interfaces e interações padronizadas. Atualmente, as cadeiras de rodas infantis são montadas a partir de módulos pré-fabricados, o que faz com que o equipamento não atenda por completo às exigências individuais das crianças. Como um dos requisitos apontados foi o de promover o uso do produto como cadeira de canto, pensou-se em uma estrutura básica, na qual diferentes módulos funcionais pudessem ser acoplados. Concretamente, podem-se ter diferentes assentos, produzidos de forma personalizada, para uma única estrutura de cadeira. O fato auxilia, ainda, no processo de interação, uma vez que a criança deficiente aproxima-se das demais no momento em que o assento é retirado e a mesma tem acesso às atividades propostas ao grupo, como, por exemplo, ouvir histórias sentada no chão.

Outra característica significativa foi a de propor um equipamento com controle no ajuste de altura. Diferente dos recursos disponíveis no mercado nacional, que sequer apresentam a possibilidade de acomodação vertical, pensou-se em trabalhar com elementos de regulagem fina. Dessa forma, a suspensão no assento ocorre de maneira suavizada (sem movimentos bruscos e/ou solavancos repentinos). Com isso, a criança tem a oportunidade de experimentar diferentes situações na esfera social sem se assustar com as regulagens realizadas no produto.

Na busca por um estereótipo diferenciado, explorou-se, também, a simplificação estrutural do objeto. A mudança na estrutura, nesse caso, não está relacionada, somente, ao tamanho e a leveza do recurso assistivo, mas também a questões como: planos perpendiculares que constroem os espaços tridimensionais, contornos geométricos e ao essencialismo formal - raciocínio apontado por uma aparência identificada por uma construção limpa e sem excessos, direcionando o objeto para um ambiente infantil.

No mais, o conceito escolhido conta, ainda, com a possibilidade de compactação e consequente redução do volume. Com esta opção, a facilidade no transporte se faz evidente (fato extremamente necessário se considerarmos as dificuldades apontadas pela mãe de Marcelo no traslado escola – casa – atendimentos paralelos).

Capítulo 5:

Projeto Detalhado e Construção do Protótipo

5.1 Introdução ao projeto detalhado

Para esse capítulo, os esforços se concentraram na materialização da proposta. Isso envolveu o detalhamento dos SSC's (sistemas, subsistemas e componentes) e a descrição dos principais materiais empregados. O objetivo da etapa foi dar continuidade à fase anterior, desenvolvendo e finalizando as especificações necessárias para a construção do objeto (ver figura 5.1).

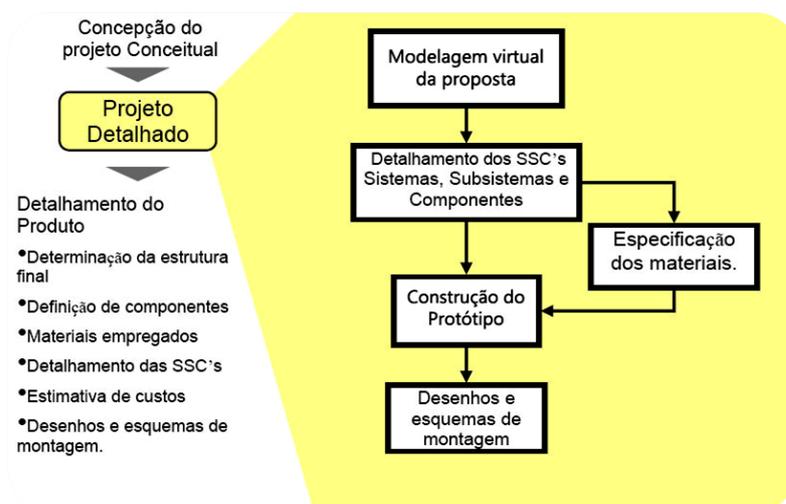


Figura 5.1: Esquema com definição das etapas do projeto detalhado
Fonte: Adaptado de Amaral *et al.* (2006, p.297)

Nem todos os passos sugeridos por Amaral *et al.* (2006) foram empregadas na formulação dessa fase. O esquema apresentado na figura 5.1 foi adaptado da versão original, principalmente por se tratar de uma proposta acadêmica. Mesmo assim, a essência do projeto detalhado permaneceu idêntica, com o desdobramento das peças necessárias ao recurso assistivo. Como resultado do capítulo, tem-se a documentação técnica do produto, que conta com os desenhos para a fabricação do protótipo e a listagem dos componentes envolvidos.

Alguns autores consagrados na área de desenvolvimento de produto, como Pahl & Beitz (1996), propõem a existência de uma fase intermediária entre o projeto conceitual e o projeto detalhado, denominada de projeto preliminar. A justificativa utilizada por esses estudiosos baseia-se na necessidade de o designer/projetista ter conhecimento mais aprofundado da primeira especificação do objeto. No entanto, Amaral *et al.* (2006, p.298) contestam o uso de mais uma etapa no decorrer do processo. Para os autores, esse tipo de fase era realmente necessária enquanto o desenvolvimento de produto ocorria com a formulação de esboços e manuscritos. Hoje, com a existência das plataformas computacionais, já se trabalha com a possibilidade de construção de modelos geométricos, que auxiliam na compreensão formal e detalham o objeto com maior nível de especificação. Além disso, outro argumento abordado é que, atualmente, pode-se realizar, no início do projeto detalhado, uma série de atividades que antes eram designadas ao projeto preliminar, como, por exemplo, a modelagem virtual da proposta em sistemas CAD3D⁴⁰ e o detalhamento dos SSC's principais.

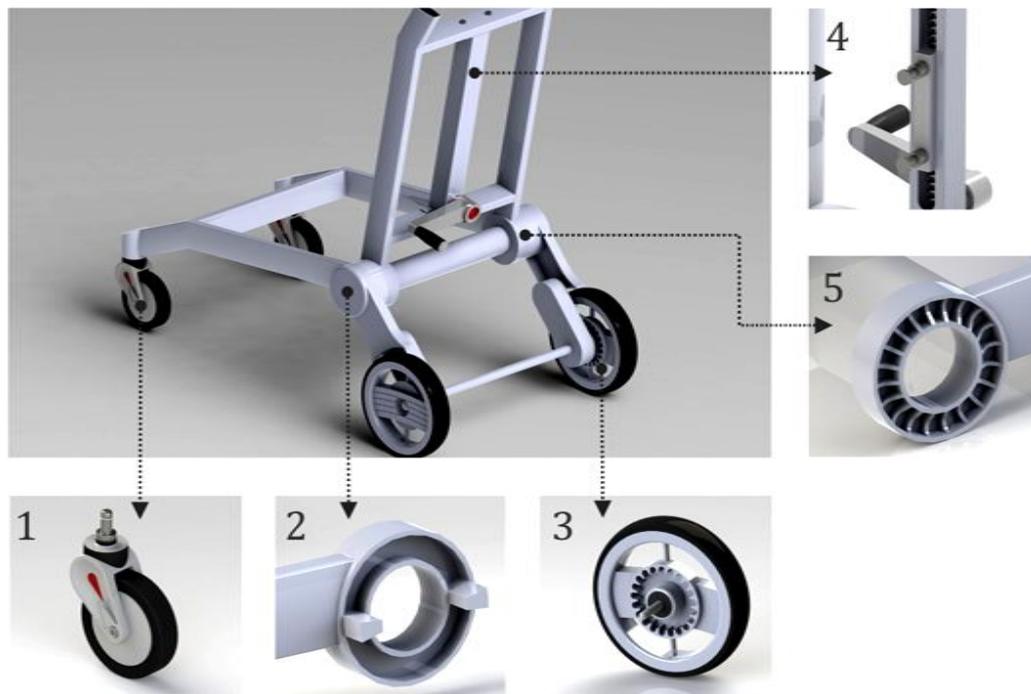
5.2 Modelagem virtual da proposta

A modelagem virtual foi realizada no início da etapa para auxiliar na construção geométrica do objeto. Com a utilização do recurso, pôde-se trabalhar a definição formal (integrando as superfícies, volumes e arestas), a definição dos arranjos físicos (contendo os conjuntos presentes no sistema) e o dimensionamento estrutural (que serviu de base para a construção do protótipo). Em resumo, a etapa serviu tanto para “afinar” a solução quanto para determinar os princípios construtivos.

Todos os itens citados puderam ser mais bem avaliados com o uso de *software* 3D. No caso, o modelo tridimensional foi garantido com a utilização do programa *SolidWorks*[®], que contém módulos direcionados para uma construção paramétrica⁴¹. A imagem a seguir (figura 5.2) apresenta o modelo virtual já configurado com os seus subsistemas. Para fins de detalhamento serão descritos os cinco conjuntos principais que compõem a proposta.

⁴⁰ A sigla CAD (do inglês: *Computer-Aided Design*) é o nome genérico de ferramentas computacionais (*softwares*) utilizados para facilitar o ato de projeção, com a formulação de modelos virtuais e desenhos técnicos.

⁴¹ Paramétrico: relativo a parâmetro. São associações geométricas que influenciam no resultado final do modelo. Essa característica permite realizar alterações de forma simplificada nos elementos mínimos do desenho, como pontos, linhas e planos (que juntos garantem a composição visual do modelo).



Legenda dos Subsistemas (Conjuntos Principais)	
1	Subsistema Rodízio Frontal
2	Subsistema de Trava e Fechamento
3	Subsistema Rodas Traseiras e Elemento de frenagem
4	Subsistema de Elevação
5	Subsistema de Inclinação (<i>tilt</i>)

Figura 5.2: Modelo virtual com os seus principais subsistemas

Apesar de existirem outros conjuntos envolvidos no modelo virtual, optou-se por descrever os cinco subsistemas mencionados por serem requisitos determinantes ao equipamento de mobilidade infantil. Todos os elementos destacados apresentam pontos críticos construtivos, que mereceram atenção para a consolidação do objeto.

5.3 Detalhamento dos sistemas, subsistemas e componentes (SSC's)

Consideradas peças-chave para o recurso, os subsistemas destacados na figura 5.2 foram detalhados para melhor entendimento da proposta. Essa atividade foi realizada visando às especificações necessárias para a construção do protótipo. De acordo com Amaral *et al.* (2006, p.301), os principais SSC's são apenas identificados no decorrer projeto conceitual. É durante o projeto detalhado que ocorre a continuidade da criação e descrição dos componentes. Isso envolve a concepção dos desenhos e a afirmação das especificações.

5.3.1 Subsistema rodízio frontal

As rodas frontais (rodízios) são requeridas na maioria dos equipamentos ligados à mobilidade infantil. Contudo, alguns detalhes devem ser considerados na hora de sua configuração. De acordo com Cooper (1995), o pino mestre (ou, em alguns casos, também conhecido como *caster housing*) deve ser ajustado com a sua haste no sentido vertical (ver figura 5.3), mantendo espaçamento suficiente do eixo da roda (ou *trail*).

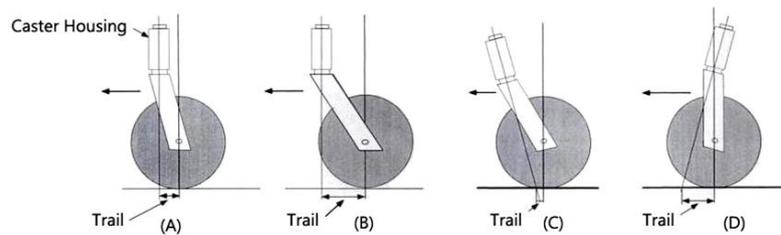


Figura 5.3: Ajuste para as rodas frontais
Fonte: Cooper (1995, p.284)

No exemplo apresentado por Cooper (1995), as opções B e D são as mais indicadas para a construção deste tipo de peça. Isto porque, em ambos os casos, o pino mestre encontra-se na vertical e o espaçamento entre o eixo e o pino são satisfatórios para giros e movimentos da cadeira. Em outras palavras, com as configurações indicadas, tem-se um melhor rendimento do subsistema, no que diz respeito à dirigibilidade.

Essa característica foi incorporada no protótipo graças à escolha correta do rodízio. Optou-se por um componente condizente com a orientação descrita e a com possibilidade de rotação em 360 graus, que auxilia, também, nas manobras do equipamento (figura 5.4).



Figura 5.4: Componente proposto e o componente escolhido

As manobras são realizadas com assistência dos rolamentos superiores, que deslizam em contato com a extremidade da estrutura. O mesmo elemento possui, ainda, um

sistema de remoção da roda facilitado pelo pino mestre, denominado de *quick release* e utilizado atualmente nos equipamentos importados.

5.3.2 Subsistema de trava e fechamento

O subsistema de trava e fechamento encontra-se nas laterais inferiores do objeto e funciona de forma articulada, ou seja, a partir do movimento de rotação conjunta (ver figura 5.5). O encaixe se dá por meio de dois pinos, que se encontram localizados estrategicamente de forma a posicionar o sistema em angulação adequada.

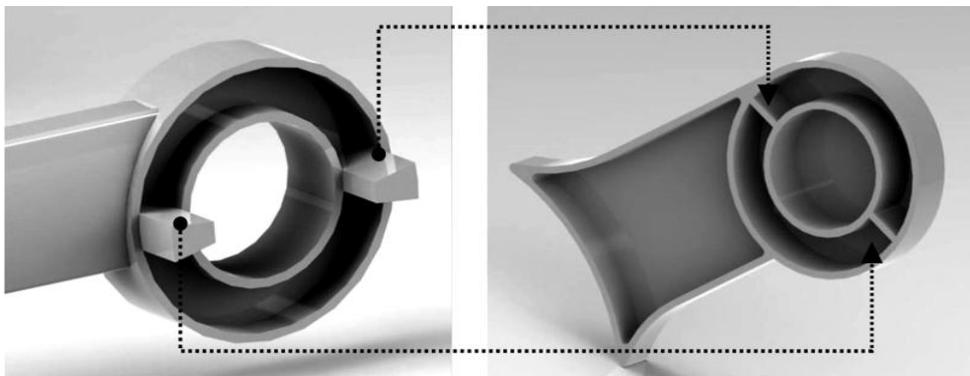


Figura 5.5: Detalhe do subsistema de trava e fechamento

A angulação escolhida permite a abertura do objeto de forma a estabilizá-lo com seu peso natural. No momento em que se coloca determinada carga sobre a estrutura, a articulação das partes internas trava o chassi na disposição necessária, impedindo sua rotação (ver figura 5.6). O mesmo movimento de rotação, quando realizado no sentido contrário, faz com que o conjunto se articule, permitindo o fechamento do objeto. Como resultado, tem-se a compactação estrutural do recurso e conseqüente redução no volume.

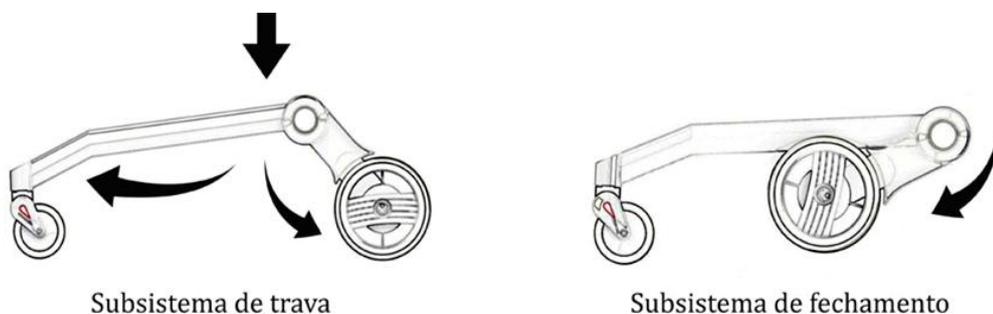


Figura 5.6: Movimentos realizados ao rotar o subsistema

5.3.3 Subsistema rodas traseiras e elemento de frenagem

Atualmente, existem muitos mecanismos que são comercializados para frear os recursos de mobilidade infantil. O tipo mais comum é o freio mecânico, que se comporta como uma trava ao ser acionado.

Para a confecção do protótipo, optou-se por um mecanismo equipado com um pedal inferior, ligado operacionalmente às duas rodas traseiras. Ao acionar o pedal, o usuário (nesse caso, o cuidador) trava simultaneamente as rodas por uma porção dentada, existente na extremidade da peça. O dispositivo é controlado por uma placa interna que conduz os dentes até as ranhuras da roda (ver figura 5.7). A frenagem, nesse sentido, ocorre por fricção, no momento em que os dentes se encaixam nas ranhuras.

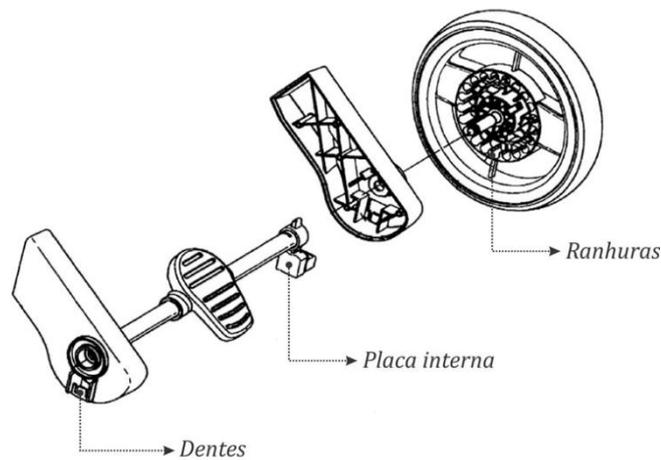


Figura 5.7: Vista explodida do sistema de frenagem com seus componentes

O mesmo mecanismo pode ser encontrado em outros sistemas de mobilidade infantis, como carrinhos de bebê e andadores. Em geral, esse tipo de recurso é utilizado quando a criança não tem controle próprio para realizar a tarefa (caso de Marcelo).

Ao propor que o sistema de frenagem seja acionado com os pés, pensou-se nos esforços desnecessários realizados pelo cuidador, já documentados na fase informacional. Como efeito da solução, o mesmo não precisa abaixar-se e manipular o freio manualmente. Assim, o acesso ao subsistema é realizado com comodidade, pelo simples toque do calcante.

Além disso, vale lembrar que as rodas traseiras também contam com o mesmo dispositivo de remoção apresentado na explanação das rodas frontais (item 5.3.1).

5.3.4 Subsistema de elevação

Com relação ao subsistema de elevação, este foi considerado o elemento de maior importância, pois oportuniza o deslocamento da criança no eixo vertical. Essa condição, prevista no objetivo geral, foi atendida por meio de uma solução mecânica, similar aos sistemas encontrados em empilhadeiras e/ou portões eletrônicos. Trata-se de uma rosca de transmissão, composta por um fuso e uma porca (ver figura 5.8).



Figura 5.8: Detalhe do subsistema de elevação e seus componentes

O princípio de funcionamento do conjunto é simples. O deslocamento ocorre quando se aplica uma força inicial na manivela, presa atrás do subsistema. Ao girar a manivela, ocorre uma transferência de movimento, que faz rotar o fuso. Por sua vez, o fuso gira e desloca a porca para cima ou para baixo. Junto com a porca, encontram-se dois elementos de fixação⁴² que se encaixam na parte posterior do encosto e completam o movimento desejado, deslocando o assento.

Quanto à característica do fuso, o ideal é que se tenha uma rosca com perfil quadrado ou trapezoidal, pelo fato do subsistema trabalhar com grandes esforços e requerer parâmetros de segurança. Além disso, a opção por uma rosca múltipla (com duas ou mais entradas) pode ser um atrativo interessante, já que se tem a intenção de avançar a porca com maior agilidade⁴³.

⁴² O motivo de se ter dois elementos de fixação é para evitar possíveis movimentos indesejáveis no assento, que deve manter-se estável ao longo da condição de subida ou descida.

⁴³ O número de entradas, nesse caso, não está associado, somente, com a velocidade em deslocar o subsistema, mas também com o número de voltas necessárias para erguer o aluno.

5.3.5 Subsistema de inclinação (*tilt*)

Alguns sistemas de mobilidade infantil permitem, ainda, que seja variado o ângulo entre o encosto e a base do assento (função recline) ou a orientação espacial de todo o subsistema – incluindo o suporte para os pés e o apoio de cabeça (função *tilt-in-space* ou simplesmente *tilt*). Essas variações são úteis, pois permitem uma alternância temporária nas posturas das crianças (ver figura 5.9).

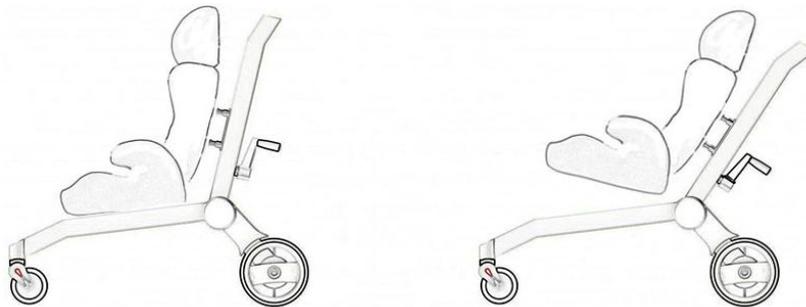


Figura 5.9: Subsistema de inclinação (função *tilt*)

No caso do protótipo, um dos maiores desafios enfrentados foi incorporar a função *tilt* sem comprometer o subsistema de elevação. Assim, o aluno pode ser elevado com o estabelecimento da inclinação, de forma independente. A combinação dos dois subsistemas foi articulada com a proposição de elementos dentados (catracas), que permitem a estruturação do movimento rotativo de maneira controlada.

Para acionar o componente, pensou-se, em primeiro lugar, no ajuste manual, localizado próximo às mãos do cuidador. Ao flexionar o dispositivo, o destravamento da catraca ocorre naturalmente, pelo uso de cabos internos à estrutura metálica. O princípio de funcionamento, nesse caso, ocorreria conforme a imagem a seguir (ver figura 5.10). Ao ser flexionado, o cabo de aço destrava o subsistema e estica a mola; por consequência, retrai o pino de trava. Após escolher a angulação adequada, o cuidador libera o cabo, que volta ao seu estágio inicial pelo retorno espontâneo da mola.

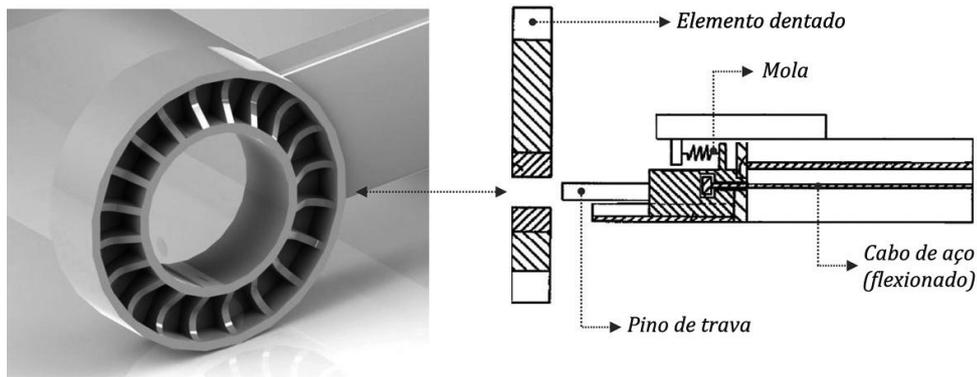


Figura 5.10: Princípio de funcionamento do conjunto

Apesar de detalhar o subsistema e indicar o mesmo para ser incorporado ao objeto, infelizmente, esta solução não pôde ser aplicada na configuração do protótipo. A ausência do elemento apresentado está associada às dificuldades enfrentadas na construção do modelo físico, explicitadas no item 5.5.2. No lugar dos elementos dentados, utilizou-se outro componente, que serviu para verificar, apenas, os requisitos comportamentais de angulação.

5.4 Especificação dos materiais

Escolher o tipo de material para a construção do objeto não foi uma tarefa fácil. Além da variedade de opções existentes, como aço, alumínio, polímero ou mesmo a combinação deles, o fator inovação ainda contou muito para o caso. Nesse sentido, alguns materiais mais apropriados foram indicados para a construção de um primeiro exemplar, lembrando que a proposta não coincide com os materiais utilizados na confecção do protótipo.

Para boa parte da estrutura, pensou-se na utilização do alumínio (ligas da série 5XXX), que possuem elevada resistência à corrosão e são facilmente produzidas e soldadas. Esse tipo de liga está disponível em vários formatos, como lâminas, chapas, tubos e, principalmente, perfis.

No que se refere aos elementos articulados (subsistema de trava e fechamento, por exemplo), pensou-se em duas possibilidades: alumínio ou polímero. Na primeira opção, indica-se o uso da liga 355.0, que possui boa usinabilidade após tratamento térmico e pode ser fundida tanto em molde permanente quanto em molde de areia. Neste caso, consegue-se obter uma geometria condizente com o componente proposto. Por outro lado, na opção de trabalhar os elementos articulados em polímero, deve-se readaptar a estrutura, direcionando-a para uma fabricação apropriada. Para este tipo de material, a peça deve

passar por modificações formais, no que diz respeito à espessura de parede, aos reforços (nervuras) e aos ângulos de extração.

Certamente, tanto o alumínio quanto o polímero permaneceram como alternativas adequadas às adversidades propostas. São materiais que estão relacionados à leveza, à durabilidade e ao manuseio. A escolha por estes materiais relacionou-se, também, com as exigências apontadas pela indústria infantil, que utiliza largamente os dois tipos em brinquedos e nos equipamentos para auxílio à mobilidade.

Além disso, outra questão que deve ser levada em consideração nas fases posteriores do PDP é o valor associado ao material. De acordo com Cooper (1995, p.49), o uso de materiais leves e resistentes nos recursos de tecnologia assistiva pode agregar valor de revenda ao produto, fator importantíssimo se considerarmos que o sistema proposto apresenta-se como recurso inovador no mercado nacional.

5.5 Construção do protótipo

A construção do protótipo veio com o intuito de consolidar as informações trabalhadas no decorrer da dissertação. Essa foi a primeira oportunidade de considerar o objeto como um todo, mesmo que seus subsistemas já tenham sido comentados e aperfeiçoados individualmente.

Para a materialização da proposta, foram utilizados os seguintes documentos: detalhamento dos SSC's, desenhos 2D e 3D (advindos da modelagem virtual) e plano de projeto. Nessa fase, ainda foram feitos alguns ajustes na geometria e nos componentes, visando, principalmente, o maquinário e o ferramental disponíveis para manufatura. A seguir, apresentam-se as imagens do processo de construção do sistema de mobilidade infantil (figura 5.11).

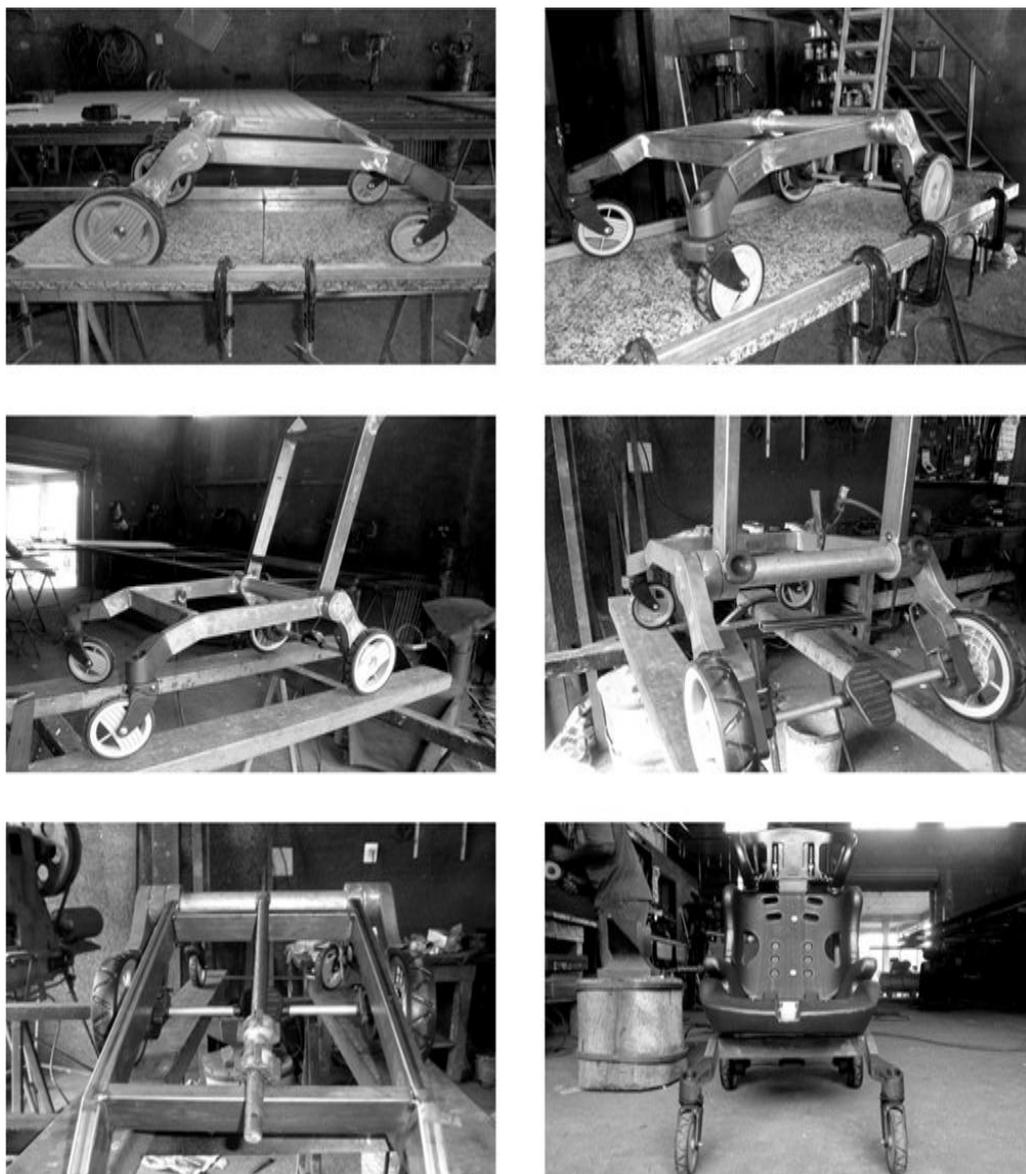


Figura 5.11: Processo de construção do protótipo

5.5.1 Estimativa de custos

Para a produção do protótipo, foram necessárias, aproximadamente, 64 horas de trabalho operacional, perfazendo um custo de fabricação de R\$ 2.048,00. Este valor refere-se ao montante funcional de uma serralheria, onde boa parte do protótipo foi confeccionado (valor de R\$ 32,00 por hora de trabalho). Inclui neste, os valores de energia elétrica, material de corte, solda e preparação para acabamento.

Para determinação dos valores totais, foi necessário incluir, ainda, os custos de material, componentes de fixação, transporte, instalação, galvanização e pintura. Estes valores podem ser observados no quadro a seguir (quadro 5.1).

Discriminação dos valores (valores em Reais)	
Custo de fabricação (serralheria)	2.048,00
Material	470,00
Componentes de fixação	28,00
Instalação	128,00
Galvanização	35,00
Pintura	70,00
Transporte	326,00
Total	3.105,00

Quadro 5.1: Demonstrativo dos valores gastos

Fonte: Elaborado a partir dos registros coletados no desenvolvimento do protótipo

Por tratar-se de uma proposta acadêmica, com caráter experimental, os custos de depreciação do equipamento, do desenvolvimento tecnológico e demais variáveis não foram considerados na composição do valor absoluto. A especificação dos custos, nesse caso, levou em consideração, somente, os registros obtidos por meio de notas e recibos coletados.

O que deve ser levado em consideração ao observar os números é que o desenvolvimento de um protótipo possui, geralmente, um custo elevado em comparação ao custo de produção em escala industrial. No caso do desenvolvimento de um lote piloto⁴⁴, por exemplo, o valor repassado diminuiria consideravelmente, mesmo se tratando de um recurso assistivo, com reduzida escala de produção.

5.5.2 Limitações na construção do protótipo

Uma das grandes limitações na construção do protótipo foi a falta de recursos financeiros. Diante disso, utilizou-se, por vezes, de resto de materiais (sucata) para a sua confecção. Tal fato resultou em um equipamento relativamente pesado, diferente do que se havia proposto nas etapas iniciais e intermediárias da dissertação. A estrutura, bem como os ajustes mecânicos, foi confeccionada em aço, material diferente do especificado nos itens antecedentes. Além disso, outro agravante decorrente da falta de recursos financeiros foi a não fidelidade com os parâmetros estéticos, idealizados ao longo da etapa conceitual.

Atualmente, para se construir um recurso de mobilidade adequado, exige-se uma grande cadeia produtiva. De acordo com Conti (2009, p.174), é preciso investir em metalurgia, que é a base das cadeiras de rodas, na indústria de polímeros (para a injeção de pequenas peças plásticas), na indústria têxtil (para a confecção dos assentos e encostos) e

⁴⁴ Lote piloto: Quando se trata de produção seriada, o lote piloto é uma amostra inicial, que contém todas as características fabris dos outros posteriores, e serve de base para análise do cliente.

na indústria de borracha natural, levando em consideração estruturas como pneus e similares. Algumas empresas nacionais possuem linhas de fabricação que permitem fazer uma cadeira de rodas sob medida, com largura, profundidade de assento e altura do encosto personalizado. Entretanto, continua Conti (*op. cit*), há casos onde os projetos ocorrem em parceria com centros de referência em reabilitação, fato que é considerado de grande importância para o autor e compartilhado nesta dissertação.

Infelizmente, os meios utilizados para a execução da proposta foram diferentes dos citados no parágrafo anterior. A materialização do recurso assistivo não ocorreu em oficinas especializadas, tampouco em laboratórios adequados para a execução de protótipos. Mesmo assim, o modelo se demonstrou satisfatório em suas características principais, como mostra a figura 5.12 e 5.13.



Figura 5.12: Protótipo com suas características principais



Figura 5.13: Protótipo com suas características principais (continuação)

5.6 Considerações sobre o protótipo

Apesar das limitações apresentadas, têm-se como principais considerações:

- a) Baixo peso estrutural: Comparado com os produtos similares (apresentados no capítulo 2), pode-se dizer que o protótipo desenvolvido neste trabalho possui massa inferior aos demais recursos. Mesmo confeccionado em aço, o peso final do conjunto ficou condizente com o estipulado nas especificações meta, com 11,5Kg. Dessa maneira, se o equipamento for projetado no material indicado, seu peso diminuirá consideravelmente, ao ponto de ser transportado com grande facilidade;

- b) Posicionamento adequado do usuário: A partir de um estudo ergonômico realizado nas etapas antecedentes, pode-se dizer que o equipamento foi direcionado à criança, com parâmetros antropométricos de acordo com a realidade do aluno. Nesse sentido, explorou-se a melhoria no posicionamento de Marcelo. Esses parâmetros estão diretamente associados aos atributos de segurança e de usabilidade;
- c) Regulagem de altura: Na situação proposta, o subsistema de elevação tem uma amplitude de 220 milímetros, que é condição necessária para transportar a criança até pontos mais altos, como mesas e bancadas. A mensuração, neste caso, está relacionada ao tamanho dos tampos encontrados na sala de aula de Marcelo;
- d) Redução no esforço físico: Mesmo sem realizar testes de validação, observa-se, nos mecanismos propostos, uma tendência na redução dos esforços aplicados para a realização das diferentes tarefas. Comparado com os métodos empregados na cadeira de rodas atual, pode-se afirmar que o protótipo desenvolvido apresenta soluções com projeções de maior eficiência. Exemplo disso é o subsistema de frenagem, que possui acionamento único.

Capítulo 6:

Conclusões

6.1 Considerações gerais

Como o próprio título desta dissertação sugere, este trabalho teve a preocupação de apontar contribuições, e não caminhos definitivos, para o estudo de cadeiras de rodas como sistema de mobilidade infantil. A proposta não partiu de situações empíricas. Pelo contrário, as ações aqui executadas surgiram de trabalhos já realizados sobre o tema, apresentados em bibliografia recente e em produtos específicos do mercado internacional.

Embora não se tenham realizados testes preliminares para avaliar e homologar a proposta, os resultados alcançados até o momento podem ser considerados precursores para a área, já que no decorrer do Estado da Arte, observou-se a ausência de produtos específicos no mercado nacional. Isso não significa que eles não existam, mas que talvez estejam fora do alcance geral do público que demanda dessa tecnologia.

Quanto aos objetivos específicos, é possível afirmar que a busca realizada nos bancos de dados e patentes contribuiu, significativamente, para entendimento do caso. Como o interesse do trabalho são as cadeiras especialmente confeccionadas para o ambiente escolar (séries iniciais), pode-se dizer que há uma lacuna no que se refere ao desenvolvimento desses recursos, confirmando-se, assim, o atraso projetual mencionado no decorrer do texto. Encontra-se aqui um espaço a ser preenchido, um nicho de mercado não considerado por muitas empresas brasileiras.

O segundo objetivo específico também foi contemplado com a identificação dos requisitos projetuais. Ao ingressar no ambiente escolar, foi visto que boa parte dos problemas enfrentados por Marcelo (criança sujeito dessa pesquisa) reside, essencialmente, na interface dos produtos disponíveis ao aluno. O recurso utilizado para auxílio na mobilidade não atende por completo às exigências impostas pelo usuário e por todos aqueles envolvidos no processo de ensino-aprendizagem da criança. Nesse sentido, o estudo etnográfico foi selecionado para atender às exigências impostas e possibilitou uma investigação única e contextual do caso. A partir da pesquisa realizada, obtiveram-se os requisitos de cliente, que resultou em uma lista de especificações necessárias ao produto.

Basicamente, os atributos valorizados foram: segurança, funcionalidade, usabilidade e experiência prazerosa, considerados emergentes para a formulação de uma proposta assistiva. Diferentes situações sugeridas a Marcelo foram analisadas com extremo cuidado, para atender ao terceiro objetivo, que foi satisfazer às especificações anunciadas. Logo, diversas concepções foram geradas para definição da arquitetura preliminar, das características estéticas e dos parâmetros ergonômicos necessários.

Do ponto de vista metodológico, a utilização de um modelo de referência no PDP proporcionou uma sistematização de tarefas, facilitando, assim, a integração dos conhecimentos imprescindíveis à confecção do protótipo. Em virtude das diferentes ferramentas utilizadas, boa parte das solicitações foi atendida no conceito escolhido (ver item 4.9). A solução, neste caso, indicou aspectos de grande relevância nos quesitos de mobilidade e interação.

6.3 Sugestões para trabalhos futuros

Os objetivos alcançados, até então, não significam que todas as respostas foram dadas para esse “segmento” de cadeira de rodas. Durante o desenvolvimento desta dissertação, deparou-se com vários questionamentos que alterariam a lógica formal e funcional do produto. Nesse sentido, sugere-se que sejam realizados outros estudos para:

- a) Avaliar níveis iniciais de desempenho: tendo em vista a usabilidade e o funcionamento oferecidos pela proposta.
- b) Avaliar os materiais indicados à estrutura: com o objetivo de investigar o custo e o estabelecimento do processo produtivo, em uma produção seriada.
- c) Averiguar viabilidade mercadológica, bem como as reais condições de interesse para fins comerciais do dispositivo.
- d) Verificar condições de implementação do recurso assistivo junto à Rede Municipal de Educação: tendo em vista que o Ministério da Educação investe na aquisição de produtos para auxílio na mobilidade infantil.
- e) Prever a transferência da tecnologia: considerando que o recurso desenvolvido pode ser redirecionado para outros alunos, após identificação da demanda e realização de ajustes personalizados, quando necessário.
- f) Verificar possibilidade de automatização dos subsistemas, no intuito de facilitar o deslocamento da criança e dar autonomia à mesma na realização das tarefas.

Referências

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. 2.ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

Disponível em: < <http://www.mpdft.gov.br/sicorde/NBR9050-31052004.pdf>>.

Acesso em: 20 jul. 2011.

_____. **NBR 6440: Cadeira de rodas - Nomenclatura, termos e definições**. 1.ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

AMARAL, Daniel Capaldo *et al.* **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.

ARAÚJO, Vânia M. Rodrigues Hermes de. A patente como ferramenta da informação. **Revista Ciência da Informação**, Brasília, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, v.10, n.2, p.27-32, 1981.

Disponível em: <<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/viewArticle/1515>>.

Acesso em: 02 out. 2010.

ARNHEIM, Rudolph. **Arte & Percepção Visual**: Uma Psicologia da Visão Criadora. 2.ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002

BACK, Nelson *et al.* **Projeto Integrado de Produtos**: Planejamento, Concepção e Modelagem. Barueri – São Paulo: Manole, 2008.

BAMFORTH, Sarah Elisabeth. **Supporting Customer Focused Design in the Assistive Technology Industry**. 2003. 261f. Tese (Doutorado) - Mechanical and Manufacturing Engineering Department, Loughborough University, Inglaterra, 2003.

Disponível em: <<http://ethos.bl.uk/Home.do>>. Acesso em: 16 jul. 2010.

BAXTER, Mike. **Projeto de Produto**: Guia prático para design de novos produtos. 3.ed. São Paulo: Blucher, 2011

BENVEGNÚ, Eliane Maria. **Acessibilidade espacial requisito para uma escola inclusiva**: Estudo de caso – Escolas Municipais de Florianópolis. 2009. 188f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

BERSCH, Rita De Cássia Reckziegel. **Design de um serviço de tecnologia assistiva em escolas públicas**. 2009. 231 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Design, Departamento de Programa de Pós-graduação em Design, Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, 2009.

BONSIEPE, Gui; YAMADA, Tamiko. **Desenho industrial para pessoas deficientes**. Brasília: CNPq – Coordenação Editorial, 1982. 96p. ilust.

BRASIL. Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI. Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior. **Classificação Internacional de Patentes (IPC)**. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/index.php/patente/classificacao>>. Acesso em: 20 ago. 2010.

BRASIL. **Lei Nº 9.394**, 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Ministério da Educação, 1996. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2010.

BRASIL. **Lei Nº 9.279**, 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Ministério da Fazenda; Ministério da Justiça; Ministério das Relações Exteriores; Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo; Ministério da Ciência e Tecnologia, 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9279.htm>. Acesso em: 01 jul. 2011.

_____. **Decreto Nº 5.296**, 02 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis 10.048 e 10.098. Casa Civil da Presidência da República, 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm>. Acesso em: 10 jan. 2011.

BROUGHTON, G; DILABIO, M; COOPER, D. **Custom Contoured Seating - The Next Step**. In: 17th International Seating Symposium, Orlando, U.S.A. 2001.

BROWNING, Drew R. *et al.* **Legged mobility a wheelchair alternative**. Artigo 12p, 1996. Disponível em: <<http://www.evl.uic.edu/drew/leggs.htm>>. Acesso em: 12 ago. 2010

CONTI, Ricardo A. **O mercado de tecnologias assistivas no Brasil**. In: Encontro Internacional de Tecnologia e Inovação para Pessoas com Deficiência, 1., 2009, Anais.. São Paulo: Velhos Guerreiros, 2010. p.173 - 177. Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.sp.gov.br/usr/share/documents/ANAIS.pdf>>. Acesso em: 09 out. 2010.

COOPER, Rory. **Rehabilitation Engineering Applied to Mobility and Manipulation**. New York (U.S.A): Taylor & Francis, 1995. 534p. (Series in Medical Physics and Biomedical Engineering).

DATUS. PROGRAMA NACIONAL DE DISEÑO Y PRODUCCIÓN INDUSTRIAL (Espanha). Ministerio de Ciencia Y Tecnología. **¿Cómo obtener productos con alta usabilidad? Guía práctica para fabricantes de productos de la vida diaria y ayudas técnicas**, 2003. Disponível em: <www.imagina.org/archivos/Usable_Gpf.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2011.

DESMET, Peiter; DIJKHUIS, Eva. **A wheelchair can be fun: a case of emotion-driven design**. In International conference on designing pleasurable products and interfaces. USA, 2003. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=782903>> Acesso em: 22 jun. 2011.

ELALI, Gleice; ARAÚJO, Rosineide; PINHEIRO, José. Acessibilidade Psicológica: Eliminar barreiras "físicas" não é suficiente. In: PRADO, Adriana; LOPES, Maria Elisabete; ORNSTEIN, Sheila. **Desenho Universal: Caminhos da acessibilidade no Brasil**. São Paulo: Anna Blume, 2010. p.117-127.

EUSTAT. **Critical Factors Involved in End-Users' Education in Relation to Assistive Technology**. European Commission, Deliverable D03.2. DGXIII - Telematics Application Programme, 1998. Disponível em: <<http://www.siva.it/research/eustat/index.html>> Acesso em: 01 ago. 2010.

FONSECA, Antonio Jorge Hernández. **Sistematização do processo de obtenção das especificações de projeto de produtos industriais e sua implementação computacional**. 2000. 180f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

GLAT, Rosana; FONTES, Rejane de Souza; PLETSCHE, Márcia Denise. Uma breve reflexão sobre o papel da Educação Especial frente ao processo de inclusão de pessoas com necessidades educacionais especiais em rede regular de ensino. **Cadernos de Educação: Inclusão Social Desafios de uma Educação Cidadã**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p.13-30, nov. 2006.
Disponível em: <http://www.eduinclusivapesq-uerj.pro.br/livros_artigos/pdf/unigranrio.pdf>.
Acesso em: 10 jun. 2010.

GOMES FILHO, João. **Ergonomia do objeto: Sistema técnico de leitura ergonômica**. 2.ed. São Paulo: Escrituras, 2010.

GUERRANTE, Rafaela Di Sabato. **Informação tecnológica: Curso básico de capacitação em propriedade intelectual para NITs**. Instituto de Tecnologia do Paraná - TECPAR, 2007.
Disponível em:
<http://www.tecpar.br/appi/Basico_NITs/Informa%E7%E3o%20Tecnol%F3gica%20-TEORIA%20-%20Rafaela.pdf>.
Acesso em: 01 out. 2010.

GURALNICK, Michael J. Peer social networks of young boys with developmental delays. **American journal on mental retardation**, Washington, fev. 1997. p. 595-612.
Disponível em: <http://depts.washington.edu/chdd/guralnick/pdfs/social_networks_97.pdf>.
Acesso em: 03 ago. 2010.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL (ITS Brasil). **Tecnologia assistiva nas escolas: Recursos básicos de acessibilidade sócio-digital para pessoas com deficiência**. Ministério da Ciência e Tecnologia, São Paulo, 2008.
Disponível em: <<http://www.itsbrasil.org.br/pages/23/TecnoAssistiva.pdf>>.
Acesso em: 15 jan. 2011.

ISO 9999. **Norma: Assistive products for persons with disability: Classification and terminology**. 4th Edition, 2007.

ISO 9241-1. **Norma: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (Part 1). General Introduction**, 1993.

LOMBARDI JUNIOR, Arley de Barros. **Desenvolvimento e modelagem de uma cadeira de rodas servo-assistida para crianças**. 2002. 179 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

LÖBACH, Bernd. **Design Industrial: Bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

MALLIN, Sandra Sueli Vieira. **Uma metodologia de design aplicada ao desenvolvimento de tecnologia assistiva para portadores de paralisia cerebral**. Curitiba: Editora da UFPR, 2004. 220p.

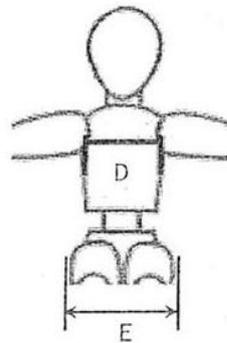
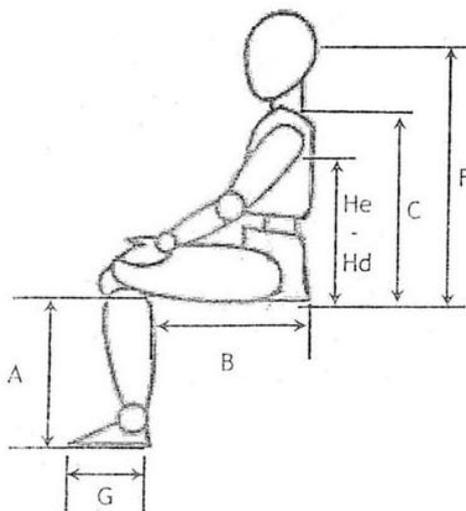
MONT'ALVÃO, Claudia; DAMAZIO, Vera. **Design, ergonomia e emoção**. Rio de Janeiro: Mauad X: FAPERJ, 2008, p.31-48.

NORMAN, Donald A. **O design do dia-a-dia**. Tradução de Ana Deiró. Rio de Janeiro: Editora Rocco, 2006.

- NYEMEYER, Lucy. **Elementos de semiótica aplicados ao design**. Rio de Janeiro: Editora 2AB, 2003.
- PADOVANI, Stephania; SPINILLO, Carla Galvão; GOMES, Ítalo Araújo. Desenvolvimento e aplicação de modelo descritivo-normativo para análise de *websites*. **Revista Produção**, São Paulo, v.19, n.3, p.514-528, jun. 2009.
Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65132009000300009&script=sci_arttext>
Acesso em: 02 nov. 2010.
- PAHL, Gerhard; BEITZ, Wolfgang. **Engineering design: a systematic approach**. 2.ed. London: Springer, 1996. 544 p.
- PANERO, Julius; ZELNIK, Martin. **Dimensionamento humano para espaço interno: um livro de consulta e referência para projetos**. Barcelona: Editorial Gustavo Gil, 2002.
- PAHL, Gerhard; BEITZ, Wolfgang. **Engineering design: a systematic approach**. 2.ed. London: Springer, 1996.
- SECEX – Secretaria do Comércio Exterior. **Exportações e Importações Brasileiras de Tecnologias Assistivas**. Disponível em: <<http://www2.desenvolvimento.gov.br>>.
Acessado: 03 out 2010
- SOARES, Marcelo Márcio. **O design de produtos ergonômicos na melhoria da qualidade de vida dos usuários deficientes**. In: Congresso Brasileiro de Ergonomia, 10., 2000, Rio de Janeiro. Anais ABERGO. Rio de Janeiro: Congresso Brasileiro de Ergonomia, 2000. p.27-34.
- SOARES, Marcelo Márcio. **Translating user needs into product design for disabled people: A study of wheelchairs**. 1998. 510f. Tese (Doutorado) - Mechanical and Manufacturing Engineering Department, Loughborough University, Inglaterra, 1998.
Disponível em: <<http://ethos.bl.uk/Home.do>>
Acesso em: 16 jun. 2011.
- SOUZA, Carolina Molina Lucenti de; BATISTA, Cecilia Guarnieri. Interação entre Crianças com Necessidades Especiais em Contexto Lúdico: Possibilidades de Desenvolvimento. **Psicologia reflexão e crítica**, Porto Alegre, v. 21, n. 3, p.383-391, 2008. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/188/18811682006.pdf>>.
Acesso em: 12 ago. 2010.
- TAYLOR, Susan Johnson; CLANCY, Theresa. Providing Powered Mobility for the Severely Involved Child. In: International Seating Symposium, 27th., 2011, University of Pittsburgh. **Proceedings**. U.S.A Disponível em: <www.iss.pitt.edu/ISS_Documents/ISS2011proceedings.pdf>.
Acesso em: 12 ago. 2011.
- TRIVIÑOS, Augusto Nibaldo. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Editora Atlas, 2006. 176p.
- TUDGE, *et al.* A Window Into Different Cultural Worlds: Young Children's Everyday Activities in the United States, Brazil, and Kenya. **Child Development**, v. 77, n.5, p.1446-1469, set. 2006.
Disponível: <<http://shs.dept.uncg.edu/hdf/facultystaff/Tudge/tudge%20et%20al%202006.pdf>>.
Acesso em: 20 set. 2011.
- ULLMAN, David G.. **The Mechanical Design Process**. 4th Edition, New York: Mcgraw-hill Inc., 2009.
- WERNER, David. Adaptations for Wheelchairs and Other Sitting Aids. In: WERNER, David. **Disabled Village Children: A guide for community health workers, rehabilitation workers, and families**. 2.ed. Berkeley (U.S.A): The Hesperian Foundation, 2009. Cap.65, p.607-612.
Disponível em: <<http://www.dinf.ne.jp/doc/english/global/david/dwe002/dwe00201.html>>.
Acesso em: 20 ago. 2011.

Apêndice 1: Ficha de avaliação

Nome: "Marcelo"		
Idade: 7a.	Peso: 19kg	Altura:
Responsável:		
Tel:		
E-mail: luciana.staut@hotmail.com		



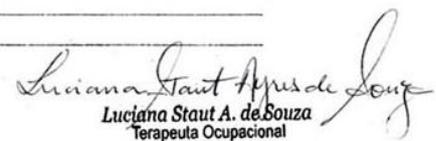
Acessórios

- Mesa
- Cinto Peitoral
- Cinto Pélvico
- Cinto Abdominal
- Bloqueador de joelho
- Bloqueador de pernas

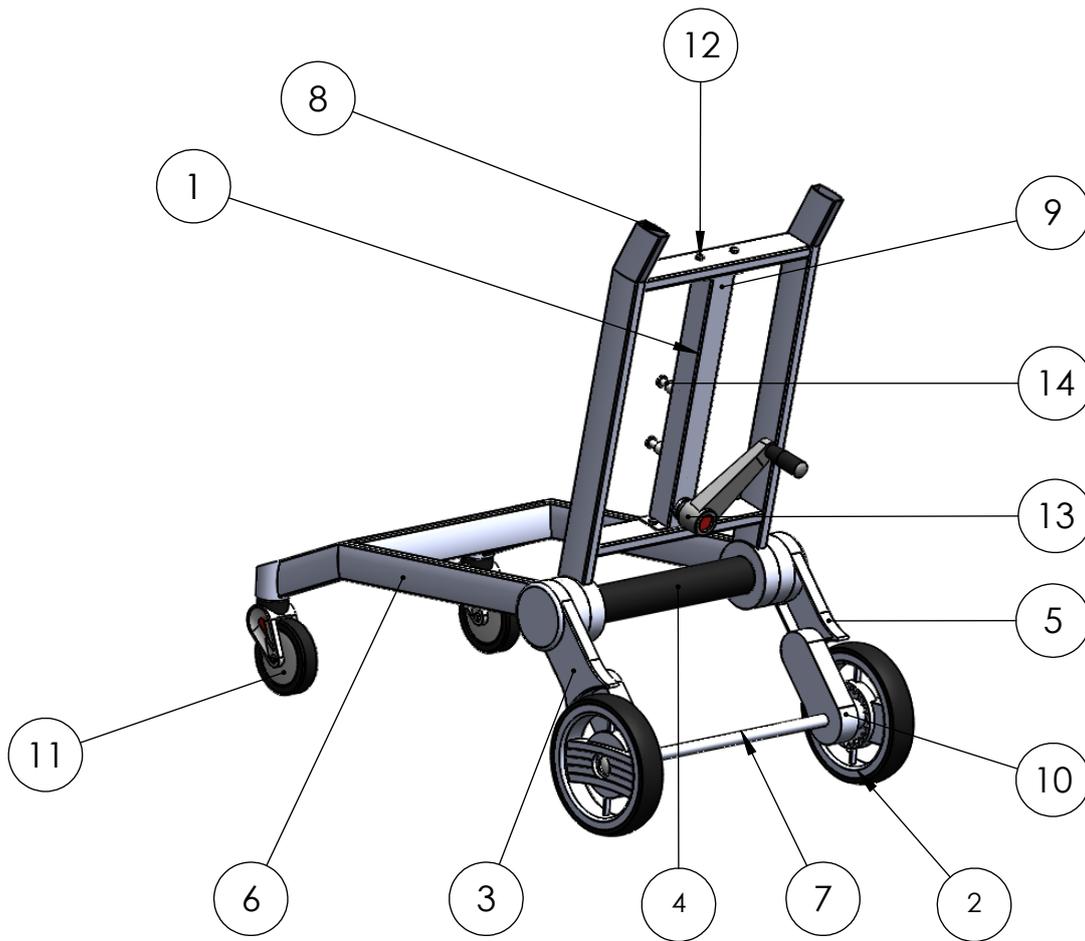
Medidas em cm					
A	Altura do pé ao joelho	27cm	B	Comprimento do assento	34cm
C	Altura até o ombro	35cm	D	Largura do tronco	27cm
E	Largura do quadril	23/28cm	F	Altura até a cabeça	60cm
G	Comprimento do pé	16cm	He	Altura até a axila esquerda	30cm
			Hd	Altura até a axila direita	30cm

Observações:

- Largura do quadril: 23cm de uma crista ilíaca a outra
- Apoio de braço: altura do assento até o cotovelo flexão 90°: 15cm ambos os lados


Luciana Staut A. de Souza
 Terapeuta Ocupacional
 CREFITO 10 6150
 CENER - FCEE

Apêndice 2: **Desenhos técnicos**



Nº do Item	Peça	QDT.
1	Fusos	1
2	Subsistema rodas traseiras	2
3	Carenagem Lateral (Esquerda)	1
4	Tubo central	1
5	Carenagem lateral (direita)	1
6	Perfil (base)	1
7	Tubo articulador do freio	1
8	Perfil (encosto)	1
9	Perfil para elevação	1
10	Elemento de frenagem	2
11	Rodízio frontal	2
12	Parafuso	8
13	Manivela	1
14	Elemento de fixação	1

Material:

Subsistema:

Componente:

Responsável pelo desenho:

Carlos Eduardo Senna

Projeto:

Sistema de Mobilidade Infantil
para Auxílio nas Interações Sociais

Universidade Federal
do Rio Grande do Sul
PGDesign



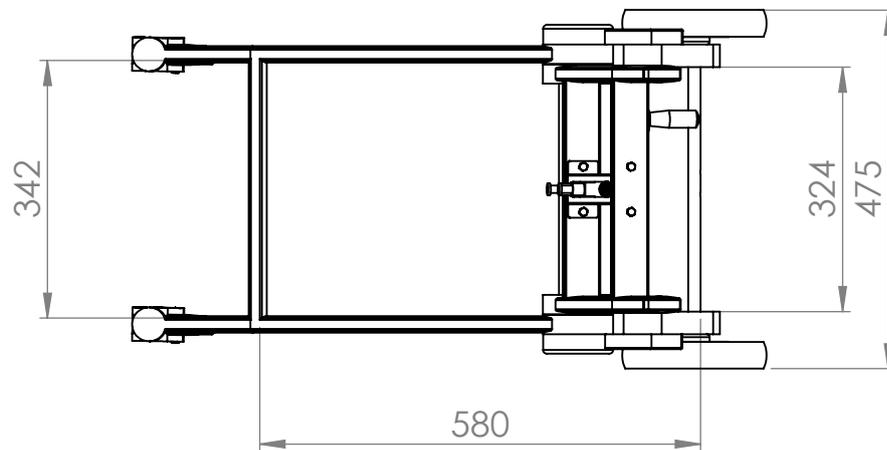
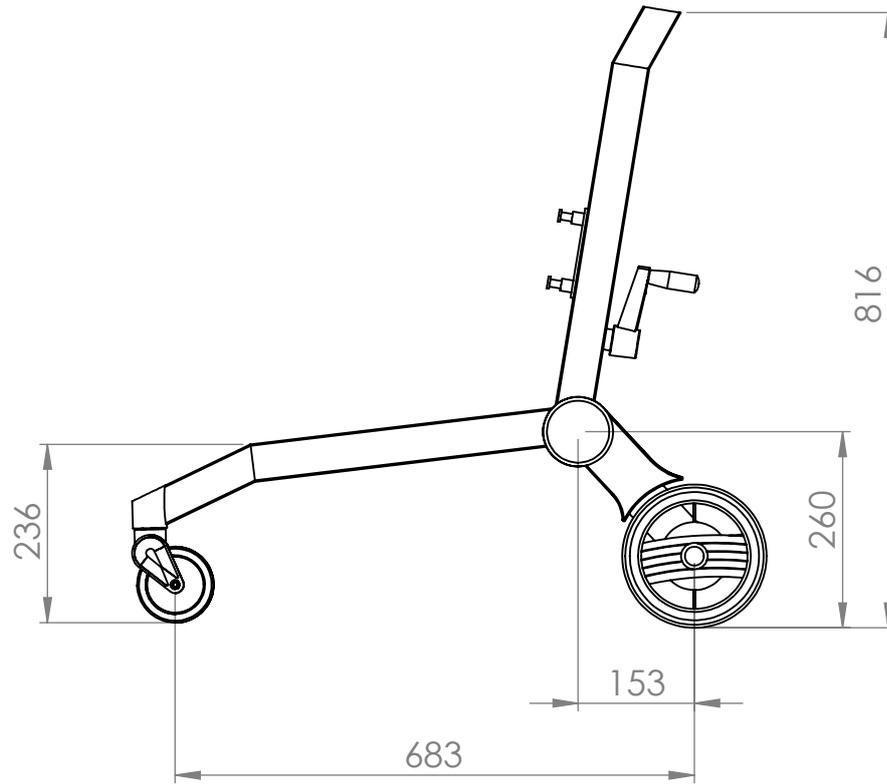
A4

U.M: Milímetros (mm)

Escala: 1:10

Folha: 1 de 12

Medidas Principais



Material:

Subsistema:

Componente:

Responsável pelo desenho:

Carlos Eduardo Senna

Projeto:

Sistema de Mobilidade Infantil
para Auxílio nas Interações Sociais

Universidade Federal
do Rio Grande do Sul
PGDesign



A4

U.M: Milímetros (mm)

Escala: 1:10

Folha: 2 de 12

1

2

3

4

A

B

C

D

E

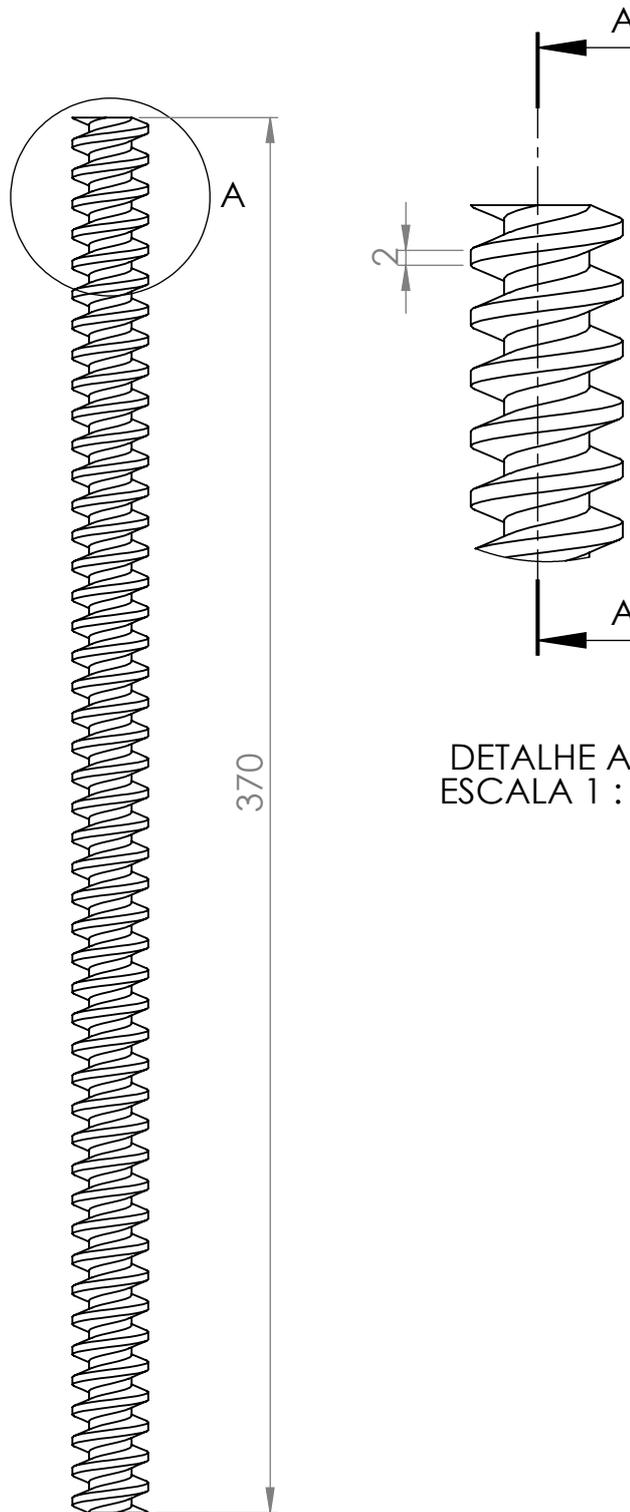
A

B

C

D

E



DETALHE A
ESCALA 1 : 1

SEÇÃO A-A
ESCALA 1 : 1

Material: Aço Carbono ou Aço Liga

Obs: Tipo de rosca trapezoidal, com
Passo = 8mm

Subsistema: Subsistema de elevação

Componente: FUSO

Responsável pelo desenho:

Carlos Eduardo Senna

Projeto:

Sistema de Mobilidade Infantil
para Auxílio nas Interações Sociais

Universidade Federal
do Rio Grande do Sul
PGDesign

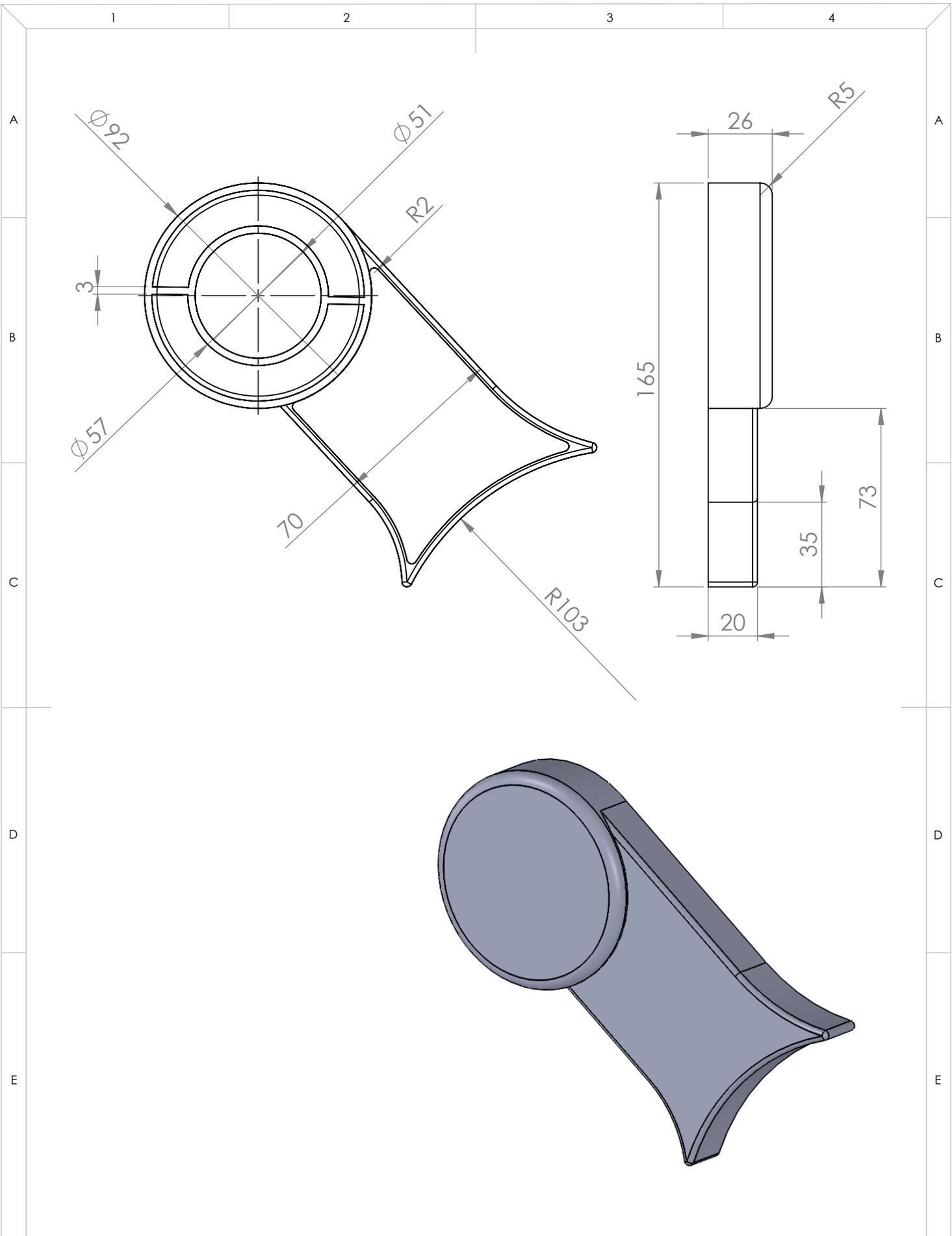


A4

U.M: Milímetros (mm)

Escala: 1:2

Folha: 3 de 12



<p>Material: Alumínio (liga 355.0)</p>	<p>Obs: Componente similar a carenagem direita (elemento espelhado)</p>	<p>Subsistema: Subsistema de trava e fechamento</p>		
<p>Responsável pelo desenho: Carlos Eduardo Senna</p>	<p>Projeto: Sistema de Mobilidade Infantil para Auxílio nas Interações Sociais</p>	<p>Componente: Carenagem Lateral (Esquerda)</p>		<p>Universidade Federal do Rio Grande do Sul PGDesign</p>
<p>U.M: Milímetros (mm)</p>		<p>Escala: 1:2</p>	<p>Folha: 5 de 12</p>	<p>UFRGS A4</p>

1

2

3

4

A

A

B

B

C

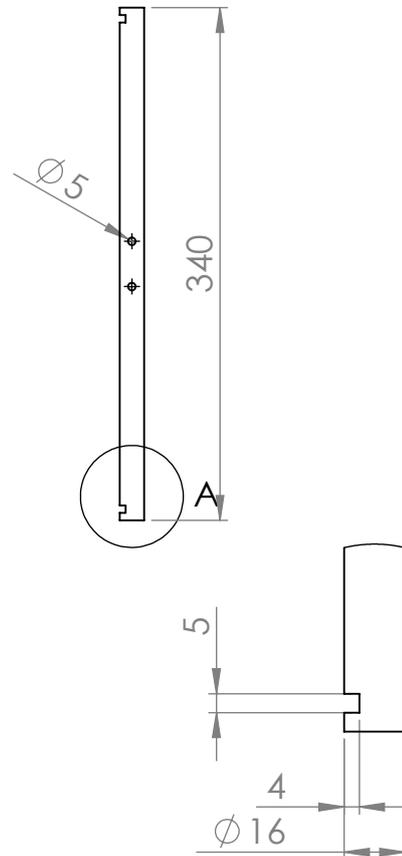
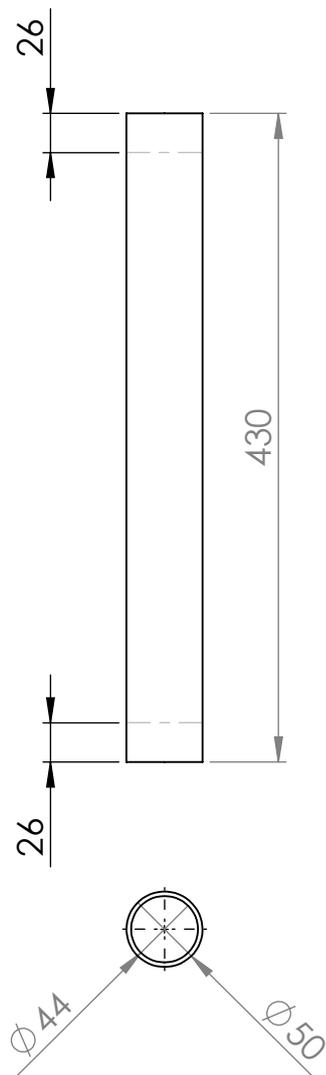
C

D

D

E

E



DETALHE A
ESCALA 1 : 2

Material:

Alumínio (ligas da série 5XXX)

Subsistema:

Componente: Tubo central + Tubo articulador do freio

Responsável pelo desenho:

Carlos Eduardo Senna

Projeto:

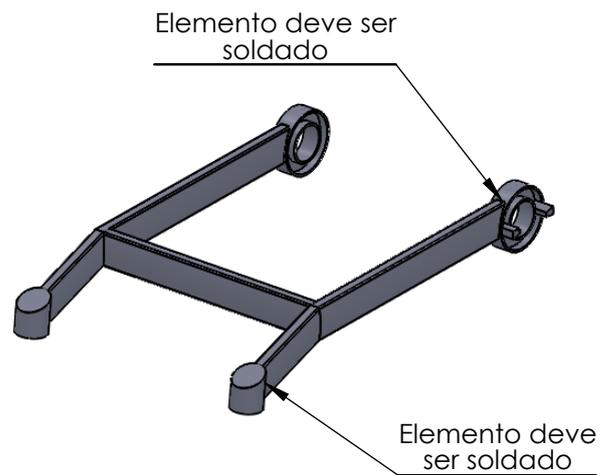
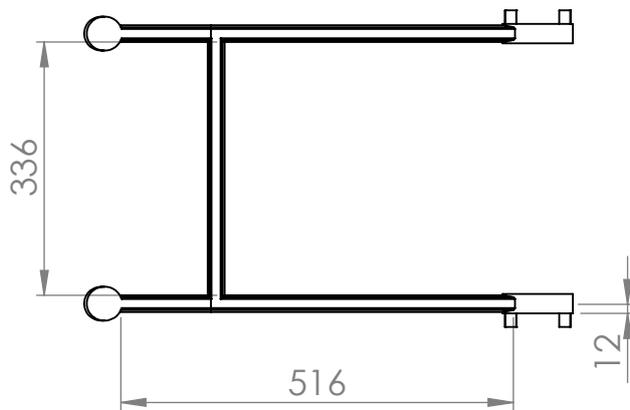
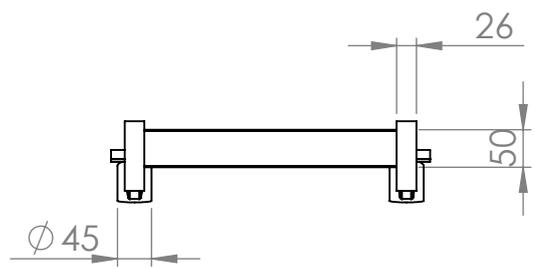
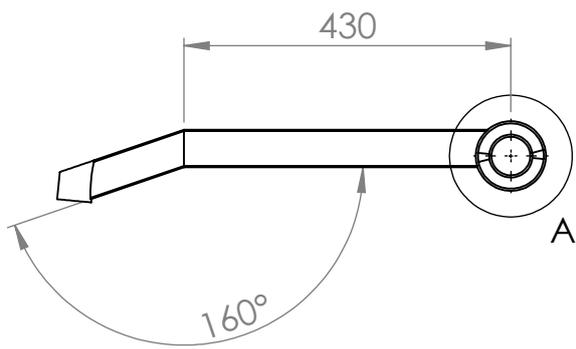
Sistema de Mobilidade Infantil
para Auxílio nas Interações SociaisUniversidade Federal
do Rio Grande do Sul
PGDesign

A4

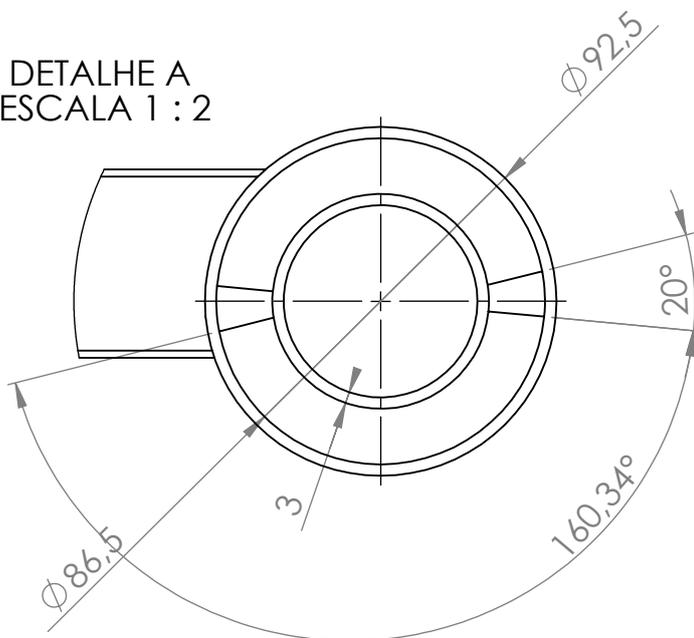
U.M: Milímetros (mm)

Escala: 1:5

Folha: 6 de 12



DETALHE A
ESCALA 1 : 2



Material:
Perfil em alumínio (ligas da série 5XXX)

Obs:
Perfil retangular com tamanho 50 X 20 mm e 2mm de espessura

Subsistema:

Componente: Perfil (base)

Responsável pelo desenho:

Carlos Eduardo Senna

Projeto:

Sistema de Mobilidade Infantil
para Auxílio nas Interações Sociais

Universidade Federal
do Rio Grande do Sul
PGDesign

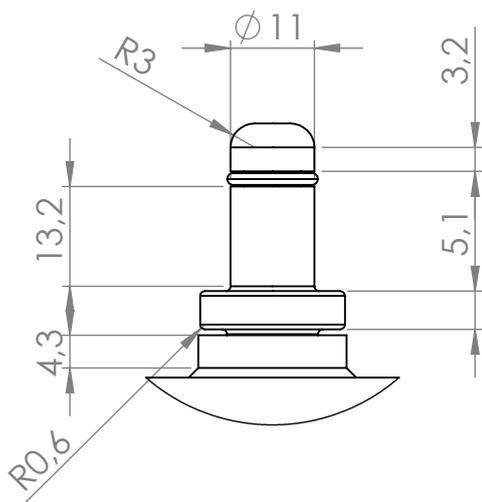
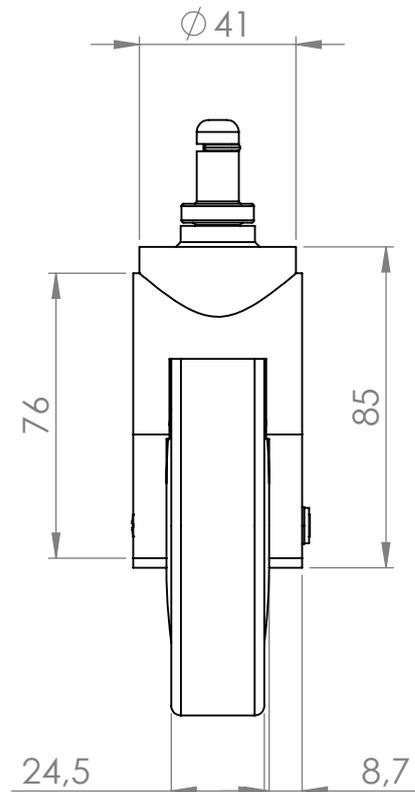
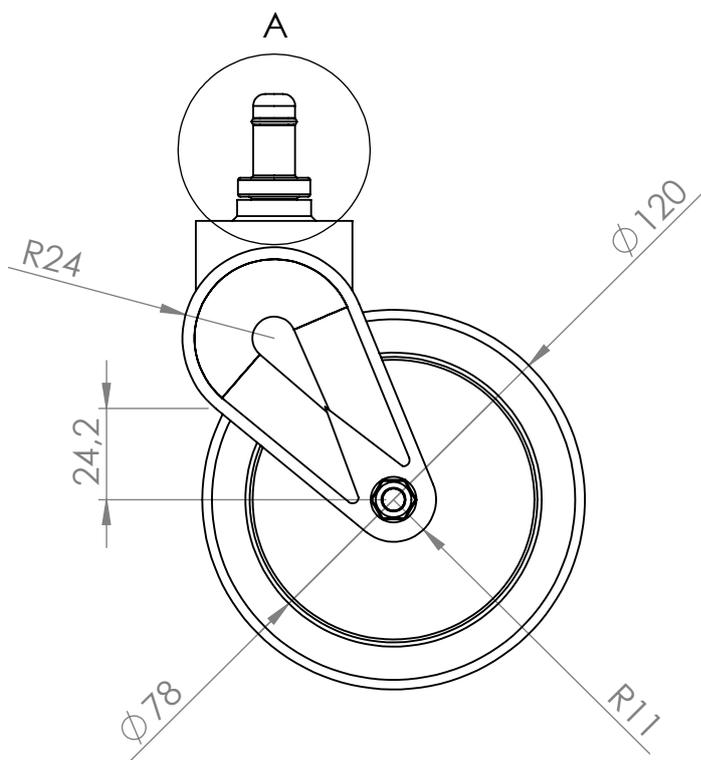


A4

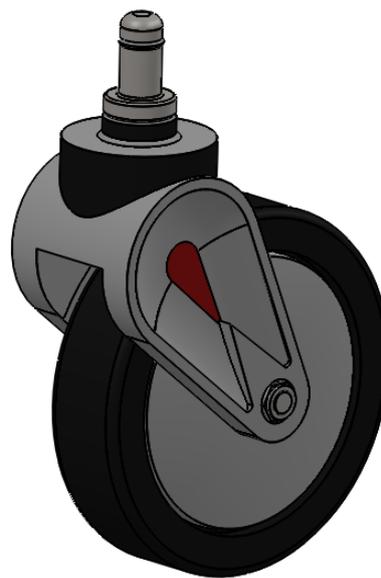
U.M: Milímetros (mm)

Escala: 1:10

Folha: 7 de 12



DETALHE A
ESCALA 1 : 1



Material:

Subsistema: Rodízio frontal

Componente:

Responsável pelo desenho:

Carlos Eduardo Senna

Projeto:

Sistema de Mobilidade Infantil
para Auxílio nas Interações Sociais

Universidade Federal
do Rio Grande do Sul
PGDesign

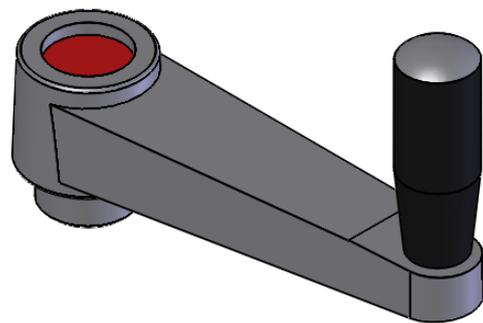
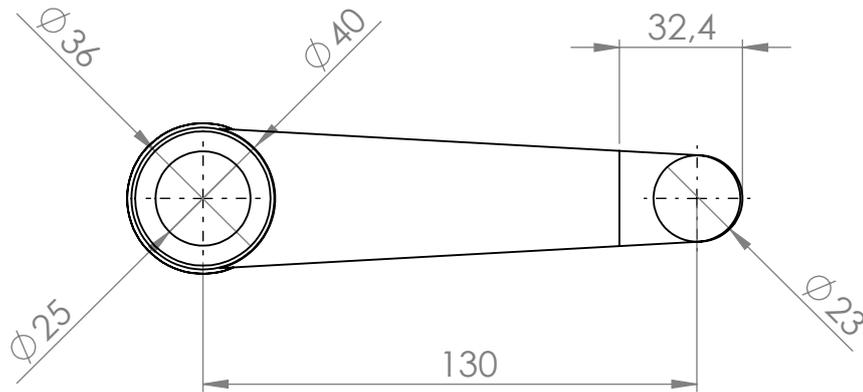
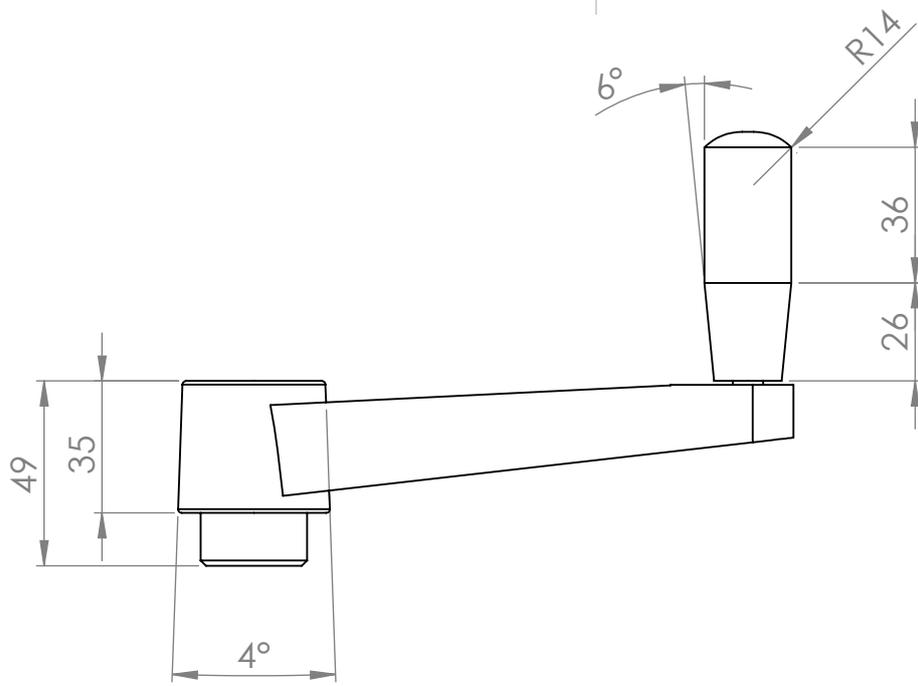


A4

U.M: Milímetros (mm)

Escala: 1:2

Folha: 8 de 12



Material:

Subsistema: Subsistema de elevação

Componente: Manivela

Responsável pelo desenho:

Carlos Eduardo Senna

Projeto:

Sistema de Mobilidade Infantil
para Auxílio nas Interações Sociais

Universidade Federal
do Rio Grande do Sul
PGDesign

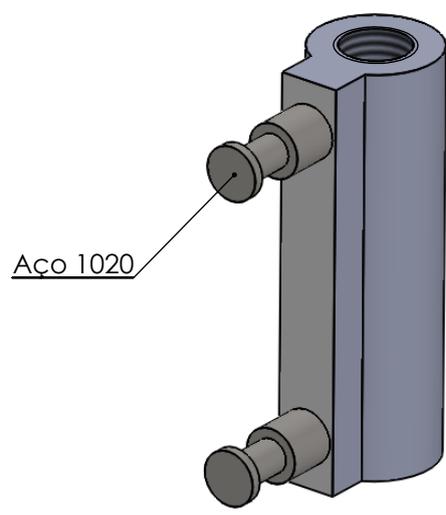
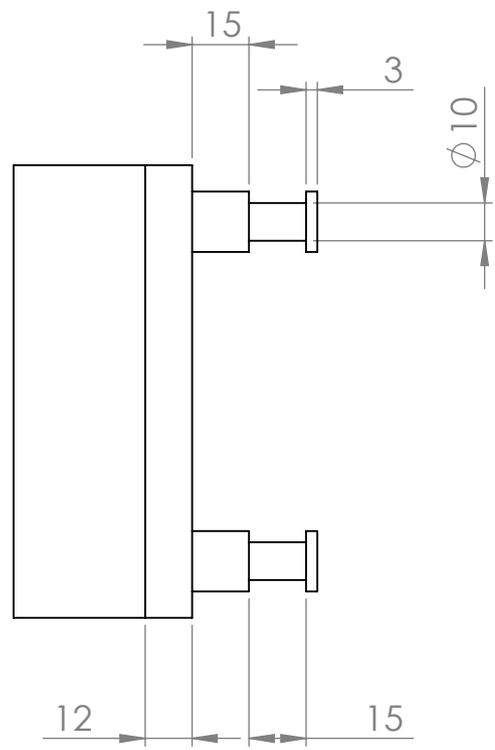
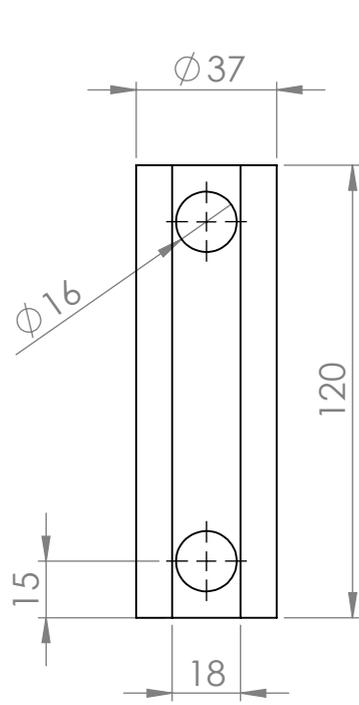


A4

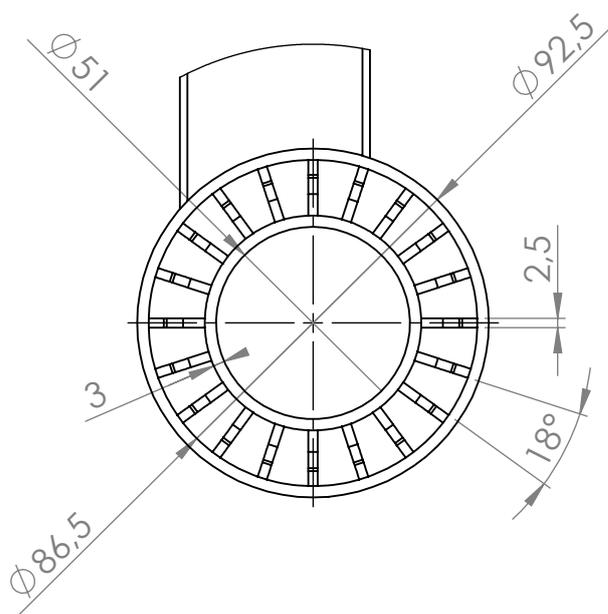
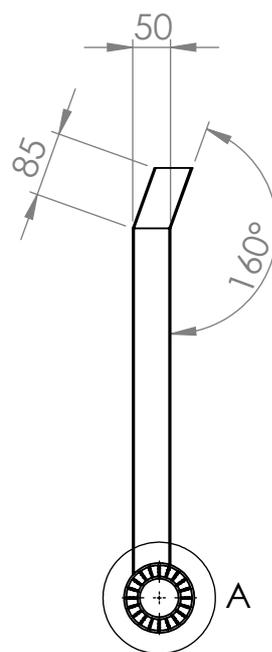
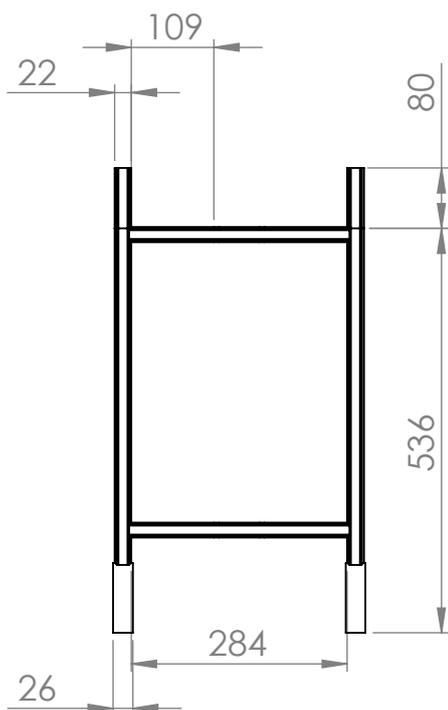
U.M: Milímetros (mm)

Escala: 1:2

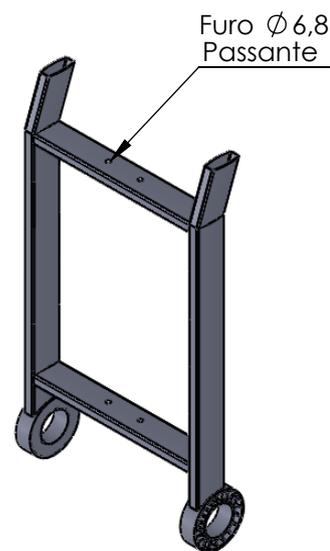
Folha: 9 de 12



Material:		Subsistema: Subsistema de elevação	
		Componente: Elemento de fixação (porca)	
Responsável pelo desenho: Carlos Eduardo Senna	Projeto: Sistema de Mobilidade Infantil para Auxílio nas Interações Sociais	Universidade Federal do Rio Grande do Sul PGDesign	 A4
	U.M: Milímetros (mm)	Escala: 1:2	Folha: 10 de 12



DETALHE A
ESCALA 1 : 2



Material:
Perfil em alumínio (ligas da série 5XXX)

Obs:
Perfil retangular com tamanho de 50 X 20mm e 2mm de espessura

Subsistema:

Componente: Perfil (encosto)

Responsável pelo desenho:
Carlos Eduardo Senna

Projeto:
Sistema de Mobilidade Infantil
para Auxílio nas Interações Sociais

Universidade Federal
do Rio Grande do Sul
PGDesign



A4

1

2

3

4

A

A

B

B

C

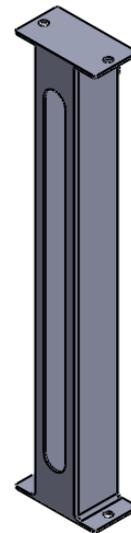
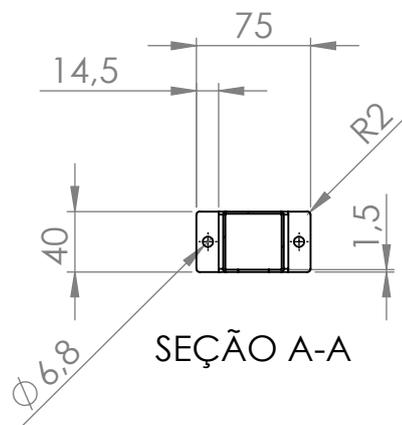
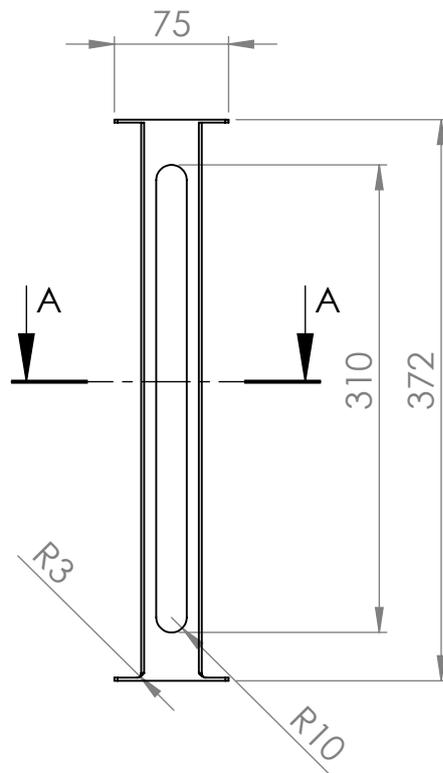
C

D

D

E

E



Material:

Perfil em alumínio (liga da série
5XXX)

Subsistema: Subsistema de elevação

Componente: Perfil para elevação

Responsável pelo desenho:

Carlos Eduardo Senna

Projeto:

Sistema de Mobilidade Infantil
para Auxílio nas Interações Sociais

Universidade Federal
do Rio Grande do Sul
PGDesign



A4

U.M: Milímetros (mm)

Escala: 1:5

Folha: 12 de 12

Anexo 1: Documentos



SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO
DIRETORIA DE ADMINISTRAÇÃO ESCOLAR
GERÊNCIA DE FORMAÇÃO PERMANENTE
Rua Ferreira Lima, 82 – Centro
CEP 88015-420 – Florianópolis – SC
Telefone: (48) 21065922
formacao permanente@gmail.com



AUTORIZAÇÃO 42/2011

AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA DE MESTRADO

Eu, **GEISA LETÍCIA KEMPFER BÖCK** Gerência de Educação Inclusiva, autorizo a realização da Pesquisa de Mestrado, pleiteada pelo pesquisador **CARLOS EDUARDO SENNA**, do programa **Programa de Pós-Graduação em Design**, da **UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, no período **ano letivo de 2011**.

Assinatura e carimbo do Diretor: _____

Data: 10/05/2011

Geisa Letícia Kempfer Böck
Gerente de Educação Inclusiva
Decreto: 6626/2009

OBS: É imprescindível a devolução desta autorização, via malote, para a Gerência de Formação Permanente.



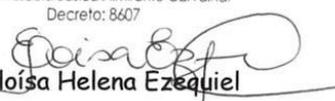
ESCOLA BÁSICA MUNICIPAL ALMIRANTE CARVALHAL

Florianópolis, 21 de Setembro de 2011.

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins e efeitos que o (a) aluno (a) [REDACTED]
[REDACTED], nascido em 16 de fevereiro de 2005, tem autorização da mãe,
[REDACTED], para usar sua imagem para fins de
pesquisa e trabalho de Mestrado do aluno Carlos Eduardo Senna.

Eloísa Helena de Oliveira Ezequiel
Diretora da Escola Básica Almirante Carvalhal
Decreto: 8607


Eloísa Helena Ezequiel

Direção