

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Curso de Desenho Industrial
Projeto de Produto

Relatório de Projeto de Graduação

DESIGN DE CADEIRA DE RODAS PARA PRAIA PARA USO PÚBLICO



FRANCISCO DE SALVO CARRIÇO

Escola de Belas Artes
Departamento de Desenho Industrial

DESIGN DE CADEIRA DE RODAS PARA PRAIA PARA USO PÚBLICO
FRANCISCO DE SALVO CARRIÇO

Aprovado por:

Prof. Dr. RICARDO WAGNER
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. MsC. HUGO BACKX
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. VALDIR SOARES
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro
Dezembro, 2011

C316d Carriço, Francisco de Salvo
Título do Projeto / Francisco de Salvo Carriço. – 2011
Xii, 61 f.; 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Desenho Industrial) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

Bibliografia: 44 f.

1. Desenho Industrial. 2. Engenharia Humana. 3. Pessoas com deficiências. 4. Cadeiras de Rodas. 5. Praias. I. Título.

CDU 65.65.015.11-056.29

Dedico a Fernando, Mariana e Emilia

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor orientador Ricardo Wagner por ter sugerido o tema anos atrás e confiado em mim para desenvolvê-lo.

Aos meus pais, que incentivaram os meus estudos e insistiram que eu fizesse um bom trabalho.

À Emília, que foi mais que uma namorada, foi minha dupla, psicóloga, secretária, amiga e conselheira mesmo nas noites mal dormidas e ainda formatou o relatório.

A todos os membros e participantes da ONG Adaptsurf, principalmente Luana, Phelipe, Leandro e Henrique, pela ajuda e confiança no projeto e pelo belo trabalho realizado, que muito me motivou.

Ao Giovanni, com quem troquei boas ideias até a metade do ano, mas que voltou cedo demais para a Itália.

A todos que trabalham na Gomo Maquetes, que me ajudaram na construção do modelo em escala com ideias, dicas, materiais, equipamentos e, principalmente, tempo e paciência.

Ao Marcio, da Truckmar, que me recebeu em sua empresa para mostrar suas rodas, apoiou o projeto e se ofereceu para ajudar.

RESUMO

Este trabalho se propôs a desenvolver um produto para melhorar a acessibilidade das praias da cidade do Rio de Janeiro por parte de pessoas com mobilidade reduzida. Ambiente mais tradicional do lazer do carioca, as praias possuem uma série de fatores que prejudicam o seu acesso por pessoas com mobilidade reduzida, destacando-se a característica da areia, muito fina e fofa, que impossibilita o uso de cadeiras de rodas convencionais, e a pequena quantidade de produtos públicos que viabilizem o acesso, que se limitam a duas cadeiras de rodas anfíbias e uma esteira oferecidas por uma ONG de surf adaptado. A proposta deste trabalho é o desenvolvimento de uma cadeira de rodas para praia com foco no uso público dos cadeirantes da cidade do Rio de Janeiro. Neste relatório constam pesquisas sobre lesões na coluna cervical, anatomia e ergonomia da posição sentada, com suas vantagens e complicações; levantamento de cadeiras de rodas similares, peças e produtos pertinentes à realização técnica e estética do projeto; e o processo de conceituação do produto, os detalhamentos do conceito, a construção de um modelo articulado em escala 1:5 e as pranchas de desenho técnico. Perante esse estudo, foi desenvolvida uma cadeira que funciona facilmente sobre a areia graças às três rodas grandes de fabricação nacional, possuindo ainda braços articulados, assento compactável e proteção aos agentes desgastantes da praia, como objetos perfurantes, salinidade e raios ultravioletas do sol. Palavras-Chave: Ergonomia. Pessoas com deficiências. Cadeiras de Rodas. Praia.

ABSTRACT

This study proposes to design a product to increase the accessibility of the beaches of Rio de Janeiro by people with disabilities. Typical picture in the Rio de Janeiro landscape, the beaches have several issues that interfere its access by wheelchair users, standing out the fine sand, too soft for the regular wheelchair to cross over, and the few numbers of public products available for making the access possible, limited to two beaches wheelchair and one mat, offered by the efforts of a NGO of adapted surf. This project is about the development of a beach wheelchair for the public use of handicapped people in the city of Rio de Janeiro. In this work there are researches about cervical spine injuries, sitting anatomy and ergonomics, showing its benefits and its complications, and the gathering of similar wheelchairs and pieces and products relevant to the technical and aesthetical design of the project. There are also the whole process of development of the product, its details, the making of an 1:5 articulated model and the technical drawings. After this study, it was designed a wheelchair that works easily over the fine sand due to its three large wheels, featuring also articulated armrests, compacting sitting and protection to all corrosive agents presents at the beach, like the rays of the sun, salinity and objects with sharp edges.

Keywords: Ergonomics. Disabled People. Wheelchairs. Bathing Beaches.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fotografia 1	Cadeirante com cadeira de rodas comum sobre a areia.....	2
Fotografia 2	Praia de Ipanema.....	3
Fotografia 3	Equipe da ONG Adaptsurf na praia do Leblon.....	3
Quadro 1	Parametric Design Analysis.....	6
Quadro 2	Basic Aesthetics Configuration Criteria, Guidelines and Methods.....	7
Quadro 3	Cronograma de atividades.....	8
Figura 1	Lesão por compressão, lesão por fratura e lesão por rotação.....	10
Figura 2	Esquema lesional.....	10
Figura 3	Apoios da pelve sobre almofada: ao centro, as tuberosidades isquiáticas.....	11
Figura 4	Esquema da coluna vertebral.....	12
Figura 5	Perfil de assento de cadeira multiuso e de poltrona para descanso.....	13
Fotografia 4	Cadeira <i>Aktiva Ultra Lite.X</i>	14
Fotografia 5	Cadeira <i>Colours Tremor</i>	15
Fotografia 6	Cadeira <i>Beach Hippocampe</i>	16
Fotografia 7	Cadeira <i>Mobi-Chair</i>	17
Fotografia 8	Cadeira <i>Ortobras Tropical</i>	18
Fotografia 9	Cadeira <i>Tok Leve Praiana 4R</i>	19
Fotografia 10	Roda Tente DQP.....	20
Fotografia11	Roda Tente DQR.....	20
Fotografia12	Roda Tente PNP.....	21
Fotografia 13	Roda <i>Wheeleez</i>	21
Fotografia 14	Roda <i>Beach Wheels Large</i>	22
Fotografia 15	Roda <i>Truckmar L200</i>	23
Fotografia 16	Roda <i>Truckmar F80</i>	23
Figura 6	Croquis de formas com quatro rodas.....	25

Figura 7	Croquis de formas com três rodas.....	26
Figura 8	Resultado.....	28
Fotografia 17	Pega da roda Truckmar L200, aproveitando a sua forma cônica.....	29
Figura 9	Perfil da cadeira.....	29
Figura 10	Esquema de uso da cadeira de rodas por um homem percentil 95%.	30
Figura 11	Curvatura do assento, apoios de braço articulados e cinto pélvico.....	30
Figura 12	Sistema de compactação: aberto e fechado.....	31
Figura 13	Ambientação da cadeira de rodas	32
Figura 14	Medidas gerais em milímetros da cadeira montada na vista lateral.	33
Fotografia 18	Máquina de corte a laser cortando os círculos de acrílico da roda traseira.....	36
Fotografia 19	Soprador térmico, tarugo de acrílico e gabarito.....	37
Fotografia 20	Forma cônica da roda feita com papel duplex.....	38
Fotografia 21	Roda frontal sendo girada na lixadeira.....	39
Fotografia 22	Pintura automotiva da roda traseira.....	39
Fotografia 23	Rodas prontas.....	39
Figura 15	Planificação dos tecidos, respectivamente: encosto, assento e apoio de pés.....	40
Fotografia 24	Empurrador, feito com adesivo vinil preto, e o apoio de braço articulado, feito de papel.....	41
Fotografia 25	Modelo em escala 1:5.....	41
Fotografia 26	Modelo em escala 1:5 compactado.....	42

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Apresentação do tema	1
1.2	Esclarecimento do problema	2
1.3	Objetivos	3
1.4	Justificativa	4
1.5	Metodologia	5
1.6	Cronograma de atividades	7
2	LEVANTAMENTO, ANÁLISE E SÍNTESE DE DADOS	9
2.1	Pessoas com mobilidade reduzida	9
2.1.1	<i>A paraplegia</i>	9
2.1.2	<i>Pressões sob a pelve na postura sentada</i>	11
2.2	Posição sentada	12
2.2.1	<i>Anatomia da postura sentada</i>	12
2.2.2	<i>Ergonomia da postura sentada</i>	13
2.3	Cadeiras de rodas existentes	14
2.3.1	<i>Aktiva Ultra Lite X</i>	14
2.3.2	<i>Colours Tremor</i>	15
2.3.3	<i>Beach Hippocampe</i>	15
2.3.4	<i>Mobi-Chair</i>	17
2.3.5	<i>Ortobras Tropical</i>	18
2.3.6	<i>Tok Leve Praiana 4R</i>	18
2.4	Rodas existentes	19
2.4.1	<i>Tente DQP pneumática</i>	19
2.4.2	<i>Tente DQR pneumática</i>	20
2.4.3	<i>Tente PNP</i>	20
2.4.4	<i>Wheeleez Baloon Wheels</i>	21
2.4.5	<i>Beach Wheels Large</i>	22
2.4.6	<i>Truckmar L200</i>	22
2.4.7	<i>Truckmar F80</i>	23

2.5	Requisitos e restrições do projeto	24
3	CONCEITUAÇÃO FORMAL DO PROJETO	25
3.1	Desenvolvimentos de alternativas e ideias básicas	25
3.2	Exame e seleção de alternativas	26
4	RESULTADOS	28
4.1	Dimensionamento	33
4.2	Determinação dos materiais	34
4.3	Processos de fabricação	34
5	APRESENTAÇÃO	36
5.1	<i>Tubos</i>	36
5.2	<i>Rodas</i>	38
5.3	<i>Tecido</i>	40
5.4	<i>Borracha</i>	40
5.5	<i>Resultado</i>	41
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
	REFERÊNCIAS	44
	ANEXO A - LEI ESTADUAL N° 4.812/06	45
	ANEXO B: LEI N° 4.812 DE 10 DE JULHO DE 2006	46
	ANEXO C: DESENHO TÉCNICO	47
	ANEXO D: PRANCHAS ILUSTRATIVAS	62

1 INTRODUÇÃO

Este projeto destina-se à elaboração de uma cadeira de rodas econômica para um serviço público de acesso às praias da cidade do Rio de Janeiro, dando maiores opções de lazer para os cadeirantes.

1.1 Apresentação do tema

As cadeiras de rodas são produtos destinados a pessoas com mobilidade reduzida dos membros inferiores, permitindo que elas se locomovam. No entanto, existe uma série de limitações enfrentadas pelos cadeirantes, principalmente relacionadas ao acesso a diferentes ambientes. A locomoção com uma cadeira de rodas comum sobre a areia de praia é impossível, pois as rodas são finas demais, afundando na areia. Essas limitações, no entanto, não condizem com a demanda dos cadeirantes que buscam opções de lazer.

As características principais da cadeira são a estabilidade na areia, o uso de rodas nacionais de grande superfície de contato, fluabilidade, fácil acesso, independência de guiador e compactação. A estabilidade da cadeira é dada pela dimensão longitudinal da cadeira, permitindo que ela passe por qualquer irregularidade da areia sem que o usuário perca equilíbrio, tombe ou trave; as rodas são de fabricação nacional, da cidade de Niterói, de uma empresa de carretas desmontáveis.

O projeto contempla também o estudo sobre mobilidade reduzida e sobre ergonomia da posição sentada.

O design entra neste projeto com o objetivo de desenvolver um produto diferenciado não só pela estética, mas também pela funcionalidade, observando as reais necessidades das pessoas que farão uso do produto. O foco está também no impacto social que o produto pode ter na vida dos usuários.

O projeto conta com apoio da ONG Adaptsurf, uma instituição que tem como missão promover a inclusão e integração social das pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida, aproveitando a praia como ambiente e o surf adaptado como

instrumento. Conta também com o apoio da Truckmar, empresa nacional de carretas desmontáveis.

1.2 Esclarecimento do problema

As praias da cidade do Rio de Janeiro são majoritariamente de areia branca, fina e fofa, exigindo grande esforço para locomoção de qualquer forma. Pequenas superfícies de contato, como pés ou rodas finas, tendem a afundar na areia, exigindo muito esforço. Além disso, a grande movimentação diária nas praias produz sempre uma textura ondulatória na areia, causada pelas pegadas das pessoas que por ali caminham, dificultando ainda mais o movimento, porque deixa a superfície altamente irregular.



Fotografia 1: Cadeirante com cadeira de rodas comum sobre a areia
Fonte: http://www.bbc.co.uk/ouch/features/wheeling_on_the_sand.shtml

No total, são 35 praias: Abricó, Amores, Arpoador, Barra da Tijuca, Dentro, Fora, Barra de Guaratiba, Bica, Brisa, Botafogo, Copacabana, Diabo, Flamengo, Funda, Grumari, Ipanema, Joatinga, Leblon, Leme, Macumba, Marambaia, Praia do Meio, Prainha, Praia do Perigoso, Pepê, Pepino, Pontal, Ramos, Recônvaco, Praia do Recreio, São Conrado, Sepetiba, Urca, Vermelha, Vidigal. Dessas, apenas duas

possuem cadeiras de rodas específicas para a praia, Leblon e Barra, apenas uma vez por semana.



Fotografia 2: Praia de Ipanema

Fonte: <http://noticias.r7.com/rio-de-janeiro/noticias/banhistas-movimentam-a-praia-de-ipanema-neste-sabado-20110219.html>



Fotografia 3: Equipe da ONG Adaptsurf na praia do Leblon

Fonte: <http://www.adaptsurf.org.br/fotos.html>

1.3 Objetivos

O objetivo deste projeto é o desenvolvimento de uma cadeira de rodas que possibilite ao usuário a locomoção sobre a areia das praias da cidade do Rio de Janeiro

sem a necessidade de demais acessórios como esteiras. O projeto deverá ser patenteado e, depois de finalizado o processo de patente, liberado. Dessa forma, espera-se que a produção das cadeiras seja facilitada de forma que qualquer empresa ou pessoa possa produzir, podendo então ser disponibilizadas em todos os postos das praias do Rio de Janeiro.

O maior desafio do projeto é tornar possível a locomoção de um cadeirante sobre a areia fofa das praias cariocas usando apenas peças e componentes baratos, nacionais e de fácil produção, sem comprometer o conforto e, principalmente, a segurança do usuário.

As cadeiras postas em prática poderão melhorar a vida dos cadeirantes consideravelmente, pois tornará possível o acesso às praias, local de lazer mais tradicional do Rio de Janeiro.

Como objetivo específico foi proposto que o produto desenvolvido deve ter materiais nacionais de fácil obtenção e baixo custo de produção, pois deverá ser distribuído nas praias da cidade do Rio de Janeiro; os componentes devem ser compactáveis porém fixos, para não haver furtos ou perda de peças; as rodas devem ter a banda de rolagem muito grande, evitando que afundem na areia, além de serem resistentes ao sal, ao sol e a objetos pontiagudos; a estrutura deve ser leve e resistente à corrosão dos raios ultravioleta do sol, ao sal e a agentes oxidantes.

1.4 Justificativa

O que justifica o investimento neste projeto é o fato de se tratar de um produto simples, extremamente necessário aos cadeirantes e que, de acordo com a pesquisa realizada, raro no mercado nacional.

Existe uma Lei Estadual (ver Anexo A) que garante que as praias do Rio de Janeiro devem ter cadeiras anfíbias disponíveis para a população. Sancionada em 2006 pela então governadora Rosinha Garotinho, ela ainda não foi posta em prática, sendo as únicas cadeiras de rodas anfíbias disponíveis até hoje as da ONG Adaptsurf, apenas aos sábados no posto 2 da Barra da Tijuca e aos domingos no posto 11 do Leblon. Segundo a lei, “O Governo está autorizado a realizar parcerias com empresas privadas,

que custearão a aquisição e a manutenção do equipamento e, em troca, poderão fazer propaganda de suas marcas nas próprias cadeiras”, o que significa que o Governo não se responsabiliza pelo cumprimento da lei e nem arcará com os custos da fabricação e manutenção dos equipamentos. Cabe, então, a empresas interessadas na divulgação de sua marca toda a responsabilidade. O projeto vem para estimular a produção de cadeiras de rodas anfíbias para que essa lei possa ser efetivamente posta em prática nas praias cariocas.

O fator diferencial principal do projeto em relação às cadeiras de rodas comuns é a aplicação de rodas largas que podem conferir à cadeira maior estabilidade, não permitindo que afundem na areia. Em relação a cadeiras de rodas anfíbias já existentes, diferencia-se pelo design mais atrativo, produção mais econômica com peças e componentes nacionais e facilidade de compactação.

O projeto, então, integra o cadeirante a diferentes ambientes, colocando-o em contato com a natureza. Traz, ainda, benefícios econômicos, pois reduz o estresse e o sedentarismo e aumenta a absorção no corpo de vitamina D do Sol, diminuindo a necessidade de gasto com a saúde pública. Como observado por Grüdtner, Weingrill e Fernandes (1997, p. 144):

Há efetivamente uma relação entre deficiência de absorção de cálcio e/ou vitamina D e perda de massa óssea. A vitamina D₃ da pele é produzida a partir do 7-diidrocolesterol (pró-vitamina D₃), precursor imediato do colesterol(11). Por ação da radiação solar (ultravioleta B), é transformada em pré-vitamina D₃, que sofre uma isomerização induzida pelo calor, durante algumas horas, formando-se a vitamina D₃.

O projeto, portanto, oferece uma nova alternativa de lazer para pessoas com mobilidade reduzida, proporcionando uma vida mais agradável, saudável e sofisticada.

1.5 Metodologia

A metodologia utilizada foi desenvolvida pelo professor orientador do projeto, Ricardo Wagner: Método de Aperfeiçoamento Estético do Design. Ela tem foco no aperfeiçoamento do design de um produto através de adaptações e variações para sistemas técnicos já existentes.

A primeira etapa consiste em coletar informações dos requisitos a serem incorporados no projeto. Em seguida, as informações devem ser analisadas, levantando

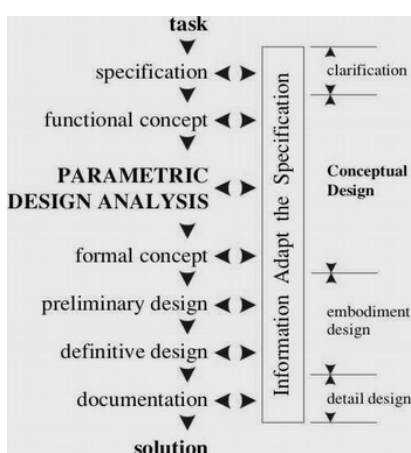
uma série de sub-funções. Algumas perguntas devem ser feitas em relação às características dos produtos analisados:

- As características formais satisfazem os critérios estéticos ou não?
- Qual é a característica formal responsável por isso?
- Qual é a melhor característica formal que satisfaz os critérios estéticos?

As respostas entram já em um processo de conceituação, focando descobertas de características lógicas, físicas e formais relacionadas às funções técnicas e propriedades estéticas. Esse processo leva à identificação das características envolvidas, que frequentemente sugerem novas soluções e formas para as sub-funções correspondentes. As combinações compatíveis dessa solução formal com o conceito funcional estabelecem um novo e melhorado conceito formal para o produto.

A segunda fase é chamada Análise Paramétrica do Design, que começa com a identificação de produtos técnicos similares ou montagens, em que várias sub-funções ou partes da estrutura funcional correspondem ao projeto objetivado.

Obedecendo à metodologia do professor Ricardo Wagner, foram levantadas questões técnicas e estéticas de produtos com funções semelhantes à de cadeira de rodas para praia. Os pontos foram analisados, sendo considerados favoráveis ou não ao projeto, para então serem redesenhados, criando assim um novo conceito, com uma nova estética.



Quadro 1: Parametric Design Analysis

Fonte: <http://www.labcad.ufrj.br/desenvolvimento/metodos.php#>

CRITERIA	GUIDELINES	METHODS
Overall Form Structure		
Identification of Form	Clear identification of overall configuration	Systematic variation of the product structure and overall configuration
	Ordination of subsystems in an identifiable way	Divide into clearly distinguishable areas or group of subsystems
Unity of Form		
Integration of Subsystems	Minimise the number of different forms	Compose clear and embody arrangement for subsystems
	Minimise the variations in form position	Orientation of subsystems along the product's main axis
Harmony Between Subsystems	Aim for similar forms and contours	Integration of each subsystem in pieces with similar contours
	Aim for harmony between Layout and Form Design	Compose a clear and embody arrangement for the overall form, oriented by similar contours for every subsystem.
Stylistic Form Features		
Intended Expression	Compactness: Aim for maximum compactness impression	Minimise outer shape space requirements
	Smoothness: Aim for a simple, uniform, streamlined, pure and embody style.	Replace sharp corners and joints by rounded corners and fillet joints, for each subsystem and for the overall form.
	Lightness: Aim for maximum lightness impression	Projected area of upper subsystems smaller than lower subsystem's area
	Stability: Aim for maximum stability impression	Gravity centre of overall system's projected area positioned above and inside limits of the base, or lower subsystem
	<i>Desired Style</i> : Aim for specific stylistic features for target markets (e.g.: modern, classic and other styles).	<i>Modern</i> : Overall form composed by curved lines and rounded corners, <i>Aggressive</i> : Sharp edges combined with streamlined appearance, <i>Classic</i> : Overall form based in straight lines, with clear identification of the form, <i>Specific style</i> : Overall form based on specific stylistic form features.

Quadro 2: Basic Aesthetics Configuration Criteria, Guidelines and Methods
 Fonte: <http://www.labcad.ufrj.br/desenvolvimento/metodos.php>

1.6 Cronograma de atividades

Para a organização de datas, foi feito um cronograma de atividades para o ano de 2011, como consta a seguir:

FASE DO PROJETO	Mai	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Definição do Tema										
Pesquisa de dados sobre o tema										
Conceituação formal										
Desenvolvimento técnico										
Construção do modelo em escala										
Entrega do relatório										
Apresentação para banca examinadora										

Quadro 3: Cronograma de atividades

Fonte: O autor (2011)

2 LEVANTAMENTO, ANÁLISE E SÍNTESE DE DADOS

Como já havia sido feito um projeto de cadeira de rodas para terrenos acidentados por parte do graduando no sexto período do curso de Desenho Industrial, já se possuía materiais e fontes sobre o assunto.

Na pesquisa para o projeto anterior constavam informações sobre mobilidade reduzida e de posição sentada, além da análise de cadeiras de rodas, bicicletas e demais equipamentos de locomoção destinados a terrenos acidentados e de difícil locomoção. Algumas das características observadas em relação a esses produtos serviram de material para o desenvolvimento da cadeira de rodas para praia.

No projeto antigo, as características buscadas foram estabilidade, conforto e capacidade de sobrepor obstáculos que dificultassem a locomoção do usuário. Para a praia, no entanto, devem ser somados a isso elementos específicos para contato com a água salgada, entrada de areia e proteção aos raios solares ultravioleta.

2.1 Pesquisa sobre pessoas com mobilidade reduzida

Para entender os problemas enfrentados pelos usuários de cadeiras de rodas, foi feita uma pesquisa envolvendo as pressões dos tecidos sob a pele e os diversos tipos de lesão medular, principalmente de membros inferiores, além de uma pesquisa ergonômica sobre a posição sentada.

2.1.1 A paraplegia

Entende-se por paraplegia o quadro clínico resultante da lesão da medula espinhal, que, dependendo da altura, pode ocasionar a paralisção do tronco, da pélvis, das pernas e dos pés. As pessoas com paraplegia não possuem sensibilidade nem controle na região inferior à da lesão, podendo também ter o fenômeno chamado espasticidade. Segundo Lance (1980), espasticidade é definida como “desordem motora caracterizada pelo aumento (...) do tônus muscular, com exacerbação dos reflexos profundos, decorrente da hipersensibilidade do reflexo de estiramento.”

Ela constitui, então, um movimento involuntário persistente causado por uma condição neurológica anormal. Esse movimento involuntário dificulta o equilíbrio do paraplégico, mesmo em posição sentada.

O quadro mais crítico resultante de lesão é a tetraplegia. Provocada pela lesão da coluna cervical, causa a paralisia dos braços, dedos, tronco, pélvis, pernas e pés. A pessoa tetraplégica não tem sensibilidade nem controle sobre nenhuma dessas regiões, sendo incapaz de se equilibrar sozinha na posição sentada. (COTTA; HEIPERTZ; LEUBE, 1975)

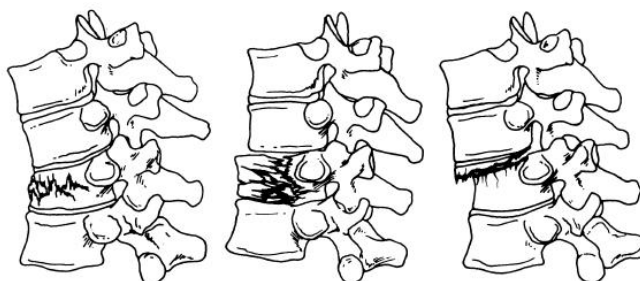


Figura 1: Lesão por compressão, lesão por fratura e lesão por rotação
 Fonte: <http://www.jbjs.org/data/Journals/JBJS/504/1115.pdf>

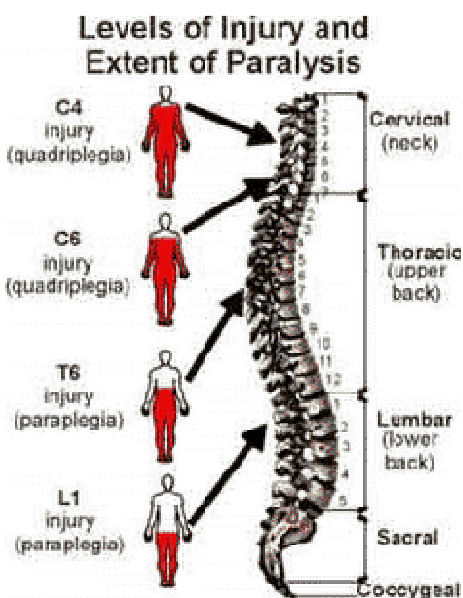


Figura 2: Esquema lesional
 Fonte: <http://www.deficienteciente.com.br/2009/08/paraplegia-e-tetraplegia-parte-2.html>

2.1.2 Pressões sob a pele na postura sentada

O desconforto comum da pessoa normal é na região lombar. Isso não acontece tanto no deficiente de membros inferiores porque ele não tem a musculatura que deforma os elementos da coluna lombar (discos, ligamentos etc.), sendo a maior preocupação a escara, consequência da pressão prolongada na pele sobre as tuberosidades isquiáticas.

As tuberosidades isquiáticas são as proeminências ósseas mais próximas do assento, exercendo sobre a pele a maior pressão da postura sentada (Figura 3) (LUEDER, 1994). Essa pressão desloca os tecidos musculares e a gordura da região, deixando os ossos pressionarem a pele, o que após um tempo começa a comprometer a circulação, necrosando a pele, provocando assim as feridas chamadas escaras. O tempo de necrose é atingido entre 10 e 15 minutos, se a pessoa permanecer imóvel, e provoca sensação de queimação. A pessoa sem sensibilidade nos membros inferiores não sente esse desconforto, por isso deve, segundo Cotta, Heipertz e Leube (1975), ser treinado para diminuir a pressão sobre as nádegas usando um braço ou ambos. As coxas também estão sujeitas a pressões na posição sentada.

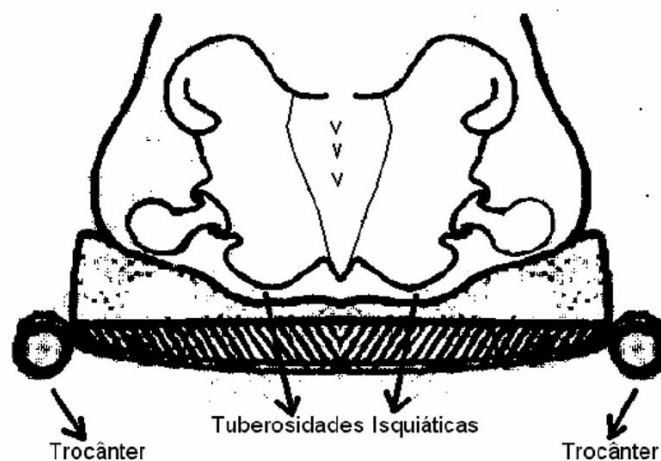


Figura 3: Apoios da pelve sobre almofada: ao centro, as tuberosidades isquiáticas
 Fonte: <http://www.deficienteciente.com.br/2009/08/paraplegia-e-tetraplegia-parte-2.html>

2.2 Pesquisa sobre posição sentada

Para o cadeirante, o conforto na posição sentada é muito importante por ser a posição que ele deverá ficar na maior parte do seu tempo, podendo trazer diversos problemas posturais. No entanto, esses problemas são geralmente consequências de complicações musculares que não interferem na anatomia das pessoas com paraplegia.

2.2.1 Anatomia da postura sentada

A coluna vertebral é dividida em três regiões: cervical, torácica e lombar, e, ligados à coluna estão o sacro (centro de equilíbrio do ser humano) e o cóccix, sendo a sustentação feita pelos músculos espinhais. A postura ideal deve seguir esse alinhamento em pé ou sentado.

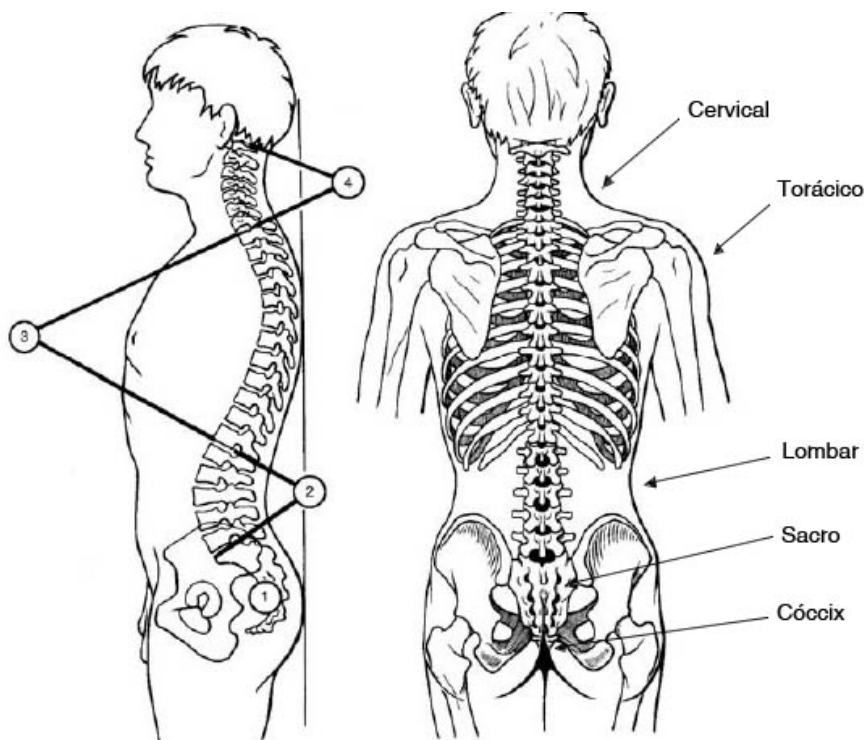


Figura 4: Esquema da coluna vertebral
Fonte: KAPANDJI (2000)

2.2.2 Ergonomia da postura sentada

As vantagens da posição sentada para o ser humano são, principalmente, a diminuição do gasto de energia e do esforço nos membros inferiores. Segundo Grandjean (1973), a angulação de 110° do assento em relação ao encosto favorece o relaxamento dos músculos espinhais e diminui a pressão sobre os discos intervertebrais. No entanto, como visto anteriormente, não é possível manter-se na mesma posição por um tempo elevado, pois é sentida uma grande sensação de desconforto e dor. Essa mudança de posição leva, geralmente, à rotação das vértebras, principalmente em pessoas com a lordose lombo-sacra muito rígida, buscando sempre uma posição de relaxamento dos músculos, o que pode significar, por exemplo, jogar o corpo para frente ou para trás, torcer a bacia ou dobrar o tronco sobre as coxas.

Buscando o perfil ideal de cadeiras de descanso, Grandjean (1973) fez uma série de testes, que resultaram nas seguintes medidas: inclinação do assento entre 25° e 26° ; ângulo entre assento e encosto entre 105° e 108° e altura do assento ao chão entre 37 e 38 cm. A região lombar, mais que as outras regiões, precisa estar apoiada, pois é a região mais tensionada na posição sentada.

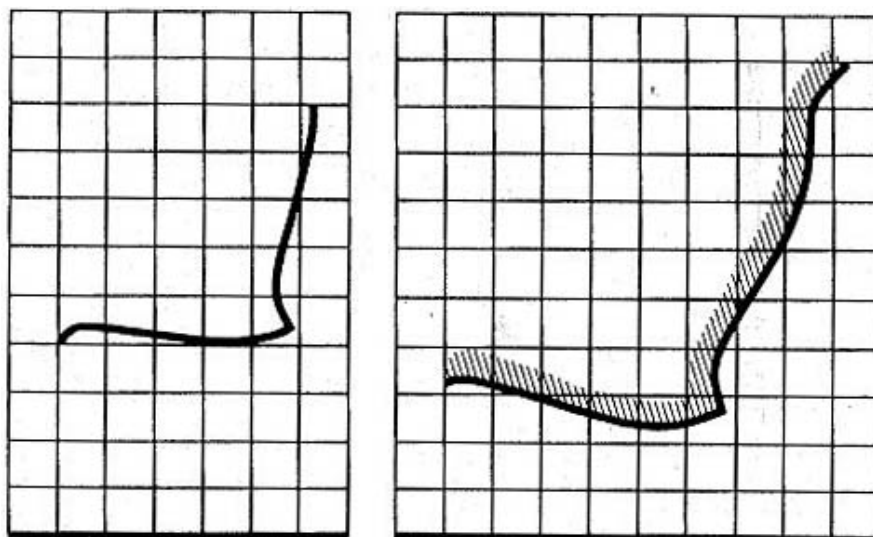


Figura 5: Perfil de assento de cadeira multiuso e de poltrona para descanso
 Fonte: GRANDJEAN (1973, p. 65)

2.3 Cadeiras de rodas existentes

Abaixo estão listadas algumas das cadeiras pesquisadas durante todo o processo de desenvolvimento do projeto, assim como seus pontos fortes e fracos.

2.3.1 *Aktiva Ultra Lite X*

A Aktiva Ultra Lite X é uma cadeira da Ortobras, empresa brasileira de produtos para pessoas com mobilidade reduzida. Ela foi estudada por ser um modelo econômico de cadeira de rodas convencional. Trata-se de uma cadeira sem grandes valores estéticos, sendo basicamente um produto funcional. Sua estrutura é formada por tubos de alumínio aeronáutico temperado, presentes em grande quantidade para dar maior resistência, aumentando, no entanto, o peso e a quantidade de material gasto e processos de fabricação. As quatro rodas, tanto frontais quanto traseiras, dotadas do sistema *quick release*, são finas, importante para a passagem por portas e uso de elevadores, mas inviáveis para o uso na areia, e possuem rolamento blindado, o que facilita o movimento mas permite a entrada de areia, comprometendo em pouco tempo a qualidade do produto. A estrutura é dobrável em X, através de tubos cruzados sob o assento, o que facilita muito o transporte, mas também significaria perda de qualidade em pouco tempo graças ao atrito da areia com os encaixes. Para fixar os pés, existe um par de pedais, que pode ser removido. A cadeira Aktive Lite é um produto para a vida cotidiana, sendo inviável para qualquer tipo de terreno acidentado, quanto mais à praia.



Fotografia 4: Cadeira *Aktiva Ultra Lite.X*

Fonte: <http://www.ortobras.com.br/produtos-detalle.aspx?id=10&categoria=37&linha=17>

2.3.2 *Colours Tremor*

Colours Wheelchair é uma empresa americana de cadeira de rodas reconhecida pelo uso de tecnologia e design sofisticados, com modelos para uso diário, prática de esportes e lazer. Para a praia, a empresa oferece a cadeira Tremor. Trata-se de uma cadeira ágil comum, mas com um par de rodas traseiras largas, chamadas Fatso. Essa roda, no entanto, oferece alguns problemas nas areias cariocas: a banda de rodagem é de apenas 4 polegadas, cerca de 10 cm, insuficiente para girar em areia fofa; o aro possui muitas concavidades, permitindo a entrada de areia e dificultando a limpeza; o aro de impulso fica muito afastado, o que dificulta a pega confortável. Além disso, as rodas frontais são muito pequenas para a areia fofa das praias cariocas; o comprimento total da cadeira é muito curto, podendo tombar facilmente; o apoio para os pés não os prende; a cadeira não é dobrável, dificultando o transporte; não possui apoio para os braços. A Colours Tremor possui um design atraente e ousado, com poucas peças tubulares de alumínio anodizado e assento de nylon.



Fotografia 5: Cadeira *Colours Tremor*.

Fonte: http://www.colourswheelchair.com/products/prod_tremor.htm

2.3.3 *Beach Hippocampe*

A cadeira Beach Hippocampe é um produto da Vipamat, empresa de produtos para pessoas com deficiências. De design francês, é reconhecida mundialmente, tendo já recebido premiações graças ao seu design inovador.

Trata-se de uma cadeira de aparência esportiva, pequena e longa, possuindo três rodas, sendo um par de maior diâmetro na altura do assento e uma roda à frente, depois do apoio para os pés, conferindo muita estabilidade. As rodas traseiras possuem uma solução interessante para areias duras ou praias de pedras, mas inviável nas areias fofas: cada lado possui duas rodas, aumentando a superfície de contato. Essa solução, porém, ainda deixa uma banda de rolagem insuficiente. A roda dianteira é mais larga, capaz de ultrapassar diversos obstáculos, mas compromete o movimento de curva da cadeira já que não existe um eixo vertical sobre essa roda. Outra solução é a existência de uma caixa de apoio para os pés, posicionada antes da roda frontal, protegendo os pés e as pernas de diversos movimentos indesejados e acidentes. O acesso, no entanto, é um pouco difícil, pois as pernas devem ser levantadas sobre os tubos estruturais para serem acomodadas. A cadeira é facilmente desmontável através do sistema Quick Release e suas partes podem ser bem organizadas. Os elementos que mais chamam atenção são os tubos compridos e curvos de alumínio anodizado que servem de estrutura para o assento, encosto, caixa para os pés, eixos das rodas e empurrador. Seu formato tem um valor estético muito grande, garantindo à Beach Hippocampe elegância e esportividade. O preço gira em torno dos 10 mil dólares.



Fotografia 6: Cadeira *Beach Hippocampe*
Fonte: http://www.scooterdirect.com/Hippocampe_140.htm

2.3.4 *Mobi-Chair*

A *Mobi-Chair* é uma cadeira da Deschamp Mat Systems, empresa fundada na França em 1860 de sistemas de conexões de áreas de lazer, aeroportos, petróleo e organizações de defesa. Hoje, tem sede nos Estados Unidos.

A *Mobi-Chair* é uma cadeira anfíbia de alta qualidade, estruturada por tubos de alumínio anodizados e suportada por três rodas iguais de borracha, da marca Sunny, de Taiwan. Essa roda de borracha possui grande superfície de contato, permitindo que a cadeira se mova facilmente sobre a areia, mas é muito pesada, tendo por volta de quatro quilos cada, e não pode ser impulsionada pelo próprio cadeirante devido ao seu diâmetro pequeno. O assento é de tecido de nylon, semelhante ao de cadeiras de praia, e o encosto apóia as costas inteiras e a cabeça, garantindo maior conforto. Um elemento interessante do produto é o par de bóias presas nas laterais, servindo também como apoio de braço. Em conjunto com a roda frontal, elas oferecem uma excelente flutuação na água com o usuário sobre a cadeira, mas, devido ao ângulo e à altura, pode ser prejudicial aos ombros. A cadeira é facilmente compactável e desmontável, possuindo sistema *quick release* nas rodas, nas bóias e no sistema de fixação da estrutura tubular, que pode ser dobrada sobre si mesma.



Fotografia 7: Cadeira *Mobi-Chair*

Fonte: <http://www.verti-go.co.za/products.aspx?ID=17>

2.3.5 Ortobras Tropical

A cadeira Tropical é outro produto da empresa nacional Ortobras, desta vez específica para a praia. É uma das cadeiras disponibilizadas pela ONG Adaptsurf.

Trata-se de uma cadeira muito simples, semelhante a uma cadeira de praia comum. Composta por tubos de alumínio aeronáutico temperado que dobram sobre si mesmos facilmente, tecido de nylon e apenas duas rodas, da marca Sunny, que possuem grande banda de rolagem, rodando com muita facilidade sobre a areia. No entanto, o uso de apenas duas rodas dificulta o movimento, pois a parte da frente deve ser elevada, tornando ainda impossível a impulsão independente e a flutuação na água.



Fotografia 8: Cadeira Ortobras Tropical

Fonte: <http://www.ortobras.com.br/produtos-detalle.aspx?id=94&categoria=37&linha=17>

2.3.6 Tok Leve Praiana 4R

A cadeira Praiana 4R é um produto da empresa brasileira Tok Leve. É uma das cadeiras disponibilizadas pela ONG Adaptsurf.

A Praiana é uma cadeira anfíbia sem grandes valores estéticos, mas com soluções funcionais interessantes. Estruturada por tubos de alumínio aeronáutico temperado, é suportada por quatro rodas da marca Roleez, de patente americana, desenvolvida especialmente para a praia. Essa roda inflável de borracha é muito leve, resistente e com excelente flutuabilidade, além de possuir bom atrito para fazer impulso com as mãos. No entanto, são rodas muito caras, ainda mais por serem importadas, e não existem equivalentes no mercado nacional. A disposição das rodas, duas grandes

na frente e duas menores atrás, auxiliam na flutuação, mas atrapalham a direção da pessoa que for empurrar, que pode chutar acidentalmente as rodas traseiras. Além disso, o empurrador fica em uma altura muito baixa, sendo muito desconfortável para pessoas altas. Os apoios de braço podem ser desencaixados, o que ajuda na entrada ou saída do cadeirante, mas atrapalha por ser uma peça solta.



Fotografia 9: Cadeira Tok Leve Praiana 4R
Fonte: O autor (2011)

2.4 Rodas existentes

Parte fundamental do projeto, as rodas garantem que o usuário possa se locomover sobre a areia sem dificuldades.

Abaixo estão listadas algumas das rodas pesquisadas durante todo o processo de desenvolvimento do projeto, assim como seus pontos fortes e fracos.

2.4.1 Tente DQP pneumática

Roda de superfície de rolagem pneumática de borracha texturizada, perfil maciço e rolamento maciço de esferas. Possui 30 cm de diâmetro e 10 cm de banda de rodagem, com 2 kg de peso total. A largura é insuficiente para andar na areia, o que poderia ser solucionado usando-se duas rodas unidas em cada lado, como na cadeira Hippocampe. Isso, no entanto, elevaria o peso para 4 kg, pesado demais para o produto.



Fotografia 10: Roda Tente DQP

Fonte: http://br.tente.com/PT/cat330/am2990_rodas_institucionais.html

2.4.2 Tente DQR pneumática

Roda semelhante à anterior, porém com superfície menos texturizada, diâmetro de 40 cm, peso de 2,5 kg e rolamento de agulhas. O diâmetro maior proporciona maior conforto para o usuário independente, que impulsiona a cadeira sem ajuda de outra pessoa.



Fotografia 11: Roda Tente DQR

Fonte: http://br.tente.com/PT/cat330/am2971_rodas_institucionais.html

2.4.3 Tente PNP

Bela roda composta por espuma de poliuretano na superfície, núcleo de polipropileno e rolamento rígido de esferas. Possui 20 cm de diâmetro, 5 cm de largura e pesa 400 g. Uma roda de rodagem maciça possui grande vantagem por não ser descontinuada devido a furo e não precisa de calibragem. O diâmetro é muito pequeno

para a roda principal, mas é bom para rodas menores. A largura da roda, no entanto, é muito pequena, sendo dificilmente manipulada sobre a areia.



Fotografia 12: Roda Tente PNP

Fonte: http://br.tente.com/PT/cat200/am2163_rodas_institucionais.html

2.4.4 *Wheeleez Baloon Wheels*

Roda pneumática de baixa pressão especialmente desenvolvida para a areia pela empresa americana Wheeleez, é composta de poliuretano e núcleo de polipropileno. Possui 42 cm de diâmetro e 20 cm de banda de rodagem, pesando 2,5 kg. Essa é a roda usada pela cadeira Tokleve Praiana, da ONG Adaptsurf. Suas medidas são excelentes para qualquer tipo de areia, podendo girar sem nenhuma dificuldade. É uma roda muito resistente aos raios do sol e ao sal e ainda oferece excelente flutuabilidade. No entanto, é uma roda cara e importada, o que não condiz com os objetivos do projeto.



Fotografia 13: Roda Wheeleez

Fonte: <http://www.wheeleez.com/beach-wheels-polyurethane.php#WZ142U>

2.4.5 *Beach Wheels Large*

Roda semelhante à da Wheeleez, com mesmas medidas, porém feita de borracha e núcleo de fibra de vidro, pesando no total 3,2 kg. A ONG Adaptsurf possui uma cadeira com essa roda. Apesar de girar sobre a areia muito bem, seu peso dificulta o movimento e principalmente o armazenamento, além de perder a flutuabilidade.



Fotografia 14: Roda Beach Wheels Large

Fonte: <http://beachwheels.health.officelive.com/LargeBeachwheel.aspx>

2.4.6 *Truckmar L200*

Roda rígida inteiriça usada em carretas desmontáveis de embarcações fabricadas pela empresa Truckmar, de Niterói. Possui 44 cm de diâmetro e 20 cm de banda de rodagem, pesando 4 kg. Por ser uma roda de peça única rígida, ela não fura e não esvazia, evitando gastos com manutenção. Sua forma, com interior cônico, permite boa pega com as mãos, assemelhando-se ao aro de impulsão de cadeiras de rodas comuns. As dimensões são excelentes para o deslocamento na areia, girando sem nenhuma dificuldade. Um fator negativo seria o peso, elevado demais, mas o dono da empresa ofereceu-se para criar o mesmo produto com metade do peso, o que teria consequência apenas na diminuição da carga máxima suportada. Os materiais usados proporcionam alta resistência mecânica e proteção aos raios ultravioletas e salinidade.

Essa roda atende a várias demandas do projeto, lembrando ainda que se trata de uma empresa nacional e com preço acessível. O preço da unidade é 258 reais.



Fotografia 15: Roda Truckmar L200

Fonte: <http://www.truckmar.com.br/galeria/rodas%20rigidas.doc>

2.4.7 Truckmar F80

Semelhante à roda L200 em seu uso, materiais e características estruturais, a F80 difere-se pelo diâmetro de 37 cm e banda de rodagem de 8 cm. Assim como a roda grande, oferece a vantagem de não furar nem esvaziar e possuir superfície suficiente para não prender na areia, caso seja usada em uma posição sujeita a menos forças (extensão para frente ou trás, longe do assento). O preço da unidade é 118 reais.



Fotografia 16: Roda Truckmar F80

Fonte: <http://www.truckmar.com.br/galeria/rodas%20rigidas.doc>

2.5 Requisitos e restrições do projeto

Depois de avaliar os produtos já existentes no mercado hoje em dia e as necessidades dos usuários de cadeiras de rodas, foram determinados os conceitos a serem buscados durante o desenvolvimento do projeto. O objetivo principal do projeto é criar uma cadeira de rodas que viabilize ao seu usuário se locomover sobre a areia sem dificuldades e, para isso, a cadeira a ser desenvolvida deve possuir a superfície de contato com o solo grande o suficiente para não afundar na areia e a estabilidade necessária para passar por terrenos diversos sem tombar e sem causar desconforto ao usuário. A cadeira de rodas deve possuir rodas especiais, muito largas, resistentes à areia, ao sol e ao sal, que possibilitem a locomoção sobre a areia sem emperrar. É essencial, também, que a cadeira seja desmontável ou dobrável, preferencialmente dobrável, principalmente para possibilitar seu transporte.

Ergonomicamente, é desejável que a cadeira possa ser confeccionada em apenas um tamanho, acomodando adequadamente pessoas de ambos os sexos e de estatura e peso diferentes. Uma vez que o produto deverá ser usado como serviço público nas praias, o tamanho único facilitará a produção e a distribuição do modelo nos postos. A angulação de descanso das pernas deve considerar a melhor posição para evitar ou amenizar a espasticidade, com a existência de cinto de segurança e apoio de braços forte.

Deve haver uma preocupação específica também quanto à escolha da estrutura e do material a ser utilizado nos assentos e encostos, pois o atrito desse material com a roupa e/ou pele do usuário pode causar problemas de pele como escaras, principalmente quando o usuário não possui sensibilidade nos membros inferiores. Além disso, todos os materiais devem ser resistentes aos raios ultravioleta e à salinidade.

3 CONCEITUAÇÃO FORMAL DO PROJETO

Após o levantamento e análise de dados, foi feita uma série de alternativas e conceitos formais para a cadeira de rodas para praia.

3.1 Desenvolvimentos de alternativas e ideias básicas

As primeiras ideias formais para o projeto giraram em torno principalmente da quantidade, tamanho e posição de rodas e da curvatura dos tubos. Com quatro rodas (Figura 6), poderiam ter: um par pequeno na frente e um par grande atrás; um par grande na frente e um par pequeno atrás; dois pares grandes; dois pares pequenos. Com três rodas (Figura 7), poderiam ter: uma pequena na frente e um par grande atrás; uma grande na frente e um par pequeno atrás; um par pequeno na frente e uma grande atrás. Com duas ou uma roda apenas seria necessário o envolvimento de novas tecnologias não interessantes ao projeto, e mais de quatro rodas seria uso desnecessário. Os tubos poderiam ter curvaturas que formassem formatos triangulares, a exemplo das cadeiras Hippocampe e Mobi-chair, ou quadrados, a exemplo das cadeiras Aktive Lite e Tropical. As ideias iniciais levaram em consideração o uso do sistema de compactação das cadeiras de praia comuns. As ideias procedentes já visavam um sistema diferente.

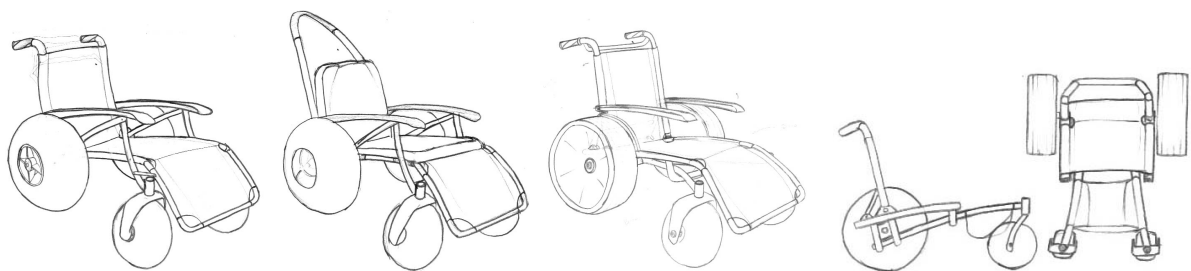


Figura 6: Croquis de formas com quatro rodas
Fonte: O autor (2011)

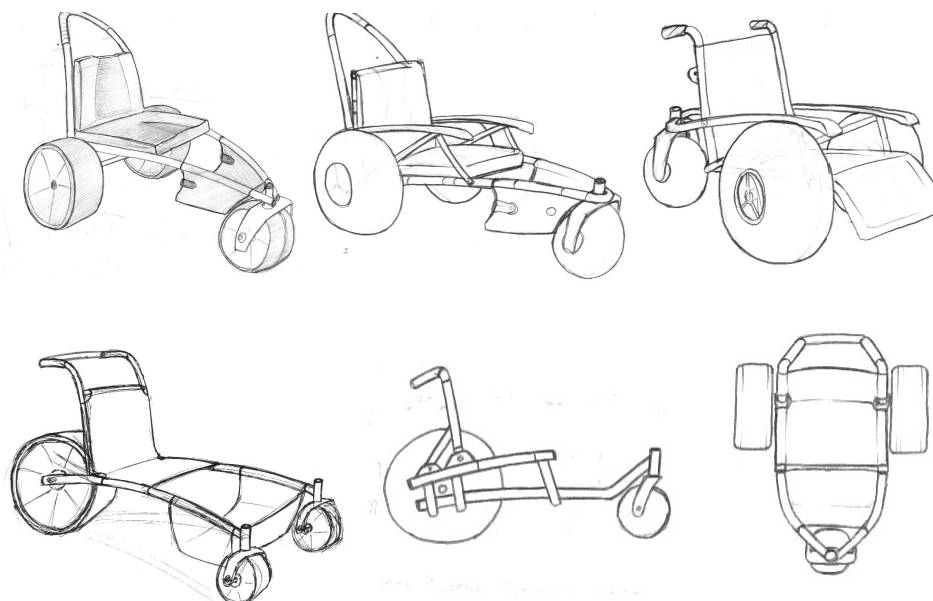


Figura 7: Croquis de formas com três rodas
Fonte: O autor (2011)

3.2 Exame e seleção de alternativas

As ideias desenvolvidas foram analisadas seguindo os objetivos do projeto. Por questão de redução de custo, as alternativas com três rodas foram superiores às de quatro rodas, além do que, uma base de apoio sobre três pontos proporciona bom equilíbrio, principalmente se os pontos forem bem afastados. Por isso, foram escolhidas as soluções com um par de rodas grandes próximas ao assento e uma roda menor mais afastada, depois do apoio dos pés. Com essa disposição, as rodas maiores suportam o centro de gravidade quando o produto está em uso, enquanto a roda menor confere estabilidade, não havendo necessidade da largura tão grande. Uma vez que o produto tem três rodas, é necessária uma estrutura triangular para a roda frontal.

Os modelos de roda que mais apresentaram vantagens, segundo os objetivos do projeto, foram a Truckmar L200 e F80. Ambas grandes o suficiente para o uso na praia, possuem toda a proteção ao sal e sol, são resistentes, não furam nem esvaziam, flutuam, possuem qualidade estética e são produtos nacionais, de uma empresa reconhecida no ramo naval.

Nenhum eixo deve possuir rolamento, pois pode entrar areia na peça e travar o movimento. Os eixos devem ser simples, fáceis de limpar e não deve haver atrito de duas peças metálicas, pois isso pode corroer a proteção antioxidante.

O sistema de compactação de cadeira de praia comum, apesar de muito eficiente, dificultaria o acesso ao assento, pois haveria elementos do sistema nas laterais do usuário, que teria que desviar deles. Uma solução de compactação diferente que permita livre acesso é muito mais vantajosa.

Outro problema de acesso seria a existência de tubos laterais sobre o apoio dos pés, obrigando o usuário a levantar as pernas para entrar ou sair da cadeira. A solução apresentada pela cadeira Mobi-chair, que dispõe de tubos laterais que estruturam um tecido raso, permitiria o acesso das pernas sem inconvenientes. Esses tubos devem possuir um comprimento que vai desde a parte de trás do assento, vindo por baixo, até o eixo vertical da roda frontal. Nele se estrutura, além do eixo mencionado, o eixo da roda traseira e os elementos de suporte do assento.

O encosto deve ser inclinado para trás, com angulação de mais ou menos trinta graus, formando uma posição de repouso, e o assento deve ser largo o suficiente para atender o percentil 95%. O tecido utilizado deve ser resistente ao sol, ao sal e à água (impermeável), possuir atrito suficiente para a pele não escorregar (evitando que o usuário saia da posição) e arejado. Para maior segurança, principalmente para pessoas sem movimento do tronco, é necessário o desenvolvimento de um cinto, tanto para a região superior quanto para os pés, evitando que eles escapem do apoio. O cinto, no entanto, deve ser de fácil engate, servindo mais como apoio, pois em uma situação de emergência dentro d'água o cinto poderá dificultar o resgate. Por segurança também, as cores usadas devem ser muito chamativas. O apoio de braços deve ser inclinável para trás, forte o suficiente para suportar o peso do cadeirante, que frequentemente precisará se apoiar nele para mover-se, melhorando a circulação e evitando o surgimento de escaras. Pelo mesmo motivo, o assento deve possuir uma pequena curva na frente para aliviar a pressão sobre as coxas. Assim como a Mobi-Chair, um pequeno gancho deve existir para que a cadeira possa ser puxada com uma corda.

Por questões estéticas, o empurrador deve ter as curvaturas de forma quadrada, não conflitando com a forma triangular da estrutura frontal.

4 RESULTADOS

A forma do projeto foi definida, bem como suas funções, medidas, peças, materiais e cores, modelada então no programa SolidWorks. O conceito final é uma cadeira com três rodas, duas grandes e uma menor, com apoio de pés raso, assento compactável e braços escamoteáveis. Seu design jovem, sólido e esportivo inspira segurança e seduz o usuário, acostumado com equipamentos ortopédicos sempre muito parecidos.



Figura 8: Resultado
Fonte: O autor (2011)

As duas rodas Truckmar L200 foram posicionadas ao lado do assento, onde está o centro de gravidade da cadeira em uso, oferecendo assim maior superfície de contato com a areia na região onde existe mais peso. Essa posição também permite que o usuário impulse as rodas com as mãos, podendo ainda aproveitar a forma cônica do interior da roda para usá-la como se fosse um aro de impulso (Fotografia 15). Por ser uma roda muito larga, foi posicionada um pouco atrás das nádegas do usuário, abrindo espaço livre para o acesso tranquilo à cadeira. A roda Truckmar F80 foi posicionada na extremidade frontal da cadeira, sob um garfo com eixo vertical, garantindo grande estabilidade e possibilidade de fazer curvas sem dificuldades.



Fotografia 17: Pega da roda Truckmar L200, aproveitando a sua forma cônica
Fonte: O autor (2011)

O apoio de pés é comprido o suficiente para ser usado pelo percentil 95%, não possui nenhum obstáculo lateral para o acesso do usuário e conta com uma extensão do tecido que cobre a roda frontal, garantindo que a areia na roda não vá para o apoio dos pés. Ele conta também com um cinto de segurança de fácil engate e desengate, servindo para que as pernas não caiam da cadeira, desestabilizando o usuário. Sua estrutura tubular possui, ainda, um pequeno gancho soldado à extremidade frontal, permitindo que a cadeira seja puxada por uma corda.



Figura 9: Perfil da cadeira. Sua extensão alongada permite uso de pessoas grandes, existem cintos de segurança no encosto e no apoio de pés e um pequeno gancho é soldado na frente para poder ser puxada por uma corda (no detalhe).
Fonte: O autor (2011)

O assento é largo o suficiente para ser usado por pessoas obesas, formando uma pequena curva na extremidade frontal, aliviando a pressão sobre as coxas. Ao lado dele, apoios de braço escamoteáveis e acolchoados servem para facilitar o acesso, para aumentar o conforto e para que o cadeirante possa se apoiar eventualmente para mudar de posição, evitando o surgimento de escaras.

O encosto é grande o suficiente para apoiar a maior parte das costas do usuário de percentil 95%, sendo inclinado para trás, favorecendo o relaxamento na posição sentada. A estrutura tubular é de uma peça única, que curva para trás formando o empurrador, oferecendo duas posições de pega. Conta também com um cinto de segurança pélvico de rápido engate e desengate, servindo para que o usuário tenha melhor estabilidade na cadeira, não deslizando para frente.

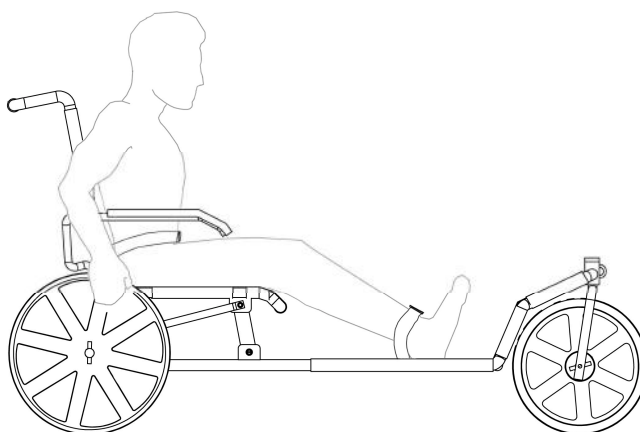


Figura 10: Esquema de uso da cadeira de rodas por um homem percentil 95%.
Fonte: O autor (2011)



Figura 11: Curvatura do assento, apoios de braço articulados e cinto pélvico

Fonte: O autor (2011)

O produto é compactável, reduzindo a altura da estrutura pela metade, o que auxilia no transporte e no armazenamento. O sistema desenvolvido funciona pela rotação de tubos paralelos, fixados por tubos telescópicos na diagonal com um elemento de trava. Dessa forma, o assento pode ser dobrado para frente.

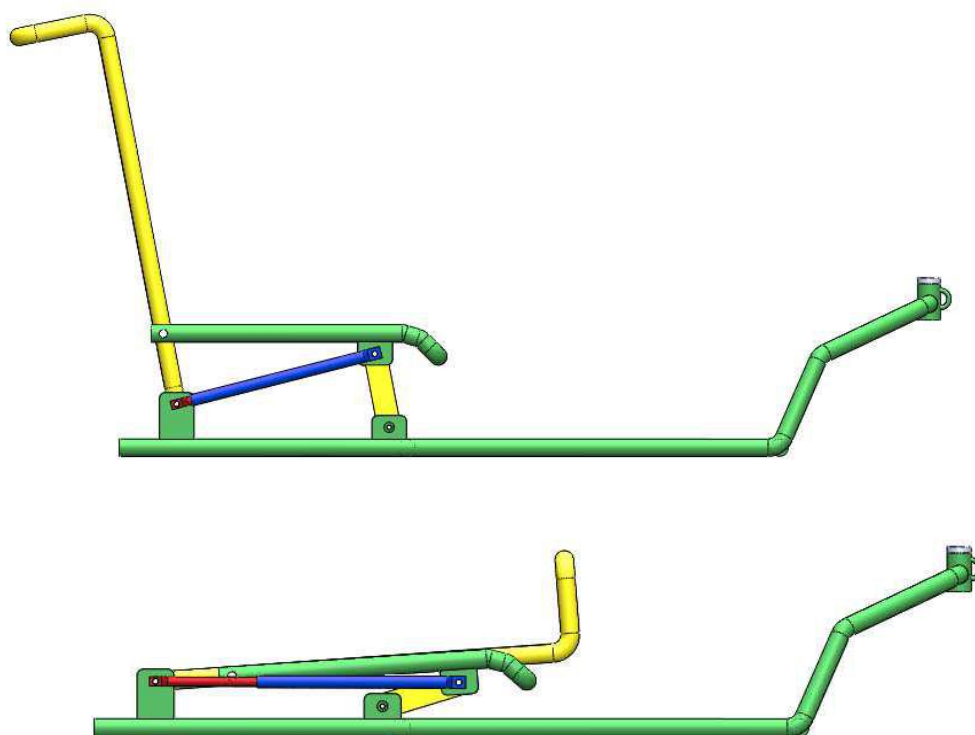


Figura 12: Sistema de compactação: aberto e fechado

Fonte: O autor (2011)

Para melhor visualizar a cadeira na paisagem da praia, foram feitas algumas imagens de ambientações com o renderizador KeyShot.



Figura 13: Ambientação da cadeira de rodas
Fonte: O autor (2011)

4.1 Dimensionamento

As dimensões gerais da cadeira de rodas são 175 cm de comprimento, 95 cm de largura e 94 cm de altura (reduzindo para 48 cm quando totalmente fechada).

Por possuir três rodas, sendo uma afastada, posicionada após o apoio dos pés, a cadeira é bastante longa, e, por possuir duas rodas com banda de rodagem grandes, a largura também é grande.

O eixo da roda traseira fica a 22 cm do chão e a estrutura tubular inferior encontra-se soldada ao tubo do eixo, a 19 cm do chão. Essa estrutura possui 143 cm de comprimento total, fazendo a primeira dobra aos 114. Nessa estrutura encontra-se o apoio para os pés, com 50 cm de comprimento e 50 cm de largura. O cinto fica a 25 cm do início do apoio.

A estrutura do assento encontra-se 17 cm acima da anterior, a 40 cm do chão. O assento possui 40 cm de comprimento e 50 cm de largura, largo o suficiente para uma pessoa obesa. O encosto, fazendo 25° com o assento, possui 57 cm de altura e 46 cm de largura, apoiando bem a maior parte das costas. O cinto fica a 6 cm de altura.

O apoio de braço fica a 21 cm do assento, contendo 46 cm de comprimento, sendo 34 cobertos com uma borracha, de 5 cm de largura.

As rodas L200 possuem 44 cm de diâmetro e 20 cm de banda de rodagem; as rodas F80 possuem 37 cm de diâmetro e 8 cm de banda de rodagem. Ambas tem eixo de uma polegada e a distância entre as grandes e a pequena é de 135 cm.

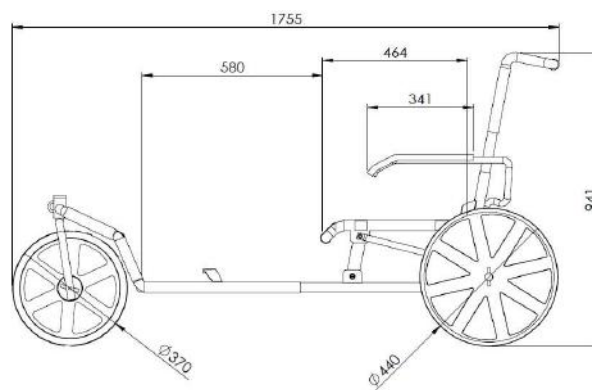


Figura 14: Medidas gerais em milímetros da cadeira montada na vista lateral. Unidade em mm.
Fonte: O autor (2011)

4.2 Determinação dos materiais

Todos os materiais escolhidos são resistentes aos raios ultravioletas do sol, ao sal e à água. No total, são cinco materiais: alumínio, polietileno, nylon, poliuretano e aço inoxidável.

Os tubos são de alumínio anodizado com pintura eletrostática, sendo os estruturais com 3 cm de diâmetro (5 mm de parede) e os outros com 2 cm de diâmetro (3 mm de parede). Material muito leve e resistente, é o mesmo usado na confecção de carretas na empresa Truckmar e em bons modelos de cadeira de rodas para praia, como a Hippocampe e a Mobi-chair.

As rodas são de polietileno de alta densidade com proteção ultravioleta, o que garante dureza, resistência para até cem quilos cada, pesando apenas 2 kg a grande e 1 kg a pequena.

O encosto, o assento e o apoio de pés são feitos de tecido de nylon, assim como as cadeiras Tropical e Mobi-chair. Material barato e muito resistente, proporciona ainda o arejamento, limpeza rápida e atrito. O cinto também é constituído de tecido de nylon, com espessura de 3 mm, além da fivela, de nylon rígido. As peças de rotação e arruelas também são de nylon rígido, garantindo resistência e evitando o atrito de dois metais, que se desgastariam rapidamente. O apoio de braço, por sua vez, é feito de poliuretano injetado, dando aderência e amortecimento.

Os demais elementos são parafusos e porcas de aço inoxidável.

4.3 Processos de fabricação

Ao todo são dez processos de fabricação. São eles: extrusão de perfis de alumínio, corte, dobra, amassar, perfuração, soldagem de alumínio, anodização, pintura eletrostática, rotomoldagem, tecido e injeção.

Os tubos de alumínio são provenientes do processo de extrusão. Eles são cortados em um esmeril ou em uma cortadora de tubos pneumática, perfurados, dobrados em uma curvadora hidráulica e soldados com solda TIG, garantindo ótimo

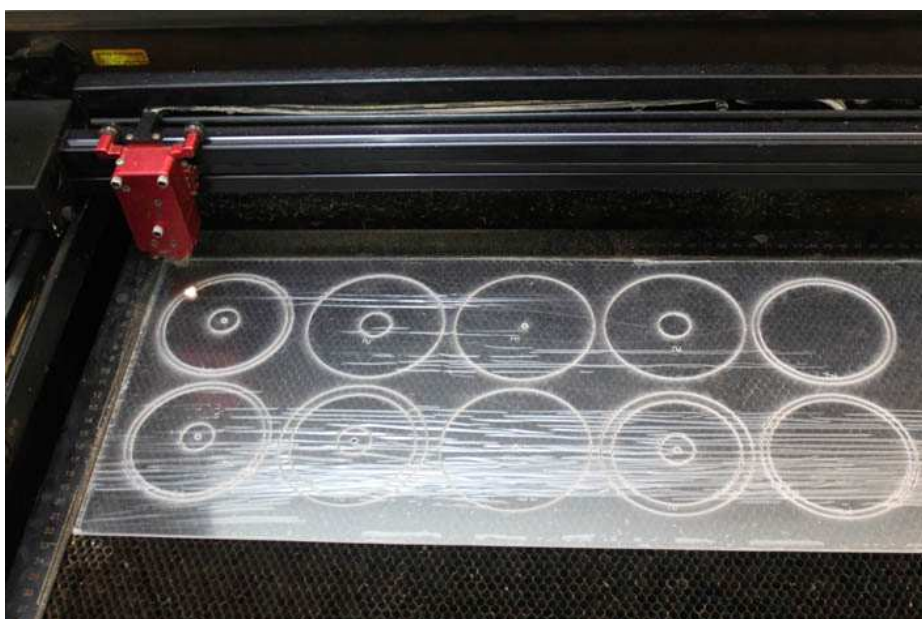
acabamento e ótimas qualidades mecânicas. Depois de montada a estrutura, ela deve passar pelo processo de anodização, aumentando a resistência à corrosão, e então pela pintura eletrostática a pó, dando coloração, ótimo acabamento e proteção. Algumas peças precisam ter a ponta achatada.

As rodas, por serem compostas por apenas uma peça oca, são feitas pelo processo de rotomoldagem. O tecido, composto por fios de nylon, é cortado e costurado na cadeira, preso com parafusos nos tubos. O apoio de braço é feito pelo processo de injeção de poliuretano, dando bom acabamento e precisão.

5 APRESENTAÇÃO

Para a apresentação do produto, foram desenvolvidos um modelo funcional em escala 1:5, pranchas ilustrativas, pranchas técnicas (Anexo C) e uma mídia digital, além deste relatório.

O modelo em escala serve para se ter uma visualização física do produto, podendo ser analisados fatores estéticos e funcionais com mais consistência. O modelo foi desenvolvido com a colaboração da Gomo Maquetes, que disponibilizou a oficina, os materiais e a máquina de corte a laser (Fotografia 16). Os materiais usados foram acrílico, papel duplex, tarugo de metal, tecido, resina epóxi (Durepoxi), MDF, fita crepe, tinta spray automotiva, cola Super Bonder e acelerador de super cola.



Fotografia 18: Máquina de corte a laser cortando os círculos de acrílico da roda traseira
Fonte: O autor (2011)

5.1 Tubos

Os tubos foram construídos usando-se cinco tipos de acrílico: tarugo de 6 mm, de 4 mm e de 2 mm, tubo de 6 mm com parede de 2 mm e chapa 2 mm de espessura (para a parte amassada do tubo). Para fazer as curvas necessárias, foram

desenvolvidos gabaritos para cada uma das peças no programa 3D Rhinoceros, exportados para o Corel Draw para que pudessem ser cortados no laser em MDF de 3 mm de espessura. As peças foram coladas com cola Super Bonder e lixadas, formando assim os gabaritos que garantiriam a curvatura e medição precisas dos tarugos. Eles foram cortados lentamente em uma serra circular e colocados nos gabaritos, presos com fita crepe e aquecidos com um soprador térmico, tendo o cuidado de aquecer somente a região da dobra. Aquecido o suficiente, o acrílico deforma facilmente, conformando-se à curva do gabarito.



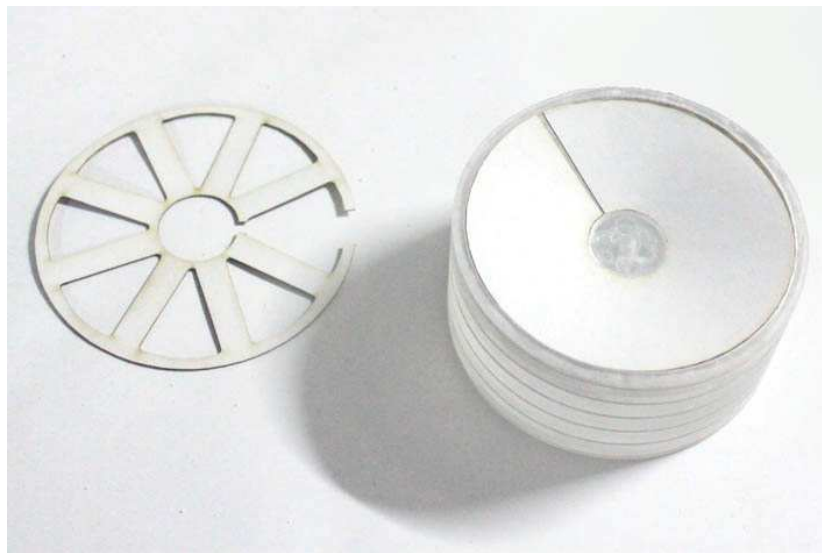
Fotografia 19: Soprador térmico, tarugo de acrílico e gabarito
Fonte: O autor (2011)

Uma vez dobrados, foram cortados novamente na medida correta, perfurados, quando necessário, com uma furadeira e colados com cola Super Bonder. Nos pontos de funcionamento do sistema de compactação, foram colados pedaços de tarugo de metal, cortados com alicate de corte e colados com cola Super Bonder. Para melhorar o acabamento e resistência mecânica das regiões coladas, foi usada a resina epóxi Durepoxi, alisada com água. As peças receberam, então, uma camada de *primer* rápido e de tinta automotiva.

5.2 Rodas

As rodas foram feitas usando-se vários círculos de acrílico de 3 mm e de 1 mm de espessura e papel duplex desenhados no programa 3D Rhinoceros e exportados para o Corel Draw. Depois de cortados na máquina de laser, os círculos foram colados com Super Bonder seguindo a numeração gravada em cada um, intercalando dois iguais de 3 mm (para formar 6 mm) e um de 1 mm (formando os sulcos da roda), tendo sempre o cuidado de mantê-los centralizados. A forma cônica do centro da roda foi feita com duas peças abertas de papel duplex (uma lisa e outra contendo o desenho do aro) encaixadas no interior da roda (Fotografia 18). A roda foi presa em um eixo e girada por uma lixadeira, dando acabamento mais uniforme (Fotografia 19), sendo depois pintada com tinta automotiva preta. (Fotografia 20)

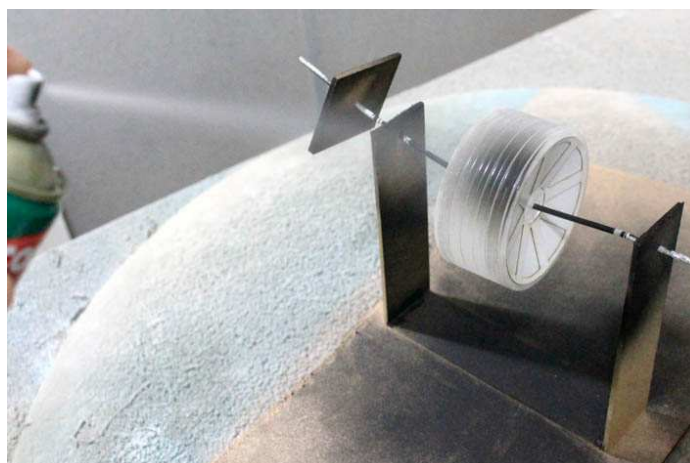
A roda frontal foi feita em processo semelhante, porém sem a forma cônica, sendo usado no lugar do papel duplex uma peça de acrílico de 1 mm de espessura. (Fotografia 21)



Fotografia 20: Forma cônica da roda feita com papel duplex
Fonte: O autor (2011)



Fotografia 21: Roda frontal sendo girada na lixadeira
Fonte: O autor (2011)



Fotografia 22: Pintura automotiva da roda traseira
Fonte: O autor (2011)



Fotografia 23: Rodas prontas
Fonte: O autor (2011)

5.3 Tecido

Os tecidos do apoio de pés, assento e encosto foram desenhados no Rhinoceros e impressos em papel, servindo de contorno para o corte de um tecido com textura furada, assemelhando-se ao nylon.

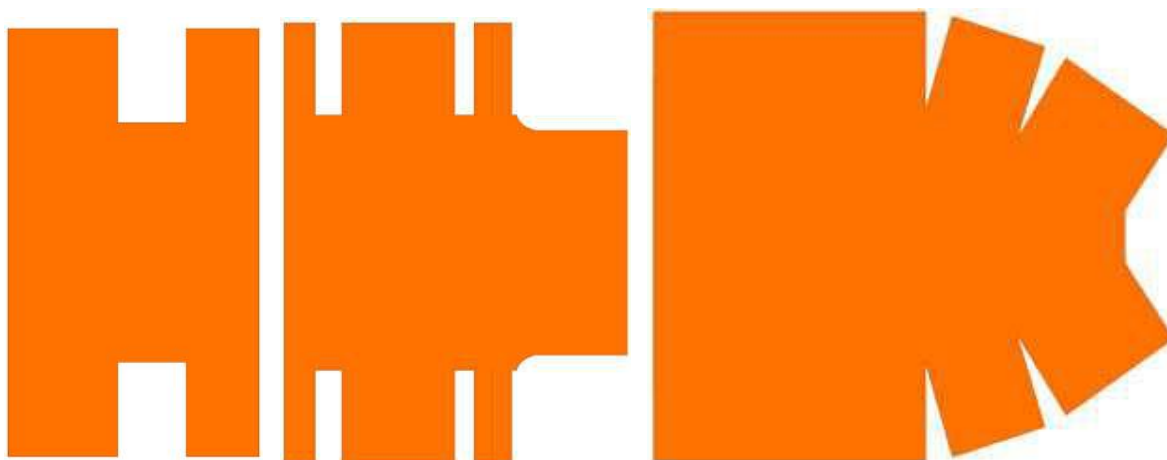
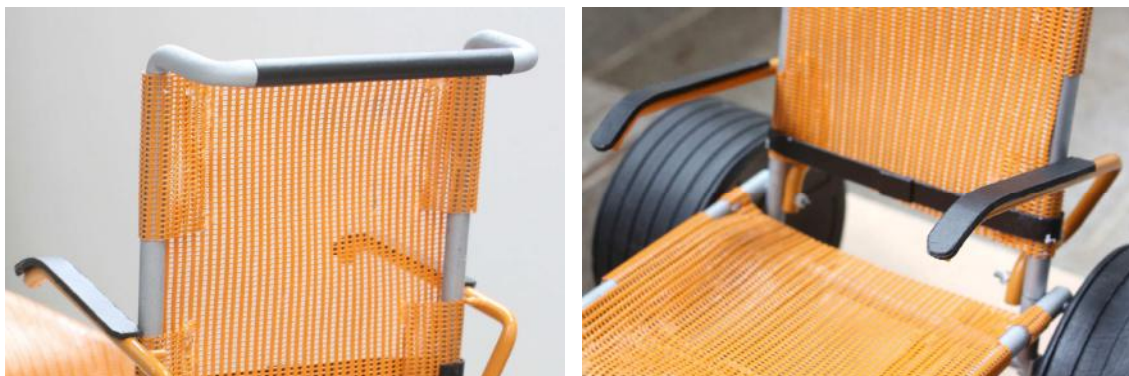


Figura 15: Planificação dos tecidos, respectivamente: encosto, assento e apoio de pés
Fonte: O autor (2011)

5.4 Borracha

A borracha do apoio de braço foi feita com papel duplex. Foram cortadas três tiras de tamanhos iguais, coladas com cola Super Bonder, lixadas para serem uniformizadas e então pintadas de preto com tinta spray automotiva. A peça foi então colada sobre a estrutura tubular do apoio de braço usando a super cola. A borracha do empurrador foi feita com uma tira de adesivo vinil preto, pintada novamente com a mesma tinta preta da borracha do apoio de braço, e então dobrada e colada sobre a estrutura tubular do encosto.



Fotografia 24: Empurrador, feito com adesivo vinil preto, e o apoio de braço articulado, feito de papel
Fonte: O autor (2011)

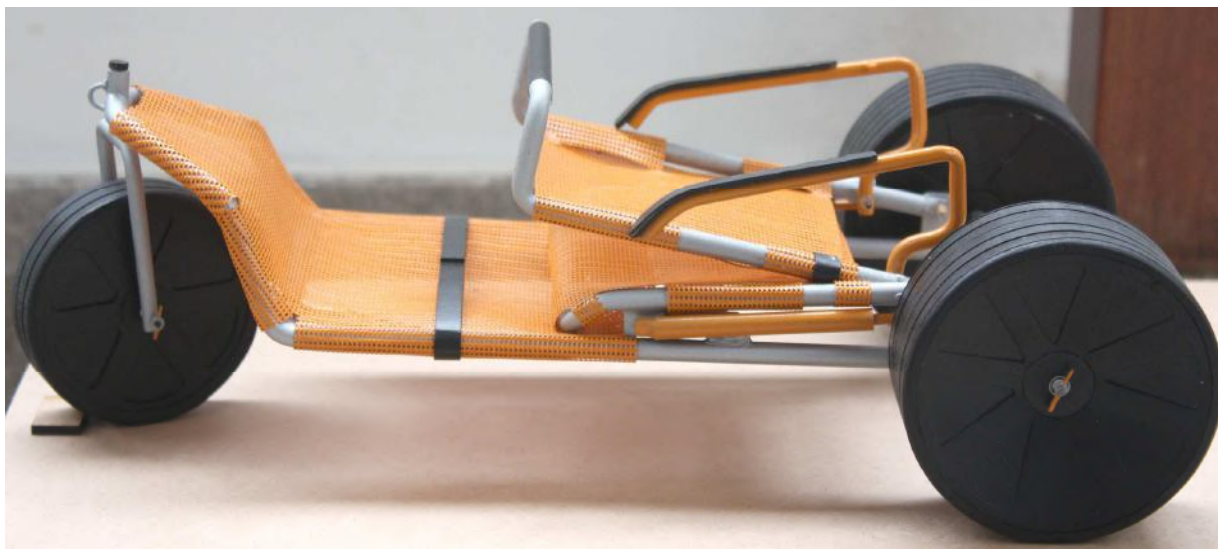
5.5 Resultado

O modelo ficou com bastante semelhança ao projeto. Sua construção comprova o funcionamento do sistema de compactação, de equilíbrio do corpo e do funcionamento das rodas. Além disso, possibilita a visualização física do produto.

O modelo será apresentado para a banca e depois servirá como material de apresentação para possíveis investidores no projeto.



Fotografia 25: Modelo em escala 1:5
Fonte: O autor (2011)



Fotografia 26: Modelo em escala 1:5 compactado
Fonte: O autor (2011)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto desenvolvido cumpriu seus objetivos no que diz respeito ao design do produto. A locomoção independente ou guiada da pessoa com mobilidade reduzida foi solucionada com o uso de rodas de grande superfície de contato, feitas originalmente para carretas de embarcações, sendo resistentes a todos os agentes desgastantes presentes na praia, como os raios ultravioletas do sol, a salinidade, a areia e objetos pontiagudos. Os materiais (alumínio, polietileno, poliuretano, nylon e aço) e processos de fabricação (corte, dobra, solda, anodização, pintura eletrostática, injeção e rotomoldagem) são simples, facilmente encontrados no mercado e indústrias nacionais, barateando o custo de produção, ainda mais beneficiado pelo uso de rodas nacionais. A compactação, para melhorar o transporte e armazenamento, foi conseguida através do desenvolvimento de um sistema de tubos paralelos, reduzindo a altura da estrutura principal pela metade. Os componentes, articulados ou não, são todos presos ao corpo do produto com o uso de parafusos e porcas, evitando assim o furto de peças. Para garantir o conforto do usuário, foi feita uma pesquisa sobre paraplegia e posição sentada, resultando em um encosto inclinado para trás, em posição de repouso, com a existência de apoios de braço para possibilitar a movimentação da pelve, cintos de segurança pélvico e na região das pernas e a facilidade de acesso à cadeira através da articulação dos braços e da inexistência de obstáculos no apoio para os pés.

A produção e a distribuição da cadeira, porém, ainda não foi feita. O projeto deverá ser apresentado a várias empresas de produtos ortopédicos, bem como à ONG Adaptsurf, ao Governo do Estado do Rio de Janeiro e à Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro com o uso do relatório, de pranchas, da mídia e do modelo em escala. Espera-se que o projeto seja elaborado e distribuído nas praias cariocas em um futuro próximo, contribuindo com a inclusão e melhoria de qualidade de vida de muitos cadeirantes.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro. ABNT, 2004.

AMERICANS with Disabilities Act (ADA): Accessibility Guidelines for Buildings and Facilities. Washington [s.n.], 2002.

COTTA, Horst; HEIPERTZ, Wolfgang; LEUBE, Hede Teirich (org.). **Tratado de rehabilitación:** estudio preventivo medico, laboral y social. 3. ed. Barcelona: Ed. Labor, 1975.

GRÜDTNER, Vera Sônia; WEINGRILL, Pedro; FERNANDES, Antonio Luiz. Aspectos da absorção no metabolismo do cálcio e vitamina D. **Rev Bras Reumatol**, v. 37, n. 3, maio-jun., 1997. p. 143-[151]. Disponível em: <<http://professor.ucg.br/siteDocente/admin/arquivosUpload/10409/material/Metabolismo%20de%20vitamina%20D.pdf>> Acessado em 27 nov. 2011.

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção.** São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 2005. 614p.

KAPANDJI, A. I. **Fisiologia Articular.** 5. ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

LANCE, J. W. Pathophysiology spasticity and clinical experience with Blacofen. In: FELDMAN, R. G.; YOUNG, R. R. (org.). **Spasticity:** disordered Motor Control. Chicago: Year Book Medical, 1980

BARRIER FREE ENVIRONMENTS. **Residential Remodeling and Universal Design:** making homes more comfortable and accessible. Raleigh: U.S. Department of Housing and Urban, 1996.

ANEXO A - LEI ESTADUAL Nº 4.812/06

Lei Estadual nº 4.812/06 RJ - Acesso de Deficientes às Praias

Governadora do Estado do Rio de Janeiro,

Faço saber que a Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art 1º - O Governo do Estado do Rio de Janeiro deverá garantir a acessibilidade de pessoas portadoras de deficiência às praias do estado através da aquisição de cadeiras de rodas que possam se mover na areia e entrar na água, contribuindo, desta forma, para o acesso universal ao espaço público.

Parágrafo único – O Governo está autorizado a realizar parcerias com empresas privadas, que custearão a aquisição e a manutenção do equipamento e, em troca, poderão fazer propaganda de suas marcas nas próprias cadeiras.

Art. 2º - V E T A D O .

* Art. 2º - As cadeiras ficarão à disposição da população em postos de salvamento espalhados pela orla do Estado e os interessados no seu uso deverão deixar suas cadeiras de rodas e documentos de identidade, além de preencherem um cadastro, para que retirem os equipamentos gratuitamente.

* Veto derrubado pela Alerj. D.O. P.II, de 09/11/2006.

Art. 3º - Esta Lei entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Rio de Janeiro, 10 de julho de 2006.

ROSINHA GAROTINHO

Governadora

ANEXO B: LEI Nº 4.812 DE 10 DE JULHO DE 2006

Parte vetada pela Governadora do Estado do Rio de Janeiro e mantida pela Assembléia Legislativa do Projeto que se transformou na Lei nº 4.812, de 10 de julho de 2006, que “DISPÕE SOBRE A AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTO QUE PERMITA O ACESSO DE PESSOAS PORTADORAS DE DEFICIÊNCIA ÀS PRAIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.”

Faço saber que a Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro, manteve, e eu, Presidente, nos termos do § 5º combinado com o § 7º do Art. 115 da Constituição Estadual, promulga a seguinte parte vetada da Lei nº 4.812, de 10 de julho de 2006, oriunda do Projeto de Lei nº 3.167 de 2006.

A ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

D E C R E T A:

Art 1º - (...)

Parágrafo único – (...)

Art. 2º - As cadeiras ficarão à disposição da população em postos de salvamento espalhados pela orla do Estado e os interessados no seu uso deverão deixar suas cadeiras de rodas e documentos de identidade, além de preencherem um cadastro, para que retirem os equipamentos gratuitamente.

Art. 3º - (...)

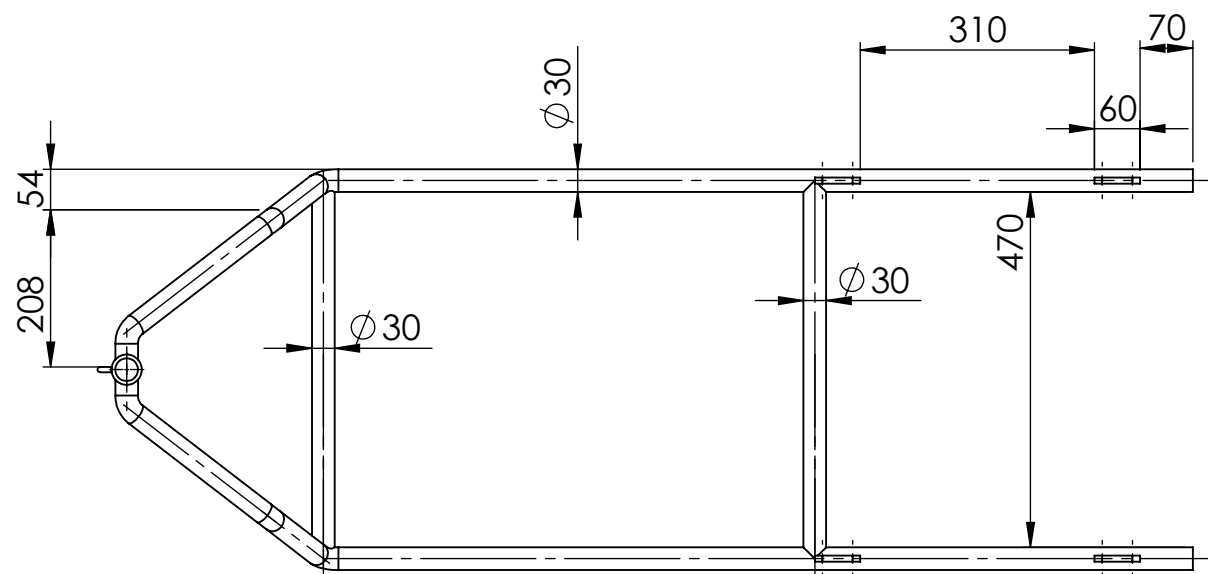
Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro, em 08 de novembro de 2006.

DEPUTADO JORGE PICCIANI

Presidente

<http://www.jurisway.org.br/v2/bancolegis1.asp?idmodelo=4721>

ANEXO C: PRANCHAS TÉCNICAS

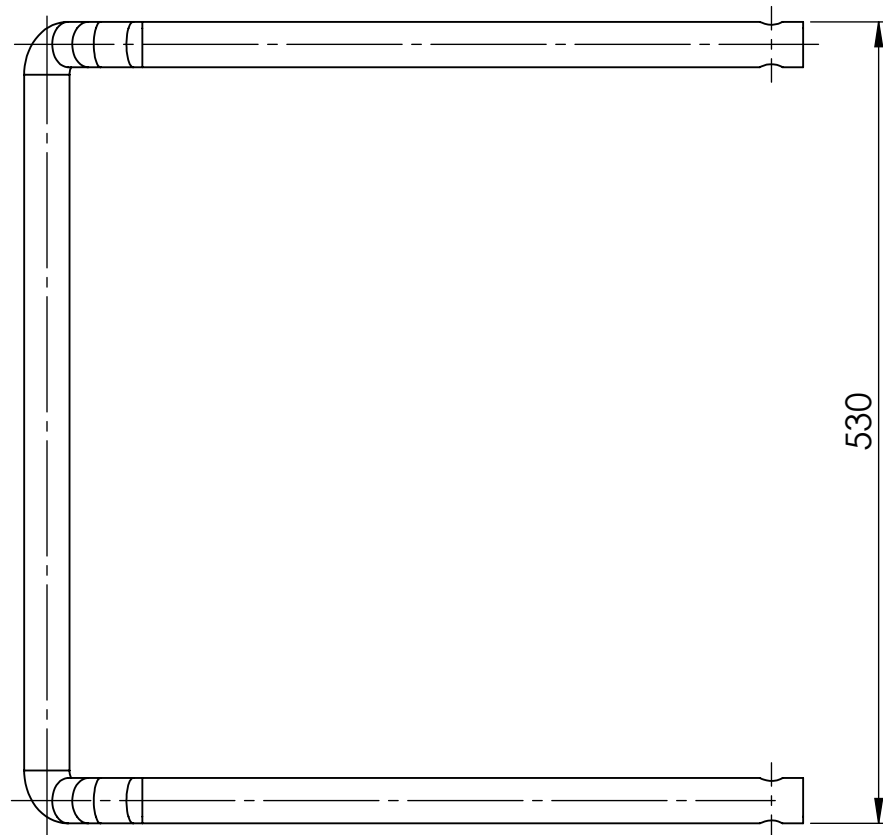
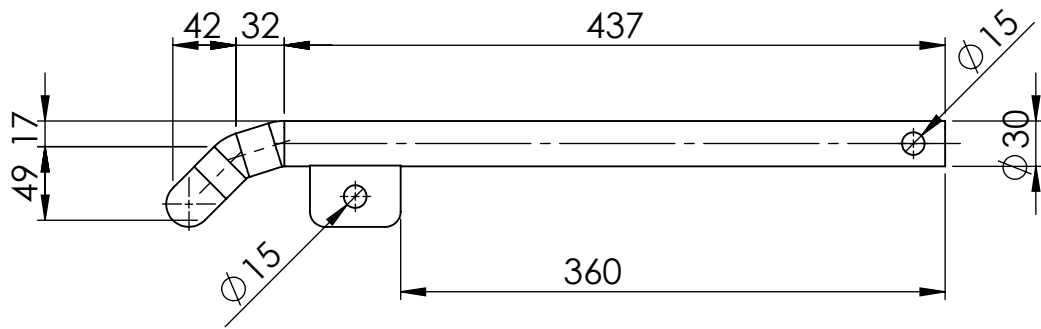


48	Estrutura inferior	Alumínio	3000 g	1	Anodizado
N.º	Denominação	material	peso	quantidade	Observação

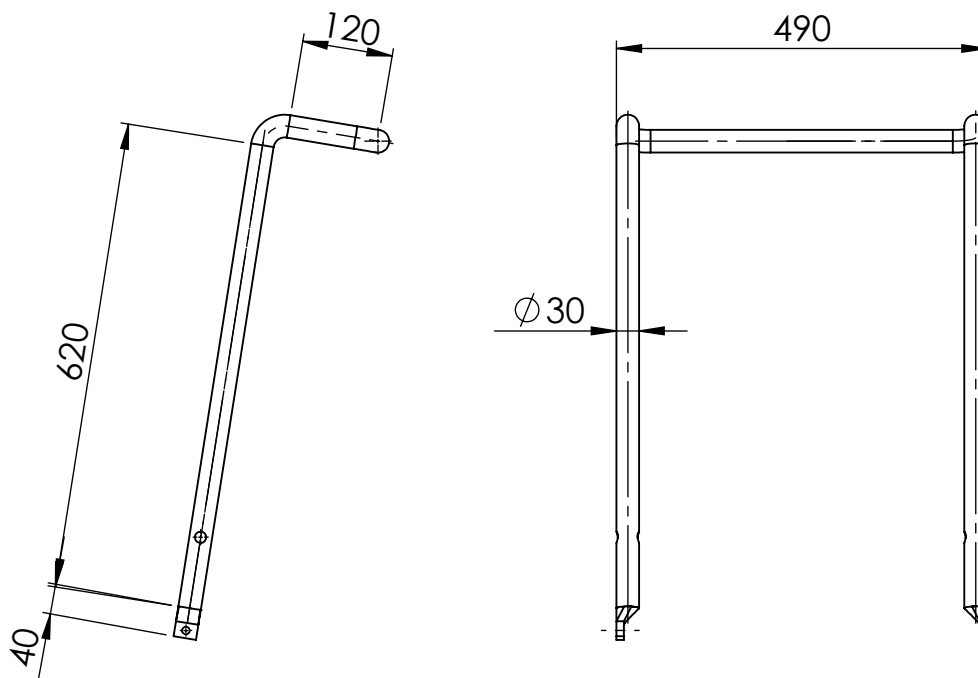
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CLA - Escola de Belas Artes	Dep. de Desenho Industrial
Curso de Desenho Industrial	Habilitação em Projeto do Produto
Título do Projeto Cadeira de rodas para praia	Sistema : Suporte
	Sub-sistema : Tubos não pintados
	Conjunto : Cadeira

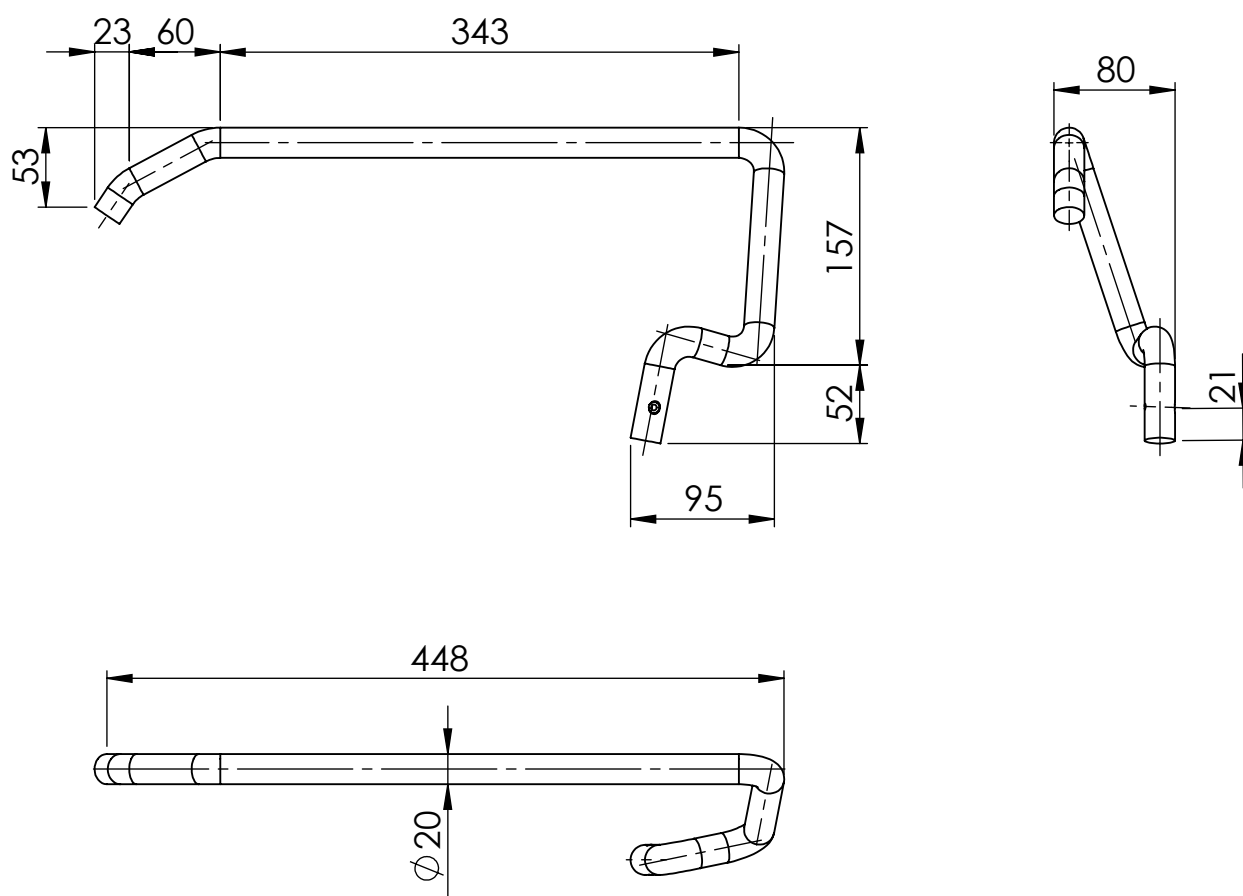
Autores : Francisco de Salvo Carriço	Escala : 1 : 5	Diedro : 1º
Orientador : Ricardo Wagner	Cotas : mm	
Data : 02 / 12 / 2011	Normas ABNT	Código :



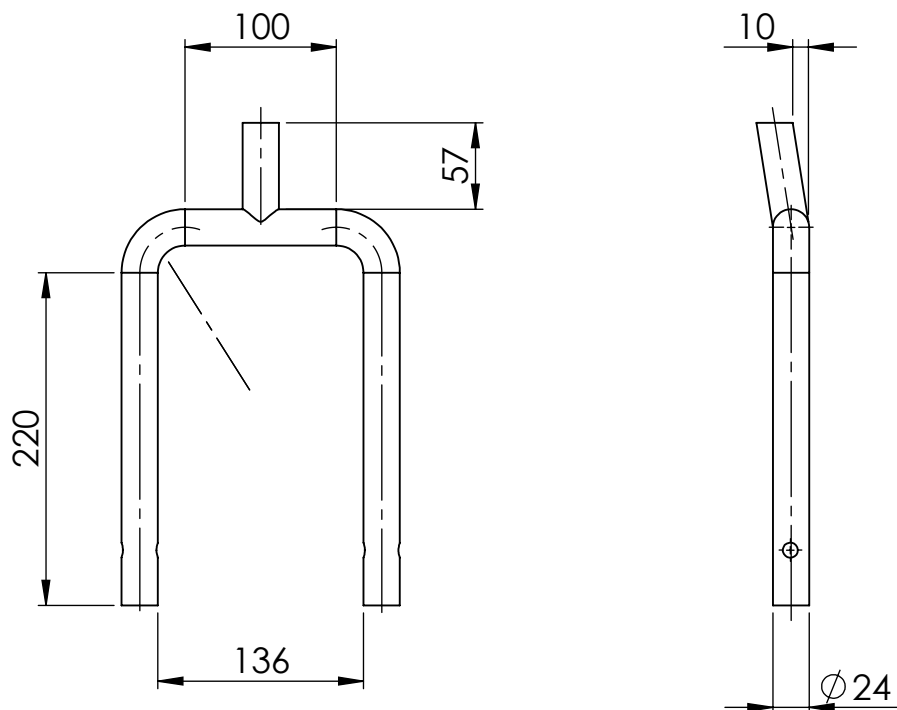
49	Estrutura do assento	Alumínio	1570 g	1	Anodizado
N.º	Denominação	material	peso	quantidade	Observação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO					
CLA - Escola de Belas Artes			Dep. de Desenho Industrial		
Curso de Desenho Industrial			Habilitação em Projeto do Produto		
Título do Projeto Cadeira de rodas para praia			Sistema : Assento		
			Sub-sistema : Tubos sem pintura		
			Conjunto : Cadeira		
Autores : Francisco de Salvo Carriço				Escala : 1 : 5	Diedro : 1º
Orientador : Ricardo Wagner				Cotas : mm	
Data : 02 / 12 / 2011		Normas ABNT		Código :	



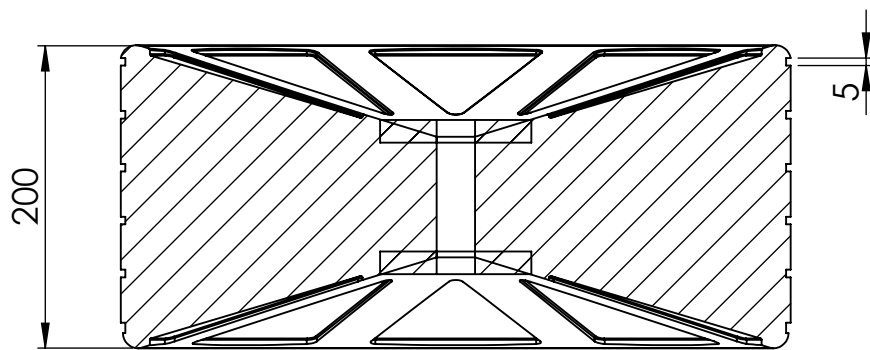
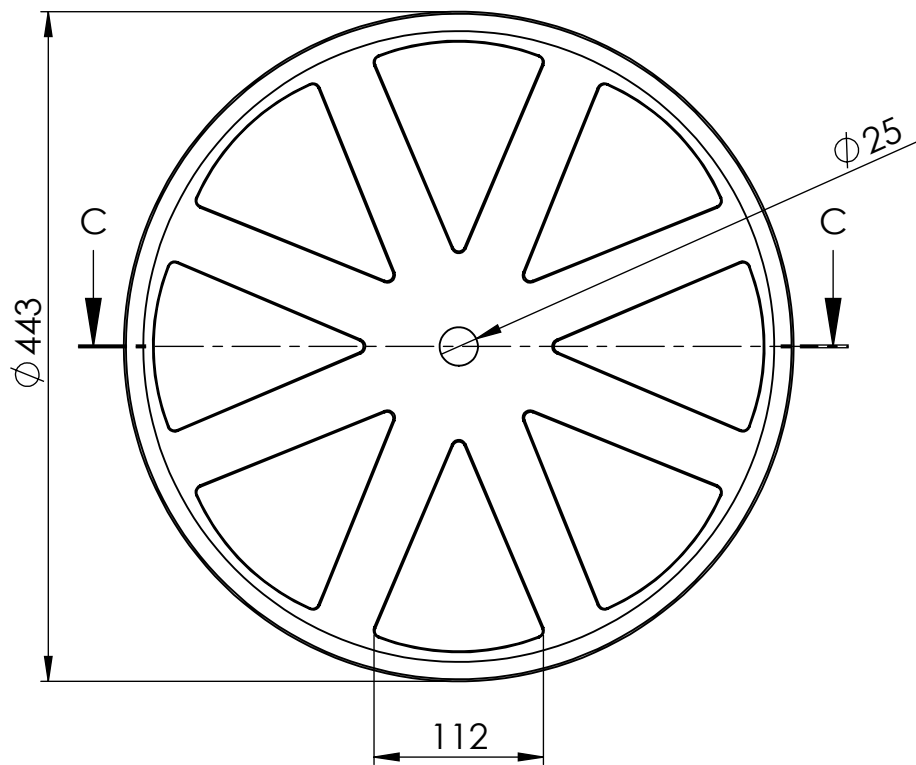
50	Estrutura do encosto	Alumínio	1800 g	1	Anodizado
N.º	Denominação	material	peso	quantidade	Observação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO					
CLA - Escola de Belas Artes			Dep. de Desenho Industrial		
Curso de Desenho Industrial			Habilitação em Projeto do Produto		
Título do Projeto Cadeira de rodas para praia			Sistema : Assento		
			Sub-sistema : Tubos sem pintura		
			Conjunto : Cadeira		
Autores : Francisco de Salvo Carriço				Escala : 1 : 10	Diedro : 1º
Orientador : Ricardo Wagner				Cotas : mm	
Data : 02 / 12 / 2011		Normas ABNT		Código :	



51	Estrutura de apoio de braço	Alumínio	300 g	2	Anodizado / pintura
N.º	Denominação	material	peso	quantidade	Observação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO					
CLA - Escola de Belas Artes			Dep. de Desenho Industrial		
Curso de Desenho Industrial			Habilitação em Projeto do Produto		
Título do Projeto Cadeira de rodas para praia			Sistema : Apoio de braço		
			Sub-sistema : Tubos pintados		
			Conjunto : Cadeira		
Autores : Francisco de Salvo Carriço			Escala : 1 : 5		Diedro : 1º
Orientador : Ricardo Wagner			Cotas : mm		
Data : 02 / 12 / 2011		Normas ABNT		Código :	

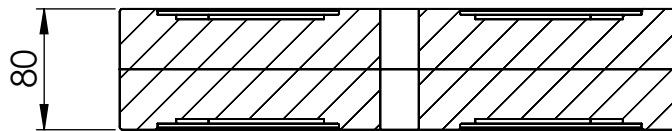
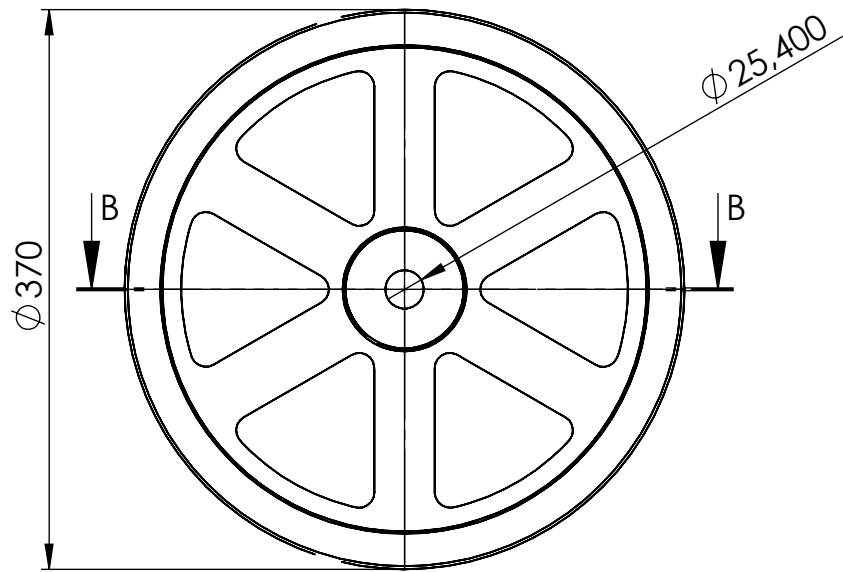


52	Garfo	Alumínio	400 g	1	Anodizado
N.º	Denominação	material	peso	quantidade	Observação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO					
CLA - Escola de Belas Artes			Dep. de Desenho Industrial		
Curso de Desenho Industrial			Habilitação em Projeto do Produto		
Título do Projeto Cadeira de rodas para praia			Sistema : Eixos das rodas		
			Sub-sistema : Tubos sem pintura		
			Conjunto : Sistema de rotação de rodas		
Autores : Francisco de Salvo Carriço			Escala : 1 : 5		Diedro : 1º
Orientador : Ricardo Wagner			Cotas : mm		
Data : 02 / 12 / 2011		Normas ABNT		Código :	



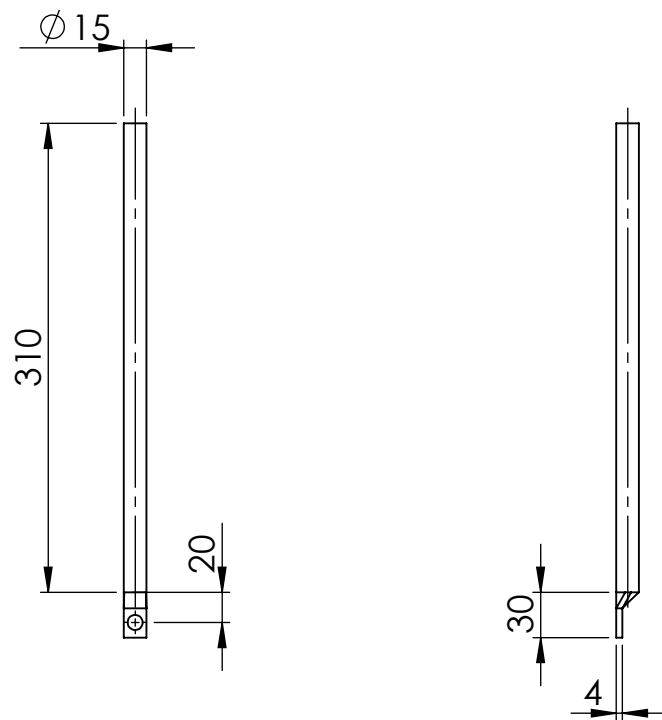
SEÇÃO C-C

53	Roda Truckmar L200	Polietileno	2000 g	2	Proteção UV
N.º	Denominação	material	peso	quantidade	Observação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO					
CLA - Escola de Belas Artes			Dep. de Desenho Industrial		
Curso de Desenho Industrial			Habilitação em Projeto do Produto		
Título do Projeto Cadeira de rodas para praia			Sistema : Rodas		
			Sub-sistema : Rodas traseiras		
			Conjunto : Sistema de rotação de rodas		
Autores : Francisco de Salvo Carriço			Escala : 1 : 5		Diedro : 1º
Orientador : Ricardo Wagner			Cotas : mm		
Data : 02 / 12 / 2011		Normas ABNT		Código :	

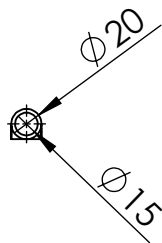
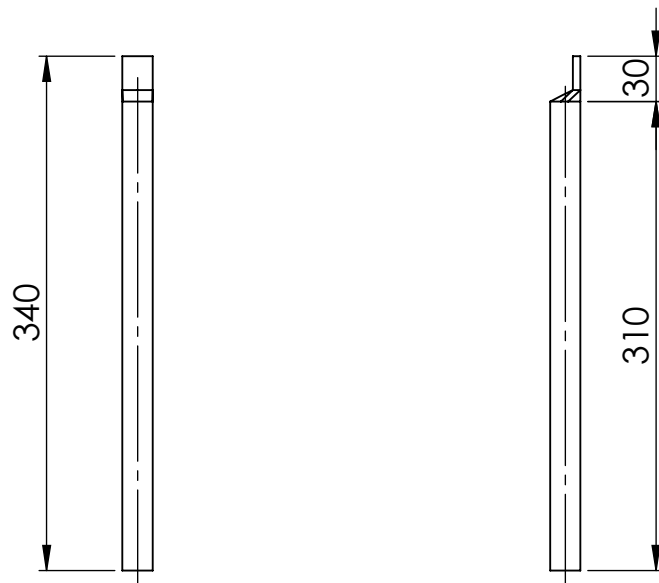


SEÇÃO B-B

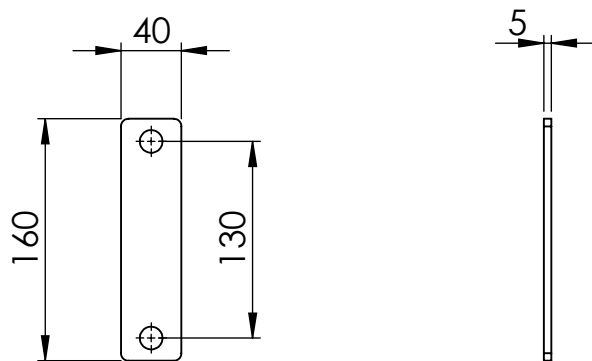
54	Roda Truckmar F80	Poliétileno	1000 g	1	Proteção UV
N.º	Denominação	material	peso	quantidade	Observação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO					
CLA - Escola de Belas Artes			Dep. de Desenho Industrial		
Curso de Desenho Industrial			Habilitação em Projeto do Produto		
Título do Projeto Cadeira de rodas para praia			Sistema : Rodas		
			Sub-sistema : Rodas frontais		
			Conjunto : Sistema de rotação de rodas		
Autores : Francisco de Salvo Carriço			Escala : 1 : 5		Diedro : 1º
Orientador : Ricardo Wagner			Cotas : mm		
Data : 02 / 12 / 2011		Normas ABNT		Código :	



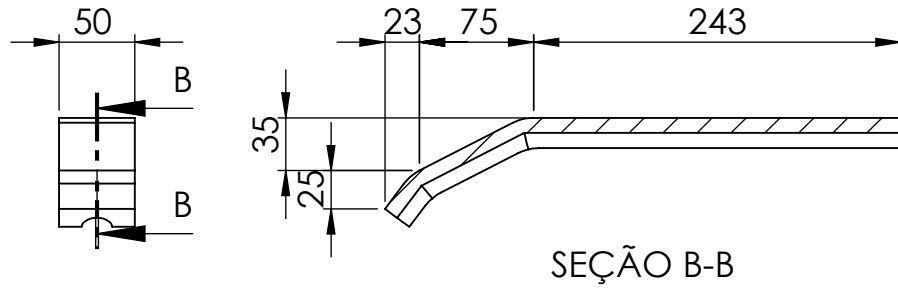
55	Telescópico macho	Alumínio	153 g	2	Anodizado / Pintura
N.º	Denominação	material	peso	quantidade	Observação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO					
CLA - Escola de Belas Artes			Dep. de Desenho Industrial		
Curso de Desenho Industrial			Habilitação em Projeto do Produto		
Título do Projeto Cadeira de rodas para praia			Sistema : Compactação		
			Sub-sistema : Tubos pintados		
			Conjunto : Cadeira		
Autores : Francisco de Salvo Carriço			Escala : 1 : 5		Diedro : 1º
Orientador : Ricardo Wagner			Cotas : mm		
Data : 02 / 12 / 2011		Normas ABNT		Código :	



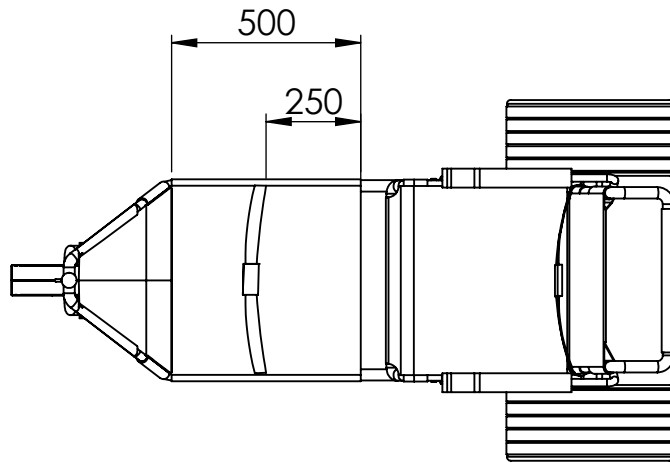
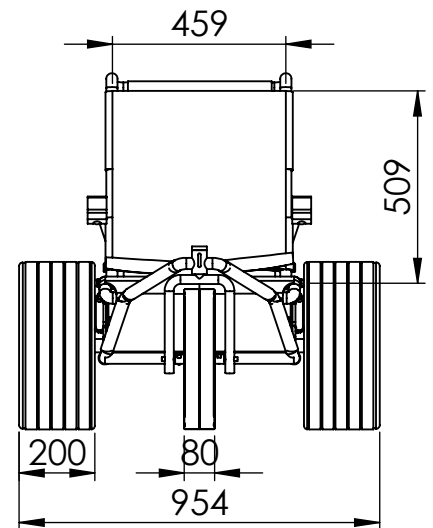
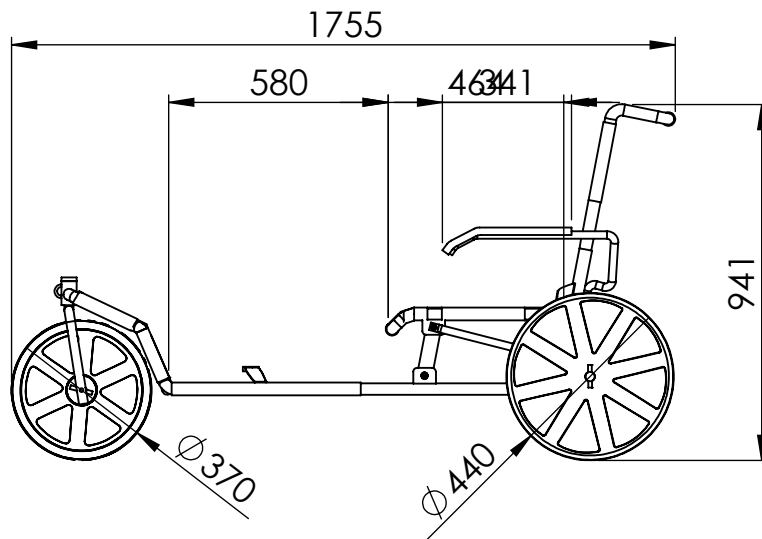
56	Telescópico fêmea	Alumínio	125 g	2	Anodizado / Pintura
N.º	Denominação	material	peso	quantidade	Observação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO					
CLA - Escola de Belas Artes			Dep. de Desenho Industrial		
Curso de Desenho Industrial			Habilitação em Projeto do Produto		
Título do Projeto Cadeira de rodas para praia			Sistema : Compactação		
			Sub-sistema : Tubos pintados		
			Conjunto : Cadeira		
Autores : Francisco de Salvo Carriço			Escala : 1 : 5		Diedro : 1º
Orientador : Ricardo Wagner			Cotas : mm		
Data : 02 / 12 / 2011		Normas ABNT		Código :	



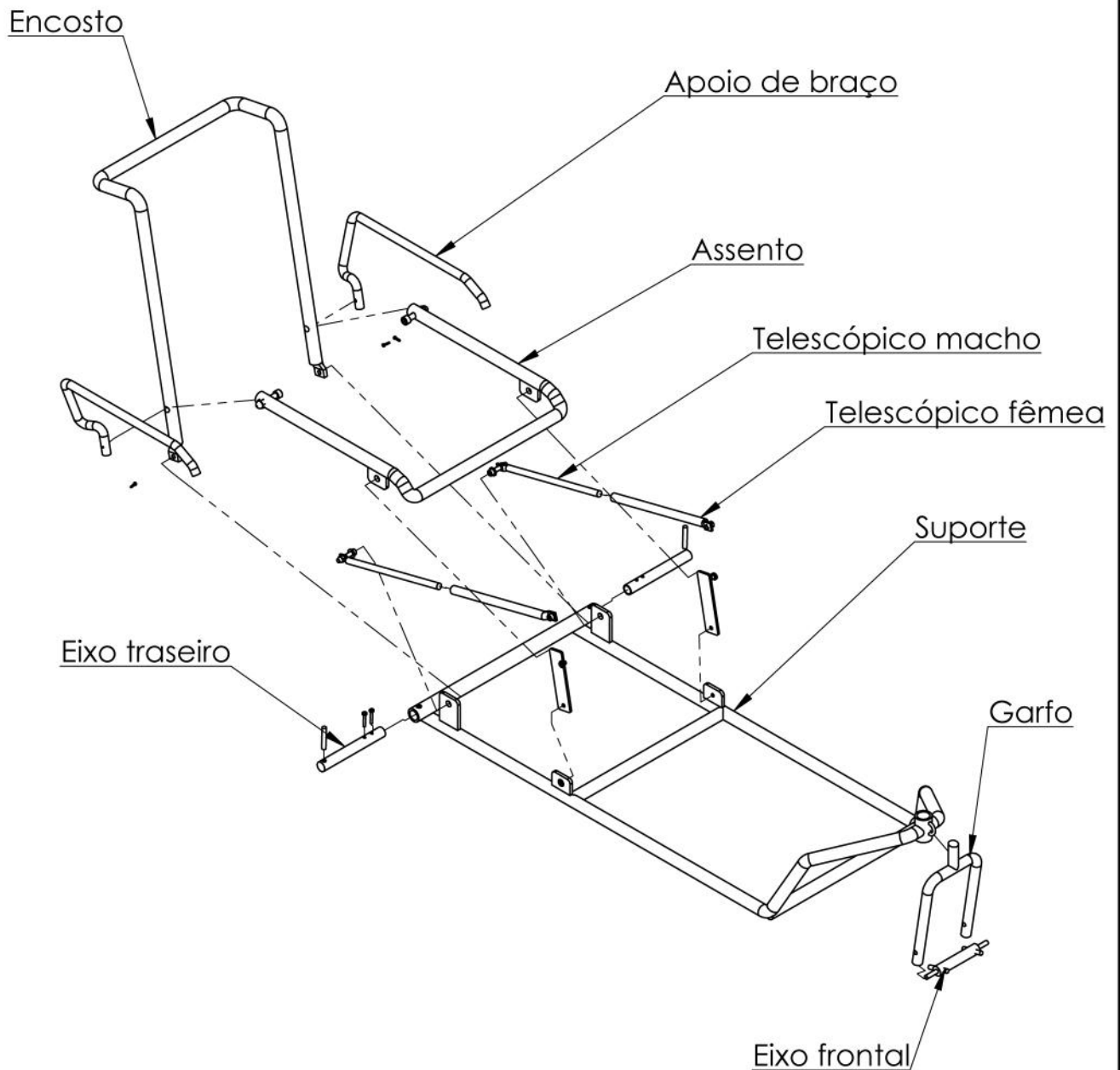
57	Chapa de estruturação	Alumínio	200 g	2	Anodizado / Pintura
N.º	Denominação	material	peso	quantidade	Observação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO					
CLA - Escola de Belas Artes			Dep. de Desenho Industrial		
Curso de Desenho Industrial			Habilitação em Projeto do Produto		
Título do Projeto Cadeira de rodas para praia			Sistema : Compactação		
			Sub-sistema : Chapa pintada		
			Conjunto : Cadeira		
Autores : Francisco de Salvo Carriço			Escala : 1 : 5		Diedro : 1º
Orientador : Ricardo Wagner			Cotas : mm		
Data : 02 / 12 / 2011		Normas ABNT		Código :	



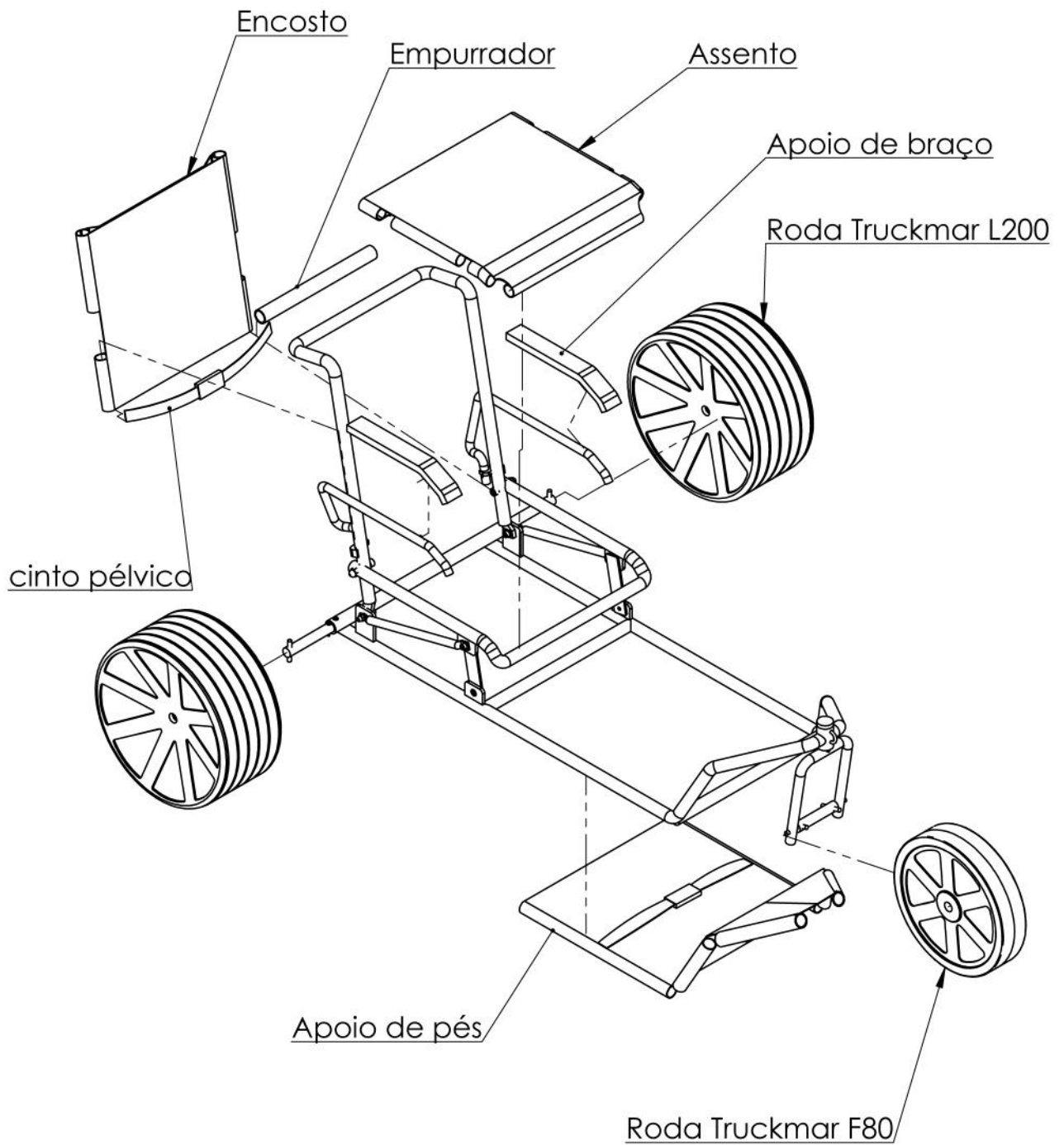
58	Apoio de braço	Poliuretano	360 g	2	Proteção UV
N.º	Denominação	material	peso	quantidade	Observação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO					
CLA - Escola de Belas Artes			Dep. de Desenho Industrial		
Curso de Desenho Industrial			Habilitação em Projeto do Produto		
Título do Projeto Cadeira de rodas para praia			Sistema : Apoio de braços		
			Sub-sistema : Borrachas		
			Conjunto : Cadeira		
Autores : Francisco de Salvo Carriço			Escala : 1 : 5		Diedro : 1º
Orientador : Ricardo Wagner			Cotas : mm		
Data : 02 / 12 / 2011		Normas ABNT		Código :	



59	Medidas gerais	Vários	25000 g	1	
N.º	Denominação	material	peso	quantidade	Observação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO					
CLA - Escola de Belas Artes			Dep. de Desenho Industrial		
Curso de Desenho Industrial			Habilitação em Projeto do Produto		
Título do Projeto Cadeira de rodas para praia			Sistema : Apoio de braços		
			Sub-sistema : Borrachas		
			Conjunto : Cadeira		
Autores : Francisco de Salvo Carriço			Escala : 1 : 20	Diedro : 1º	
Orientador : Ricardo Wagner			Cotas : mm		
Data : 02 / 12 / 2011	Normas ABNT		Código :		



60	Montagem suportes	Alumínio			
N.º	Denominação	material	peso	quantidade	Observação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO					
CLA - Escola de Belas Artes			Dep. de Desenho Industrial		
Curso de Desenho Industrial			Habilitação em Projeto do Produto		
Título do Projeto			Sistema :		
			Sub-sistema :		
			Conjunto : Suporte		
Autores : Francisco de Salvo Carriço			Escala : 1:15		Diedro : 1º
Orientador : Ricardo Wagner			Cotas : mm		
Data : 02 / 12 / 2011		Normas ABNT		Código :	



61	Montagem peças				
N.º	Denominação	material	peso	quantidade	Observação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO					
CLA - Escola de Belas Artes			Dep. de Desenho Industrial		
Curso de Desenho Industrial			Habilitação em Projeto do Produto		
Título do Projeto			Sistema :		
Cadeira de rodas para praia			Sub-sistema :		
			Conjunto :		
Autores : Francisco de Salvo Carriço				Escala : 1 : 15	Diedro : 1º
Orientador : Ricardo Wagner				Cotas : mm	
Data : 02 / 12 / 2011		Normas ABNT		Código :	

ANEXO D: PRANCHAS ILUSTRATIVAS

Cadeira de rodas para um serviço público de acesso às praias do Rio de Janeiro.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Desenho Industrial - Hab. Projeto do Produto

Projeto de Graduação
Autor | Francisco de Salvo Carriço
Orientador | Ricardo Wagner

peso total: 25kg

peso máximo suportado:
300kg

estrutura de tubos de
alumínio anodizado com
pintura eletrostática

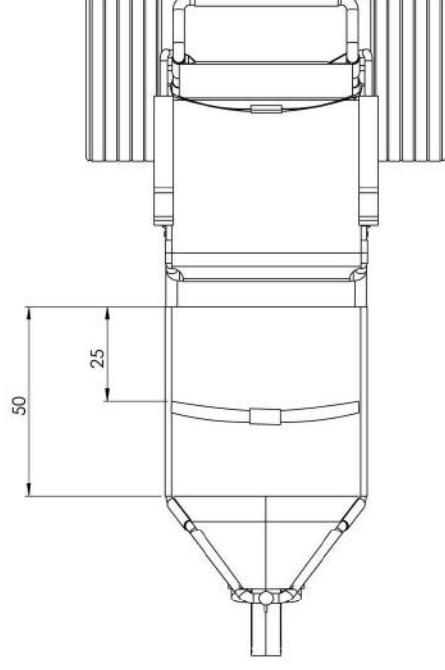
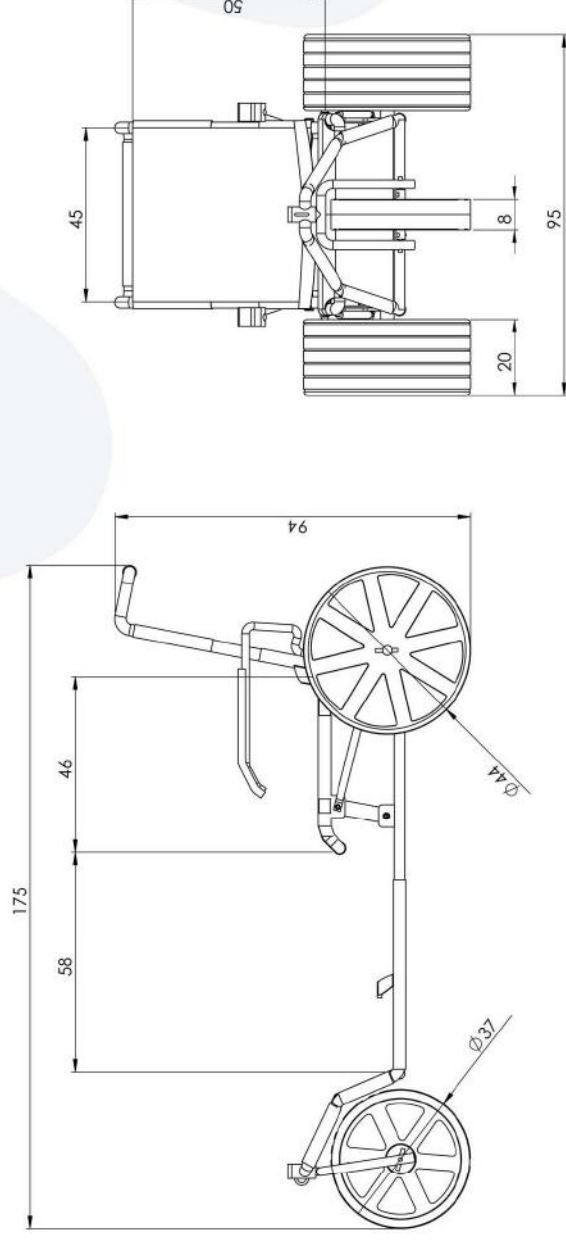
apoio de braço
escamoteável com
acolchoamento de PU

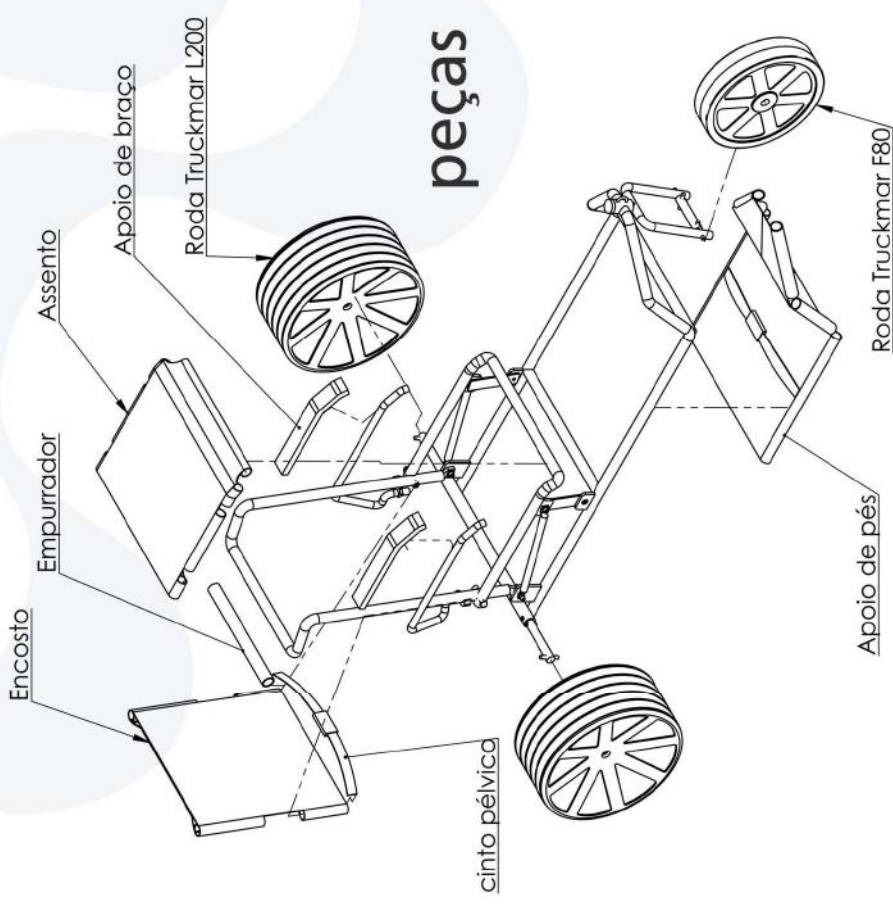
rodas Truckmar L200 e F80

assento de nylon

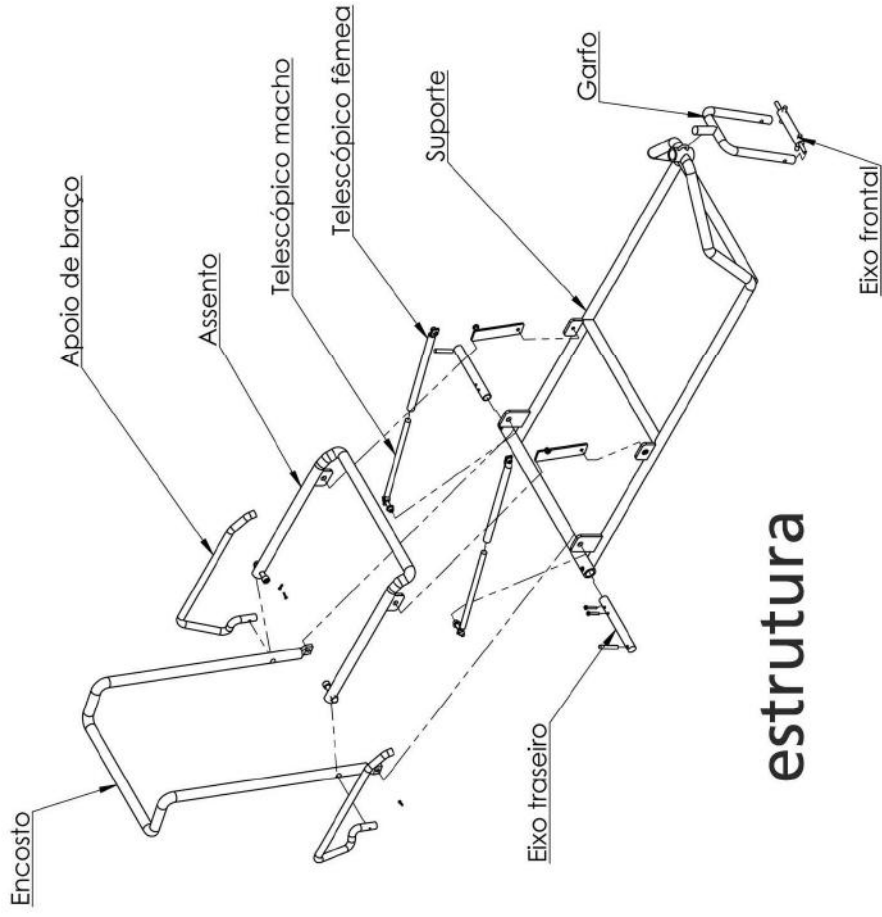
cintos de segurança de
nylon

unidade: cm

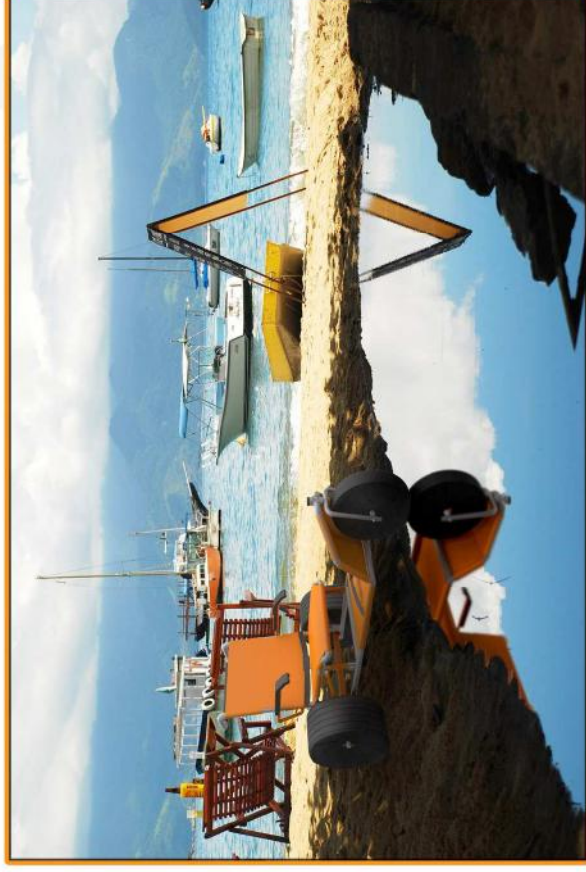
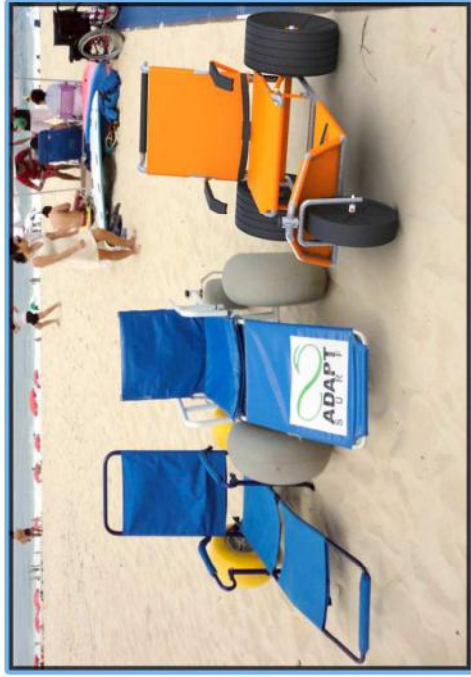




peças



estrutura



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Desenho Industrial - Hab. Projeto do Produto

Projeto de Graduação
Autor | Francisco de Salvo Carriço
Orientador | Ricardo Wagner