

PROJETO DE UMA CADEIRA DE RODAS

PROJETO DE UMA CADEIRA DE RODAS

Serviço de Bibliotecas
Biblioteca de Engenharia Mecânica

EDGAR AKIO MATIDA

JOSÉ FRANCISCO Z. ~~P~~ULETA

MARCELO MACHADO VENTURINI

Serviço de Bibliotecas
Biblioteca de Engenharia Mecânica

PROJETO DE UMA CADEIRA DE RODAS

pág.

CAPÍTULO I	<u>ESTUDO DE VIABILIDADE DE UMA CADEIRA</u>	
	<u>DE RODAS</u>	1
ESTABELECIMENTO DA NECESSIDADE		
1.1	<u>A vida nas cidades</u>	1
1.2	<u>A deficiência</u>	3
1.3	<u>As causas incapacitantes</u>	6
1.4	<u>Cadeira de Rodas</u>	14
1.4.1	Cadeira de Rodas no Exterior	23
1.4.2	Cadeiras de Rodas Nacionais	26
CAPÍTULO II	<u>ASPECTOS DE UMA CADEIRA DE RODAS</u>	31
CAPÍTULO III	<u>FORMULAÇÃO DO PROJETO</u>	40
3.1	<u>Síntese de possíveis soluções</u>	42
3.2	<u>Exeqüibilidade física</u>	45
3.3	<u>Valor econômico</u>	46
3.4	<u>Viabilidade financeira</u>	46
3.5	<u>Conclusão</u>	47
CAPÍTULO IV	<u>PROJETO BÁSICO</u>	48
4.1	<u>Escolha da melhor solução</u>	48
4.1.1	Matrizes de avaliação ou decisão para alguns componentes	48
4.1.1.1	Avaliação do assento (material)	48
4.1.1.2	Avaliação do encosto (material)	50
4.1.1.3	Avaliação do pneu (tipo)	51
4.1.1.4	Avaliação do freio (tipo)	52
4.1.1.5	Avaliação da estrutura (material)	53
4.2	<u>Cadeira de rodas preliminar</u>	55
4.3	<u>Análise do projeto preliminar</u>	60

	pág.
CAPÍTULO V <u>CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO</u>	62
5.1 <u>Compra de materiais</u>	62
5.1.1 Alumínio	62
5.1.2 Rodas, freios	64
5.1.3 Nylon	64
5.1.4 Parafusos, arruelas, porcas, anéis plásticos ...	65
5.2 <u>Soldagem</u>	65
5.3 <u>Estofamento</u>	65
5.4 <u>Dobramento / Usinagem / Montagem</u>	65
ANEXO I <u>ESTUDO DOS ASSENTOS E ENCOSTOS</u>	66
ANEXO II <u>MATERIAIS</u>	88
ANEXO III <u>ESTUDO DA PERFORMANCE</u>	112
ANEXO IV <u>SOLDAGEM</u>	119
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133

CAPÍTULO I

ESTUDO DE VIABILIDADE DE UMA CADEIRA DE RODAS

1. ESTABELECIMENTO DA NECESSIDADE

1.1 A vida nas cidades

Atualmente, aliado à grande concentração populacional, temos o crescimento incontrolável das cidades.

A população mundial era de 5.11 bilhões de habitantes em meados de 1988, de acordo com estimativas médias da ONU (Organização das Nações Unidas), e aumentava a uma taxa anual de 1.73%. As projeções médias revisadas da ONU avaliaram em 6.25 bilhões de habitantes na Terra para o ano 2000.

Dados do IBGE apontam uma projeção de 180 milhões de brasileiros no ano 2000. Cálculos apresentados durante a reunião anual da SBPC (Sociedade Brasileira pelo Progresso da Ciência - julho de 1988) indicavam que as cidades brasileiras, grandes e médias, continuariam a crescer, sendo que no ano 2000 haveria de 20 a 22 milhões de pessoas só na Grande São Paulo.

Algumas cidades, como Brasília, foram planejadas, isto é, construídas em locais previamente escolhidos e segundo um traçado estudado. Geralmente, porém, as cidades nascem e crescem de modo espontâneo. Seu traçado não obedece a nenhum direcionamento o que, na maioria das vezes, gera problemas de infraestrutura, principalmente quanto ao tráfego e a instalação de serviços públicos como pavimentação, saneamento básico, eletrificação, etc.

O processo de urbanização acelerado e a taxas elevadas das populações urbanas vem ocorrendo em muitos países. Aliado ao aumento da expectativa de vida e à menor taxa de mortalidade infantil, temos o deslocamento da força de trabalho existente no campo para a cidade. Esse contingente é atraído para as cidades com a perspectiva de melhores condições salariais e de bem estar social. Tal processo acarreta problemas habitacionais, educacionais, econômicos, de saúde pública, policiais, etc.

Nas cidades grandes as pessoas se dedicam basicamente às atividades industriais, comerciais e à prestação de serviços.

Os meios de transporte utilizados por essas pessoas na locomoção diária ao trabalho varia desde o trem subterrâneo (metrô) passando ainda por diversos veículos automotores, movidos a gasolina, álcool, diesel (carros de passeio, táxis e ônibus).

O Brasil, devido basicamente ao crescimento desordenado, não possui um transporte coletivo eficiente nas suas principais cidades. Obras como o metrô são extremamente onerosas, em vista das desapropriações que se tornam necessárias, fora o custo da obra em si.

O grande número de carros particulares, acrescido da saturação das vias de trânsito e do transporte coletivo insuficiente, geram morosidade e congestionamentos, principalmente nas horas do "rush", além da poluição provocada pelo monóxido de carbono, oriundo dos gases de escape.

Nas sociedades modernas multiplicam-se a complexidade da vida e da estrutura e dinâmica das cidades.

1.2 A deficiência

O panorama traçado anteriormente aliado à situação econômica altamente desfavorável do país e a uma situação política delicada num período de "transição democrática", acarreta certas dificuldades à maioria das pessoas residentes em uma grande metrópole, a exemplo de São Paulo.

Certa parcela da população possui um agravante no seu relacionamento com a sociedade e o ambiente em que vive. São as pessoas portadoras de algum tipo de deficiência física.

Segundo a OMS (Organização Mundial de Saúde) a "deficiência" diz respeito a uma anomalia da estrutura ou da aparência do corpo humano e no funcionamento de um órgão ou sistema, seja qual for a sua causa. Em princípio a "deficiência" constitui uma perturbação do tipo orgânica.

As conseqüências da "deficiência" podem se refletir no âmbito do rendimento funcional e da atividade do indivíduo, provocando a "incapacidade" e representando uma perturbação no plano pessoal.

A "desvantagem" se refere às limitações experimentadas pelo indivíduo em virtude da "deficiência" e da incapacidade, ou seja, da inter-relação do indivíduo e o meio.

Embora à primeira vista não pareça, o mercado de produtos destinados a facilitar a vida dos deficientes físicos é grande pois, segundo a OMS, 10% da população é constituída de pessoas desse grupo.

O universo dos produtos para pessoa deficiente é complexo e diversificado, não possuindo uma classificação ortodoxa elaborada. Segundo publicação (ref. 1) do CNPq (Conselho Nacional

TABELA 2 O QUADRO MUNDIAL: NÍVEIS DO PNB PER CAPITA DE 125 PAÍSES, AGRUPADOS SEGUNDO OS CONTINENTES E PRINCIPAIS REGIÕES, EM 1984

Não foram incluídos neste quadro países com menos de 1.000.000 de habitantes

Continente, região e países	População (Milhões)	PNB per capita (US\$)	Continente, região e países	População (Milhões)	PNB per capita (US\$)
ÁFRICA CENTRAL			Paquistão	35.420	380
Angola	3.620	430	Sri Lanka (Ceilão)	5.660	360
Camêrões	8.000	810	ÁSIA ORIENTAL		
Chade	590	120	China	318.310	310
Congo	2.060	1.120	Coreia do Norte ¹	17.670	900
República Centro-africana	680	270	Coreia do Sul	84.860	2.090
Zaire	4.220	140	Hong Kong	33.970	6.300
ÁFRICA OCIDENTAL			Japão	1.248.090	10.390
Burkina Faso	1.040	160	Mongólia	1.570	850
Costa do Marfim	6.030	610	Taiwan (Formosa)	61.120	3.200
Gana	4.370	350	SUDESTE DA ÁSIA		
Guiné	1.810	300	Birmânia	6.620	180
Libéria	990	470	Camboja ¹	2.000	200
Mali	1.060	140	Cingapura	18.390	7.260
Mauritânia	750	450	Filipinas	35.040	660
Níger	1.190	190	Indonésia	85.400	540
Nigéria	74.120	770	Laos ¹	650	170
Senegal	2.440	380	Malásia	30.280	1.990
Serra Leoa	1.120	300	Tailândia	42.760	850
Togo	730	250	Vietnã ¹	15.010	250
ÁFRICA ORIENTAL			SUDOESTE DA ÁSIA		
Burundi	1.010	220	Arábia Saudita	116.380	10.740
Etiópia	4.790	110	Emirados Árabes Unidos	28.430	22.300
Malawi	1.430	210	Iêmen do Norte	3.940	510
Mocambique ¹	2.685	200	Iêmen do Sul	1.310	560
Quênia	5.950	300	Iraque ¹	45.795	3.020
Ruanda	1.610	270	Israel	21.290	5.100
Somália	1.360	210	Jordânia	4.340	1.710
Tanzânia	4.460	210	Kuwait	25.570	15.410
Uganda	3.290	230	Libano ¹	7.480	2.850
Zâmbia	3.020	470	Omã	7.380	6.230
ÁFRICA SETENTRIONAL			Síria	18.540	1.870
Argélia	50.680	2.380	Turquia	57.810	1.200
Egito	33.340	720	AMÉRICA DO NORTE		
Líbia	29.790	8.230	Canadá	330.870	13.140
Marrocos	14.340	670	Estados Unidos	3.670.490	15.490
Sudão	7.260	340	AMÉRICA CENTRAL		
Tunísia	8.840	1.250	Costa Rica	2.930	1.210
ÁFRICA DO SUL			El Salvador	3.820	710
África do Sul	73.970	2.260	Guatemala	9.110	1.120
Botsuana	940	910	Honduras	2.980	700
Lesoto	790	530	México	158.210	2.060
Madagáscar	2.600	270	Nicarágua	2.700	870
Namíbia	1.660	1.470	Panamá	4.210	2.100
Zimbábue	6.040	740	AMÉRICA DO SUL		
ÁSIA CENTRAL			Argentina	61.150	2.230
Afganistão ¹	4.350	250	Bolívia	2.560	410
Bangladesh	12.300	130	Brasil	227.280	1.710
Índia	179.210	260	Chile	20.340	1.710
Irã ¹	140.200	3.200			
Nepal	2.630	160			
			Colômbia	38.410	1.310
			Equador	10.340	1.220
			Paraguai	4.120	1.250
			Peru	17.960	980
			Uruguai	5.900	1.970
			Venezuela	57.360	3.220
			CARIBE		
			Cuba ¹	11.740	1.200
			Haiti	1.710	320
			Jamaica	2.480	1.080
			Porto Rico	14.000	4.200
			República Dominicana	6.040	990
			Trinidad Tobago	8.350	7.140
			EUROPA OCIDENTAL		
			Alemanha Ocidental	678.880	11.090
			Áustria	68.800	9.140
			Bélgica	83.070	8.430
			França	542.960	9.860
			Holanda	125.830	9.430
			Suíça	105.060	15.990
			EUROPA MERIDIONAL		
			Albânia ¹	2.960	1.020
			Espanha	175.360	4.470
			Grécia	36.940	3.740
			Itália	367.040	6.440
			Portugal	20.050	1.970
			Iugoslávia	48.690	2.120
			EUROPA ORIENTAL		
			Alemanha Oriental ¹	138.610	8.300
			Bulgária ¹	41.200	4.600
			Tchecoslováquia ¹	107.480	6.950
			Hungria	46.190	4.320
			Polónia ¹	143.980	3.900
			Romênia ¹	53.170	2.350
			EUROPA SETENTRIONAL		
			Dinamarca	57.700	11.290
			Finlândia	53.090	10.830
			Irlanda	17.500	4.950
			Noruega	57.080	13.750
			Reino Unido	480.680	8.530
			Suécia	99.060	11.880
			URSS	1.746.400	6.350
			OCEANIA		
			Austrália	184.980	11.890
			Nova Zelândia	23.530	7.240
			Papua Nova Guiné	2.480	760

1. Dados de 1982. As estimativas dos países coletivistas devem ser consideradas como aproximações sujeitas a margens de erro. O agregado em que se basearam é o Produto Material Bruto, PMB, cujo critério de cálculo diverge do sugerido pelas Nações Unidas para as economias de mercado. Ademais, a conversão cambial para US\$ também envolve dificuldades operacionais.

FONTE — The World Bank Atlas 1986. International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank. Washington, D.C., 1986.

- Ortopedia JAGUARIBE

Rua Jaguaribe, 272

São Paulo - SP - Fone 222-0944

- ORTOEPAS

Pua Washington Luis, 91

Rio de Janeiro - RJ - Fone (021)284-7399

Para fins ilustrativos serão mostrados alguns desenhos de cadeiras de rodas nacionais (figuras I.6, I.7, I,8):

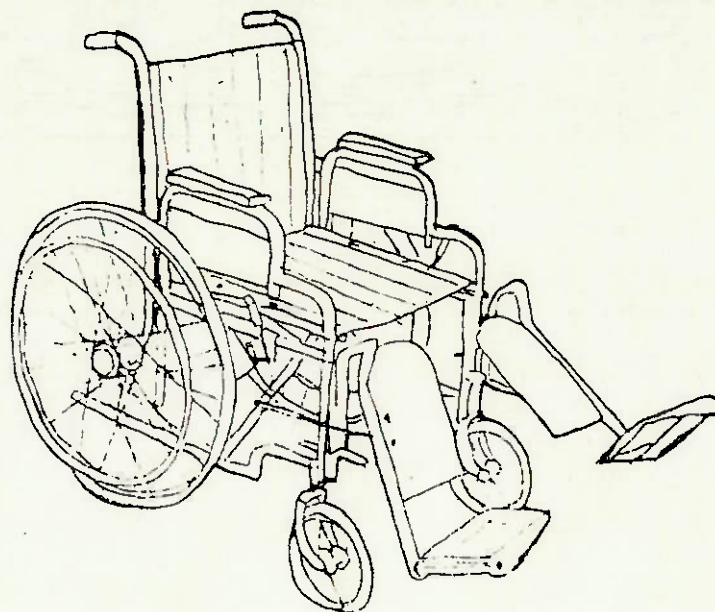


fig. I.6

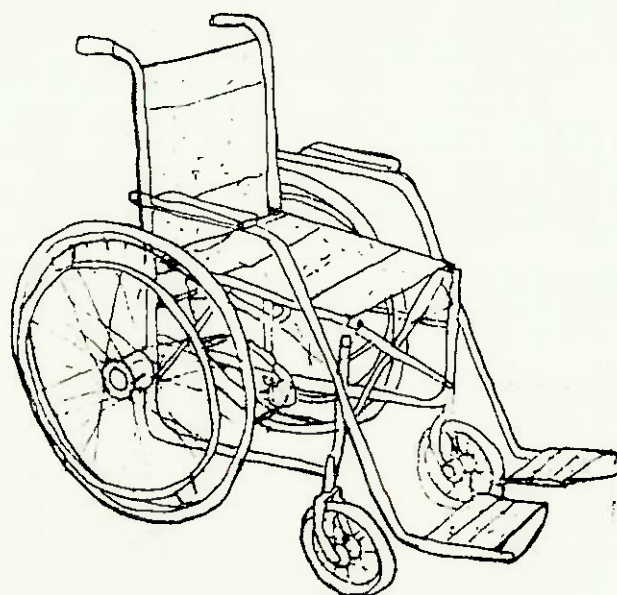


fig. I.7

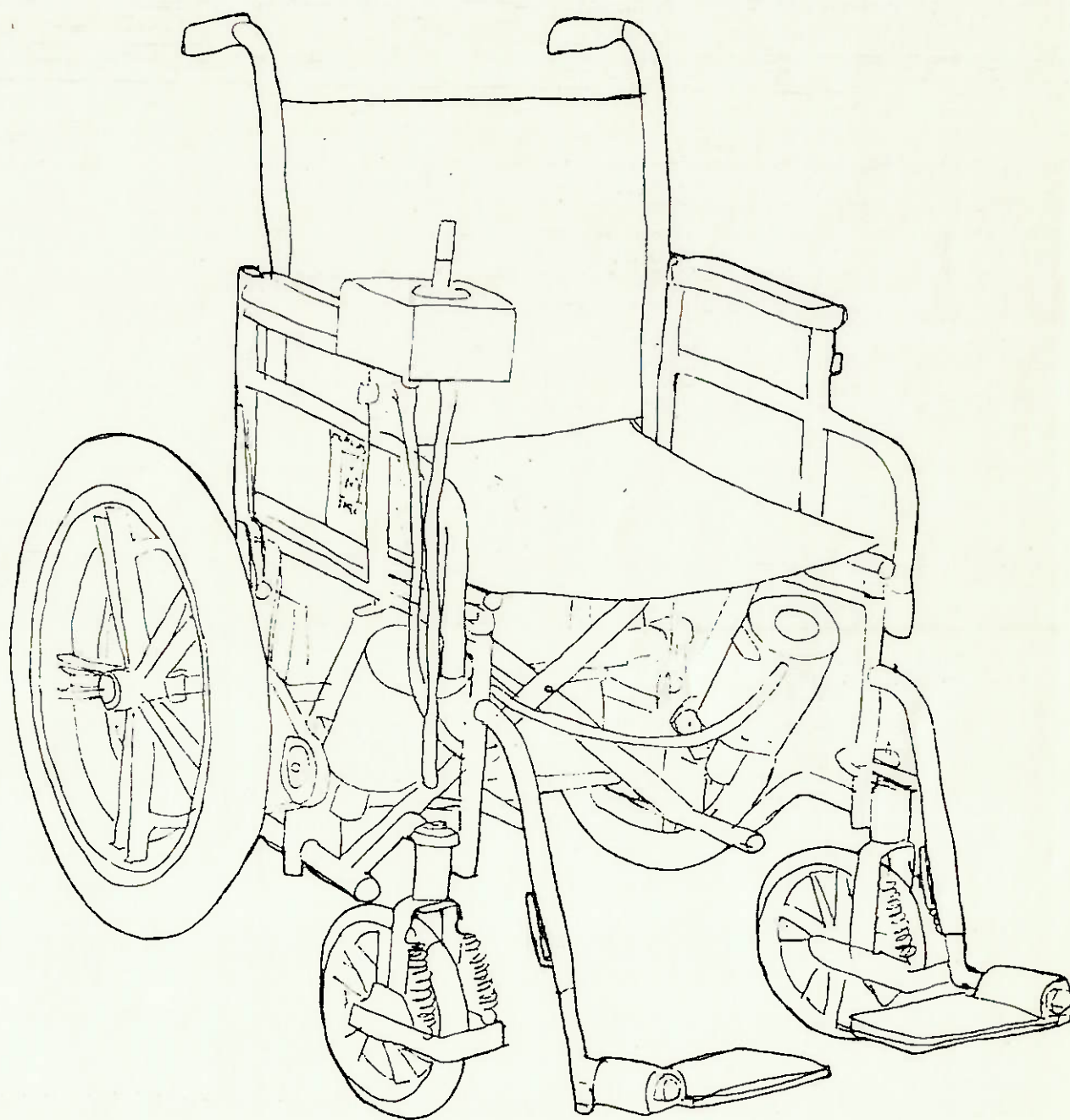


fig. I.8

CAPÍTULO II

ASPECTOS DE UMA CADEIRA DE RODAS

Destacamos a seguir alguns fatores referentes ao desempenho e projeto das atuais cadeiras de rodas nacionais:

- ASSENTO - Existe, na grande maioria das cadeiras de rodas, um verdadeiro abandono no tocante ao assento. Para facilitar a "dobragem" da cadeira, os fabricantes utilizam uma napa em forma de "tipóia" para configurar o assento. A "tipóia" não possibilita uma boa circulação sanguínea no paciente, devido basicamente à pressão de contato relativamente elevada (ref. 5) . O uso prolongado desse tipo de assento, pode provocar ulcerações na região de contato. É comum um usuário chegar a utilizar a cadeira de rodas por um período superior a 15 horas num único dia. Os pacientes brasileiros recorrem ao uso de uma almofada ou, mais freqüentemente, de uma bolsa d'água, que atua no sentido de aliviar a pressão de contato e permitir mobilidade, facilitando a circulação sanguínea.

Os médicos recomendam (ref. 6) exercício para alívio de pressão de contato, realizados periodicamente pelo paciente durante o uso da cadeira de rodas, além de fisioterapias em equipamentos especiais que possibilitam a posição vertical do corpo, beneficiando a circulação sanguínea global.

É preciso frisar também que o afrouxamento do material do qual é feito a "tipóia", no decorrer do uso, torna-se inevitável. (fig. II.1).

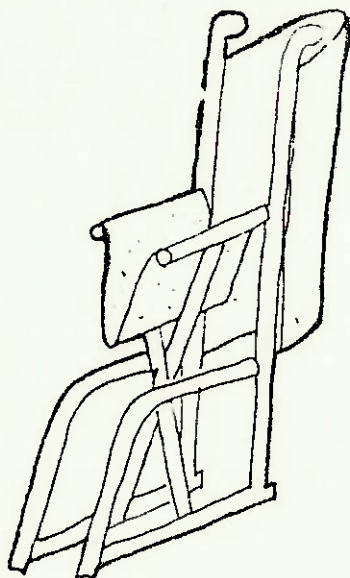
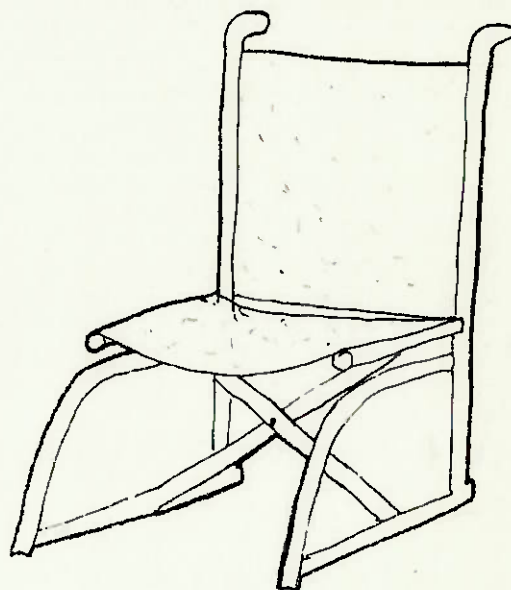
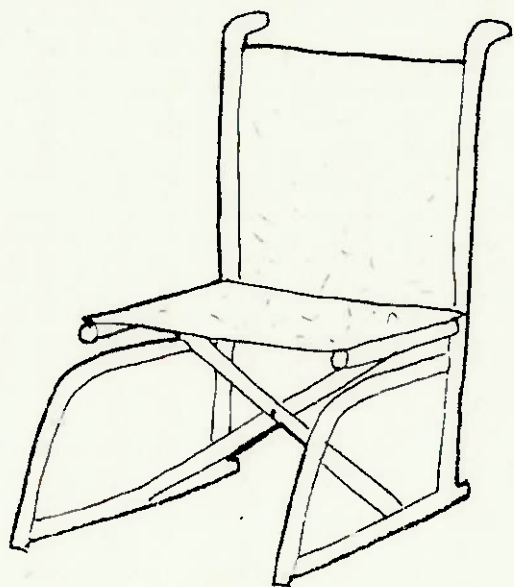


fig. TT.1

- ENCOSTO - Os encostos são geralmente do tipo "tipóia", pelo mesmo motivo de facilitar a dobragem da cadeira de rodas. O seu afrouxamento, com o decorrer do uso, irá afetar sobretudo a postura do indivíduo.

É improvável que haja apenas uma postura ideal (ref. 7), mas o hábito prolongado de uma má postura pode ocasionar, além de dores, mudanças degenerativas nos tecidos.

Para proporcionar conforto a qualquer tipo de usuário, é preferível que o encosto seja articulado no seu suporte, fato que nem sempre acontece nas cadeiras de rodas tradicionais. - (fig. II.2).

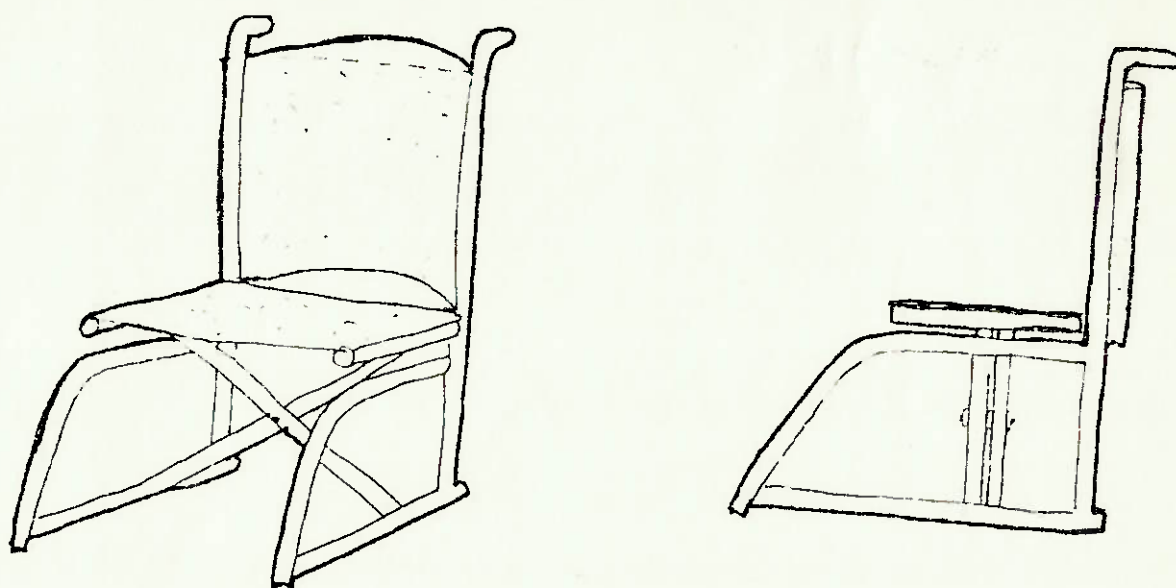


fig. II.2

- APOIO DOS BRAÇOS - Nesse nível existem problemas diferentes para cada modelo. O apoio fixo na estrutura gera um grande empecilho na hora da transferência do deficiente da cadeira para um outro local e vice-versa. Já os apoios móveis geralmente são de encaixes, não possibilitando a utilização dos mesmos como ponto de apoio no momento de uma transferência. Deve-se frisar que algumas pessoas não utilizam os apoios dos braços, por os acharem incômodos, retirando-os no momento do uso.

- FREIOS - Elemento de grande importância, cuja função principal é fixar a cadeira de rodas no momento de uma parada. Na aplicação sobre o pneu maciço de borracha, os freios possuem boa eficiência somente quando os pneus estão novos. Com o desgaste dos pneus os freios vão perdendo o seu rendimento, porque não podem ser ajustados para nova situação de distanciamento, devido a esse desgaste. Outro fator negativo encontrado em alguns modelos é o fato da sua alavanca de acionamento ocupar a região lateral da cadeira, pela qual os deficientes são transferidos, constituindo-se assim, num obstáculo a ser vencido. O sistema de freio mais utilizado consiste num mecanismo de quatro barras. (fig. II.3).

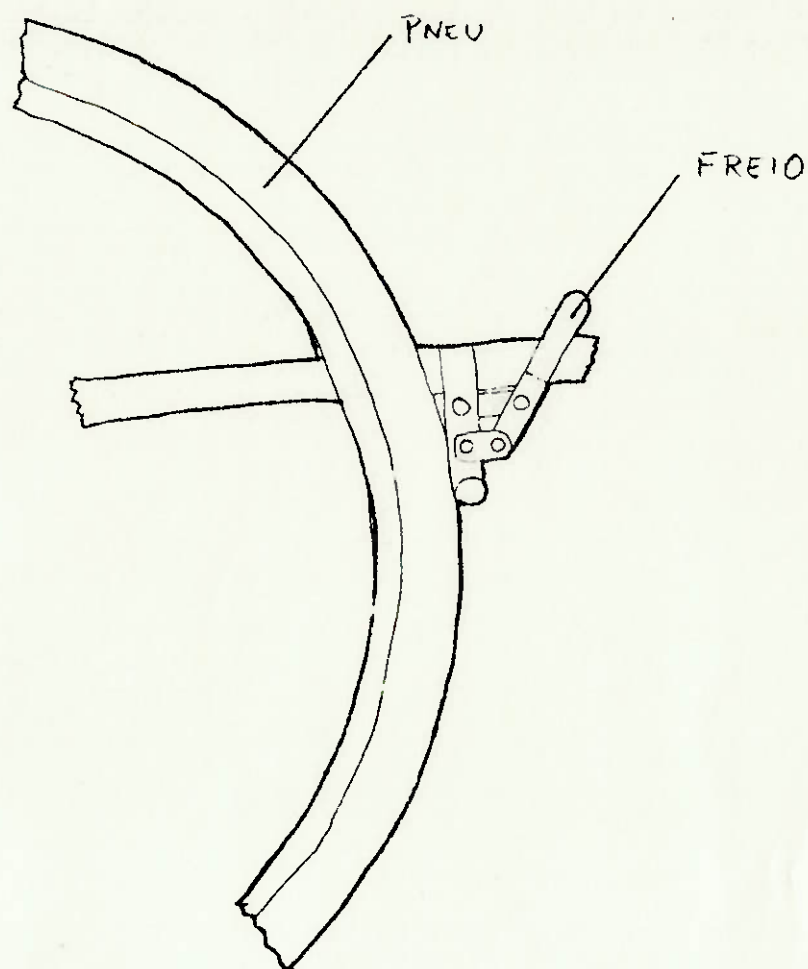


fig. II.3

- RODAS E ROLETES - Frequentemente possuem aros de arames e giram geralmente sobre mancais de deslizamentos (buchas) e não rolamentos. A não utilização de rolamentos pode comprometer a estabilidade da cadeira pelo desgaste da bucha. Outro fator que pode gerar instabilidade é a disposição relativa das rodas e roletes, podendo colocar em risco o usuário, pela possibilidade de ocorrência de quedas.

A cadeira de rodas, ao encontro de pequenos obstáculos, pode ter seus roletes travados, ocasionando uma rotação que leva o deficiente ao chão, com possibilidade de fraturas.

- PNEUS - Grande parte das cadeiras de rodas ainda saem das fábricas com pneus maciços de borracha que, além de se deformarem e se desgastarem facilmente com o uso, não amortecem as vibrações ocasionadas por um piso irregular. Esse problema vem sendo solucionado, parcialmente, com a utilização de pneu de ar, já encontrado em algumas cadeiras de rodas e muito elogiado pelos usuários.

- ESTRUTURA - A estrutura é um dos fatores mais importantes da cadeira. Os problemas também aqui são distintos para cada modelo, sendo que nas cadeiras dobráveis o ponto crítico se encontra nas cruzetas, as quais, com o uso, adquirem folgas, acarretando uma diminuição da rigidez do quadro. Os modelos fixos (monoblocos) não apresentam possibilidade de desmontagem fácil para eventuais transportes, apesar de apresentarem uma rigidez muito boa. (fig. II.4).

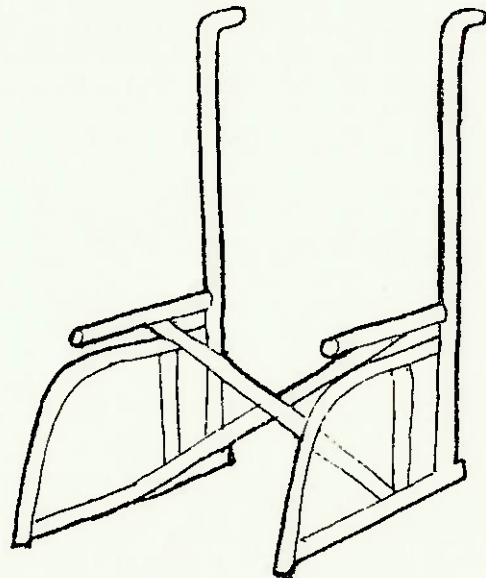
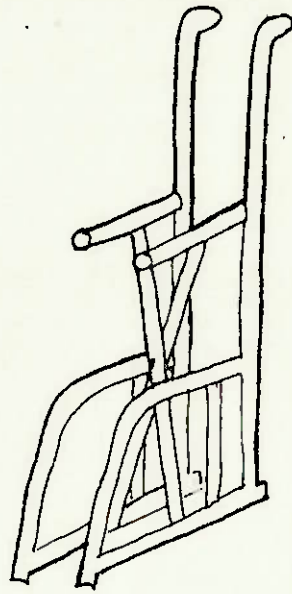
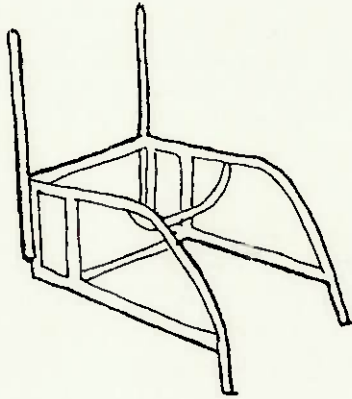


fig. II.4

- PESO - A leveza de uma cadeira facilita a propulsão ao seu usuário, além do manuseio por uma outra pessoa que presta assistência ao deficiente. Os modelos nacionais possuem um peso relativamente grande, devido a utilização de tubos de aço na sua estrutura.

- DURABILIDADE - A durabilidade das cadeiras do país é baixa devido aos próprios materiais utilizados e a aspectos construtivos, tendo vários pontos críticos. É comum a quebra de determinados elementos, seja por desgaste excessivo, concentrações de tensões acima do admissível, ou por questão de fadiga, colocando em risco a integridade do usuário.

- ESTABILIDADE - A estabilidade é um fator muito importante e não deve ser comprometida pelo uso, fato que não ocorre com a maioria das cadeiras disponíveis no mercado. Existem certos elementos na cadeira de rodas que criam folgas com a utilização, como as cruzetas e os roletes, acarretando instabilidades no conjunto.

- MANUTENÇÃO - A manutenção de uma cadeira de rodas nacional sofre grandes dificuldades pelo fato do equipamento não ser construído de forma modular. Muitas vezes, a quebra de certo componente do equipamento requer uma troca de uma parte bem maior e até mesmo de toda a cadeira, tornando portanto o custo de manutenção mais caro, sem uma necessidade real.

- ESTÉTICA - A maioria dos produtos disponíveis no mercado não levam em conta as necessidades psicológicas do usuário.

Pouca ou nenhuma criatividade está sendo incorporada ao "design" da cadeira de rodas, de modo a torná-la agradável e esteticamente aceitável. Uma cadeira de rodas não deveria ter o aspecto de um objeto estigmatizante.

- VERSATILIDADE - Cadeiras nacionais não apresentam acessórios para acoplagem direta na sua estrutura facilitando tarefas do cotidiano para seus usuários como alimentação, escrita, leitura, higiene pessoal, necessidades fisiológicas e outras atividades diversas.

- CONFORTO - O conceito de um produto confortável é subjetivo, pois leva em conta fatores além das condições meramente técnicas, entrando em aspectos de estética e de valor. A primeira vista, as cadeiras de rodas nacionais não representam um modelo de conforto.

- CUSTO - O último fator aqui levantado será o custo que é relativamente alto se levarmos em conta o tempo de vida do equipamento, poder aquisitivo da população em geral e as grandes dificuldades inerentes às cadeiras de rodas nacionais.

A relativa obsolescência técnica que sofrem as cadeiras nacionais, gera a necessidade real, com base no que foi exposto, de um novo "design" de produto. Diante desse panorama estabeleceu-se continuar o estudo de viabilidade de projeto e construção de uma cadeira de rodas parcialmente inovadora, em relação às existentes no mercado nacional.

CAPÍTULO III

FORMULAÇÃO DO PROJETO

Para satisfazer as necessidades propostas, o equipamento projetado deve conter certas características que solucionem ou minimizem os problemas anteriormente expostos.

Para o estudo dessa formulação foi de grande importância a entrevista realizada na AACD indicada anteriormente, pois proporcionou o levantamento de problemas e sugestões, tanto pelos usuários como pelos médicos responsáveis.

Assim, como principais características que o equipamento deve ter, podemos ressaltar:

- assentos com melhor "design" para proporcionar uma correta circulação sangüínea, evitando ulcerações e problemas secundários.
- encostos com uma maior rigidez e com inclinação ergonomicamente adequada à coluna vertebral.
- apoiadores de braços que sirvam de auxílio quando na transferência do deficiente da cadeira para qualquer outro lugar ou vice-versa.
- freios com possibilidade de regulação do ponto de aplicação, garantindo boa eficiência com o decorrer do uso.

- maior estabilidade da cadeira, proporcionando um nível de segurança maior para seus usuários.
- capacidade de subir rampas com inclinações razoáveis e ultrapassar obstáculos tais como: meio fio e pequenos degraus.
- maior dirigibilidade nas ruas.
- maior rigidez da estrutura.
- esteticamente mais simples e bonita.
- grande durabilidade do equipamento, compensando o investimento inicial do usuário.
- maior leveza.
- maior facilidade de manutenção.
- custo compatível com o poder aquisitivo da população.
- simplicidade para o uso da cadeira.
- matéria-prima de fácil aquisição no mercado nacional.
- uso de tecnologia compatível com a indústria nacional.

- FREIOS

- . direto no pneu - mecanismo de 4 barras, que freia por atrito e pressão de compressão sobre o pneu.
- . no aro - dispositivo semelhante ao usado em bicicletas.
- . direto no eixo

- ASSENTO

- . materiais
 - napa
 - espuma
 - gel
 - colchão d'água
 - plástico
 - madeira
 - poliuretano injetável
- . tipos
 - fixo
 - removível
 - regulável

- ENCOSTO

- . material napa
 espuma com estrutura
 madeira
 plástico

- . tipos tipóia
 fixo ao assento
 fixo à estrutura
 reclinável

- RODAS - ROLETES

- . tipos fixas
 removíveis

- . outras características cambagem
 reguláveis
 disposição (alinhadas ou
 não)
 número de rodas

- PNEUS

- . maciço
- . inflável

- ACIONAMENTO

- . sistema de alavancas
- . aro em torno das rodas
- . elétrico
- . direto no pneu

- ACESSÓRIOS

- . atividades diversas (alimentação, escrita, etc.)
- . higiene pessoal e necessidades fisiológicas (banho e uso de sanitário).

3.2 Exeqüibilidade física

Todas as soluções dos subconjuntos apresentados são fisicamente exeqüíveis, por serem possíveis de se fabricar com a tecnologia atualmente existente no país.

As estruturas podem ser construídas na forma tubular ou de perfil de materiais facilmente encontrados no mercado.

Os assentos e encostos podem ser adquiridos no mercado ou mesmo confeccionados.

A borracha maciça ou o pneu para as rodas deverão ser comprados dada a facilidade de se encontrar esse produto no comércio.

O apoiador de pés, também, não será problema dada a sua simplicidade.

O método para subir calçadas será fisicamente realizável desde que a estabilidade da cadeira seja mantida, mas isso só será possível com detalhado estudo das forças e momentos envolvidos.

3.3 Valor econômico

Todos os materiais são facilmente encontrados no mercado interno e de custo acessível. Pode-se concluir assim, o compatível valor econômico das soluções futuramente propostas.

Mesmo que o custo ao consumidor seja superior à média do mercado, deverá ser levado em conta a razão custo/benefícios oferecidos, viabilizando portanto, seu valor econômico.

Outros fatores devem ser levados em conta como o volume de produção, a distribuição e outros que afetarão o custo final do produto.

A construção de um protótipo está prevista no projeto. Este protótipo fatalmente terá um custo elevado. Não seria porém, o preço final do produto, na possibilidade de lançamento no mercado.

3.4 Viabilidade financeira

Caso o projeto fosse absorvido por uma empresa, a sua direção deveria decidir sobre os recursos financeiros disponíveis para execução do empreendimento e levar em conta as suas disponibilidades em termos de instalações, máquinas, dispositivos e eventual necessidade de contratar pessoal para produção.

No caso, não serão precisos grandes investimentos pois

os métodos e processos de fabricação são largamente utilizados pela indústria nacional.

Outro fator benéfico é a já existência de uma rede especializada para a distribuição e comercialização de tais tipos de equipamentos, não sendo, portanto, necessários grandes investimentos nessa área, na propaganda e no marketing.

Na construção do protótipo será feito o esforço de angariar recursos junto ao Departamento de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da USP, para a compra de materiais.

Serão utilizadas apenas as máquinas disponíveis nos laboratórios do departamento, com a ajuda dos técnicos atuantes nessa área.

3.5 Conclusão

Pelo estudo realizado concluiu-se a viabilidade da construção de uma cadeira relativamente inovadora em termos de mercado nacional.

Será necessária a elaboração de matrizes decisórias para cada subconjunto da cadeira de rodas anteriormente exposto, procedendo-se então a otimização de cada uma delas, não se esquecendo da compatibilização entre as partes.

CAPÍTULO IV

PROJETO BÁSICO

4.1 Escolha da melhor solução

Precisamos escolher entre as propostas apresentadas no estudo de viabilidade a que possui, aparentemente, as melhores possibilidades de sucesso.

Deve-se frisar que optou-se pela escolha da melhor solução de cada componente, para somente depois, conceber uma cadeia de rodas.

4.1.1 Matrizes de avaliação ou decisão para alguns componentes

4.1.1.1 Avaliação do assento (material)

TIPOS

- a. napa
- b. espuma
- c. gel
- d. colchão d'água
- e. plástico
- f. madeira
- g. poliuretano injetável

PROPRIEDADES CONSIDERADAS IMPORTANTES

A. Conforto (Peso 2)

B. Manter boa circulação sanguínea (Peso 5)

C. Não causar umidade (Peso 4)

D. Custo (Peso 4)

nota

Prop.	a	b	c	d	e	f	g	Peso(P)	axP	bxP	cxP	dxP	exP	fxP	gxP
A	4	6	7	7	3	2	3	2	8	12	14	14	6	4	6
B	4	6	8	8	2	2	3	5	20	30	40	40	10	10	15
C	3	8	4	6	3	4	6	4	12	32	16	24	12	16	24
D	7	7	5	6	3	8	5	4	28	28	20	24	12	32	20
soma	-----							15	68	102	90	102	40	62	65

Tipo	a	b	c	d	e	f	g
Nota final	4,53	6,80	6,00	6,80	2,67	4,13	4,33

Nota final "a" = $axP/somaP = 68/15 = 4,53$

CONCLUSÃO: Pode-se adotar tanto a solução "b" como a "d" para o projeto básico.

OBS.: Mais detalhes ver Anexo I - Estudo dos assentos e encostos.

4.1.1.2 Avaliação do encosto (material)

TIPO

- a. napa
- b. espuma com estrutura
- c. madeira
- d. plástico

PROPRIEDADES CONSIDERADAS IMPORTANTES

- A. Conforto (Peso 2)
- B. Não causar umidade (Peso 4)
- C. Custo (Peso 4)
- D. Deformação com o uso (Peso 5)

Prop.	nota				P	axP	bxP	cxP	dxP
	a	b	c	d					
A (conforto)	5	7	3	4	2	10	14	6	8
B (umidade)	4	8	5	4	4	16	32	20	16
C (custo)	7	8	7	4	4	28	32	28	16
D (uso)	5	8	8	8	5	25	40	40	40
soma	-----				15	79	118	94	80

Tipo	a (napa)	b (espuma)	c (madeira)	d (plástico)
Nota	5,26	7,86	6,27	5,33

CONCLUSÃO: Adota-se a alternativa "b" para o projeto básico.

OBS.: Mais detalhes ver Anexo I - Estudo dos assentos e encostos.

de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) tem-se uma taxonomia provisória.

1. Produtos para diagnósticos

- 1.1. Medição de variáveis fisiológicas estáticas
- 1.2. Medição de variáveis fisiológicas dinâmicas
- 1.3. Medição da capacidade perceptual sensorial

2. Produtos para terapia

- 2.1. Produtos para terapia ocupacional
- 2.2. Produtos para exercícios físicos
- 2.3. Produtos para exercícios mentais
- 2.4. Produtos para percepção visual e motora
- 2.5. Produtos para eletroterapia
- 2.6. Produtos para hidroterapia
- 2.7. Produtos para terapia de calor e frio
- 2.8. Produtos para massagem

3. Produtos para vida diária

- 3.1. Produtos auxiliares para mão e pé
- 3.2. Produtos auxiliares para higiene
- 3.3. Produtos para ler, escrever, desenhar
- 3.4. Produtos para locomoção
 - 3.4.1. andadores e muletas
 - 3.4.2. cadeiras de rodas e acessórios
 - 3.4.3. elevadores

3.4.4. deslocadores

3.5. Produtos auxiliares para percepção visual

4. Produtos de prótese e órtese

4.1. Órtese

4.1.1. talas (splints) e luvas

4.1.2. suporte para cabeça

4.1.3. acessórios para locomoção

4.1.4. estabilizadores

4.2. Prótese

4.2.1. substituição de parte de um órgão

4.2.2. substituição de um órgão completo

Exemplos para os grupos de produtos

1.1. Martelo neurológico

1.2. Dinamômetro de mão

1.3. Nystagmus teste (oscilações do olho)

2.1. Tear

2.2. Exercitador de mão

2.3. Brinquedo matemático

2.4. Marcas de pé de material antideslizante para di
ferenciação entre direita e esquerda

2.5. Estimulador mediante galvanização

2.6. Banheira para hidroterapia

2.7. Acolchoado elétrico para calor úmido

2.8. Vibrador

3.1. Chave para torneira

- 3.2. Vaso sanitário
- 3.3. Prancheta ortostática
- 3.4.1. Andador de rodas
- 3.4.2. Cadeiras de rodas
- 3.4.3. Elevador
- 3.4.4. Deslocador
- 3.5. Óculos
- 3.6. Aparelho para surdez
- 4.1.1. Luva ortostática
- 4.1.2. Suporte para cabeça
- 4.1.3. Suporte para dobrar joelho
- 4.2.1. Fêmur sintético
- 4.2.2. Mão artificial

1.3 As causas incapacitantes

A incapacidade funcional de um deficiente é provocada por alguma forma de paralisia ou simplesmente pela ausência total ou parcial de algum membro (causa congênita; amputação provocada por infecções ou traumatismo).

A paralisia é uma perda temporal ou permanente da função, sensação ou movimento voluntário dos músculos, originada geralmente por lesão dos nervos ou destruição das células nervosas que regulam a função dos músculos ou tecido muscular atingido.

A lesão das células ou fibras nervosas pode originar-se por doença ou lesão destrutiva do cérebro ou medula espinhal, qualquer uma das quais pode ocasionar uma paralisia parcial ou total de vários músculos. A paralisia causada por lesão cerebral

tende a ser do tipo que ocasiona rigidez, e a originada por lesão de células da medula espinhal geralmente é do tipo que determina flexibilidade diminuída e flacidez.

Para descrever os diversos tipos de paralisia utilizam-se termos específicos, tais como:

- Quadriplegia - paralisia de braços e pernas.
- Hemiplegia - paralisia de um lado apenas do corpo.
- Diplegia - paralisia bilateral de partes similares de cada lado do corpo.
- Monoplegia - paralisia de um único braço ou perna ou mesmo de um único músculo ou de um grupo deles, tais como os de um lado do rosto.
- Paraplegia - paralisia de ambas as pernas.

A paraplegia pode ser provocada por traumatismo na medula, fratura ou deslocamento da coluna vertebral, ferimentos a bala ou arma qualquer.

Pode ser necessária a cirurgia para corrigir a lesão da zona afetada ou a extração dos fragmentos metálicos que tenham atingido o local. Em alguns casos, contudo, talvez a intervenção não seja aconselhável ou exequível no momento em que se dá a lesão. Havendo ou não operação, é essencial um longo período de internação em hospital após uma lesão da medula, que venha a provocar paraplegia.

Na primeira fase do tratamento, cuida-se muito da manutenção da estrutura óssea, atenta-se para o bom estado da pele, para o funcionamento adequado do trato urinário, para a atividade intestinal e para a dieta. Depois de se obter uma recuperação parcial, é essencial um tratamento prolongado e que nem

sempre reabilita completamente o paciente.

A ajuda ao doente durante o fatigante período de adaptação à nova condição de "incapacidade" é muito importante. Tratamento fisioterápico com terapeuta ocupacional e, às vezes, a psicoterapia, podem desempenhar papel muito relevante para a reabilitação do paciente.

Muito já se fez para proporcionar ao paraplégico oportunidade de desempenhar funções úteis, e procede-se a instrução no sentido de locomoção com muletas ou cadeiras de rodas, utilização de veículos especialmente equipados, etc.

Muitas pessoas paraplégicas podem ser integradas na vida comunitária, pois podem conseguir empregos executando tarefas úteis e vivendo como cidadãos auto-suficientes.

No Brasil, devido à falta de cuidado das autoridades governamentais, muitas crianças ficam inválidas permanentemente em decorrência de um ataque de poliomielite ou paralisia infantil.

A poliomielite é uma inflamação das células do corpo, geralmente do corpo anterior da substância cinzenta da medula espinhal, causada por um vírus.

O número de indivíduos contaminados pelos "germes" da poliomielite é muito elevado, mas a imensa maioria dos casos nem mesmo é notada porque, diante de uma resistência natural das pessoas, os vírus não conseguem provocar a paralisia ou qualquer outro sintoma. São os chamados "portadores sãos", que contêm no organismo o "germe" da doença sem saber. Análises estatísticas concluíram que, de cada cem crianças contaminadas, apenas de uma a três apresentam paralisia. As demais incluem-se entre portadores sãos, ou com formas clínicas benignas, que provocam sintomas discretos em tudo semelhantes a um resfriado em princí

pio de evolução ou, quando mais fortes, não indo além dos sintomas de uma gripe.

O nome "paralisia infantil" não é bem aceito pelos médicos, porque nem sempre a poliomielite produz a paralisia e também porque os vírus atacam, aliás com conseqüências muito mais graves, os adultos.

Os agentes da pólio podem introduzir-se no organismo por diversas formas. A mais freqüente é a penetração pela boca. As pessoas infectadas recebem o vírus através de alimentos ou do contato direto com portadores, sãos ou não.

Uma vez no interior do corpo, o vírus aloja-se, temporariamente, nos intestinos ou na faringe. Daí atinge a corrente sanguínea, por via da qual pode chegar e se fixar em diversos pontos, como o coração, o cérebro, a medula espinhal e outros.

Por se alojarem durante certo tempo nos intestinos, podem ainda ser eliminados pelas fezes. Por isso, a falta de redes de esgotos ou de tratamento das mesmas, pode ser também uma via de disseminação. Pela água, transportada por insetos, ou "viajando" nas microscópicas partículas de saliva, durante a tosse ou o falar, os causadores da poliomielite espalham-se de forma explosiva e, se não forem controlados, atingem milhares de pessoas e cada uma delas, apesar da verificação estatística, corre o risco virtual de contrair a doença em sua pior forma.

Durante algum tempo, um fato estranho desafiou a argúcia dos pesquisadores da pólio: sabia-se que as condições de higiene precária facilitavam a disseminação do germe. Paradoxalmente, nações adiantadas, com elevado índice de higiene, apresentavam maior freqüência de formas graves (paralisia) do que regiões menos evoluídas. Não foi muito difícil, porém, aos

pesquisadores dar com a resposta certa. Nos países mais adiantados, o controle tornou a poliomielite bastante rara, o que não ocorre em países de precárias condições higiênicas. Por razões não muito claras, quanto mais nova for a criança atingida, maior a resistência orgânica à infecção. Assim, onde o saneamento é deficiente, a maioria das crianças recebe o vírus em tenra idade, resistindo melhor e encontrando condições de produzir anticorpos que as protegem em épocas posteriores. Se o vírus não existir, ou for muito raro, não ocorre a contaminação nem a imunização natural, e a doença ataca crianças em idade mais avançada ou adultos. Como nessas idades há mais suscetibilidade ao vírus, os efeitos da infecção mostram-se muito mais graves. É essa a razão pela qual as campanhas de vacinação antipoliomielíticas abrangem apenas crianças de pequena idade. Supõe-se que as maiores já tenham sido expostas aos germes e desenvolvido os anticorpos contra eles.

Os efeitos e sintomas da infecção variam muito. Em geral, entre oito e dez dias depois do ingresso dos vírus, a doença começa a se manifestar. Mas tal prazo pode oscilar entre 3 e 35 dias. As formas benignas, quando apresentam sintomas, não vão além de uma febre muito sutil, certo mal-estar, dores vagas, indisposição geral e perda de apetite. Entre 90 e 95% dos pacientes infectados encontra-se essa forma, que desaparece espontaneamente, sem deixar marcas.

A infecção pode ser também um pouco mais grave, com os mesmos sintomas, mas um pouco mais severos. Também essa forma, que atinge entre 4 e 8% das pessoas contaminadas, pode desaparecer sem deixar seqüelas.

Assim, pode-se dividir a poliomielite em três formas se

gundo os efeitos apresentados.

- POLIOMIELETTE ABORTIVA - pode provocar apenas diarreia, mal-estar estomacal, resfriado ou dores musculares que duram poucos dias, sendo que muitas pessoas nem chegam a perceber o fato de ter contraído o vírus.

- POLIOMIELETTE NÃO PARALÍTICA - se apresenta como uma paralisia temporária nos braços e pernas.

- POLIOMIELETTE PARALÍTICA OU PARALISIA - são os casos mais marcantes, muito embora menos freqüentes. Podem aparecer como tal desde o princípio, ou esconder-se até durante dias, disfarçadas em infecções benignas. Com freqüência, os sintomas desaparecem depois de alguns dias, dando a impressão de que o vírus foi vencido, mas reaparecem depois de algum tempo, de um a cinco dias, com as características da paralisia. Os sintomas, pouco específicos, são representados por febre, dores de cabeça, rigidez na nuca e nas costas, vômitos, torpor, irritabilidade, perda de apetite e outros.

Depois de instalados, os vírus da pólio não são sensíveis a nenhuma espécie de terapêutica. Embora se saiba com certeza que a maioria dos casos tem evolução benigna, cada indivíduo contaminado deve ser considerado como virtual vítima das formas mais graves da doença. O tratamento é dividido em duas fases distintas: atendimento na fase aguda, e, posteriormente, na medida do possível, correção dos defeitos gerados pela moléstia.

Na fase aguda, o tratamento compreende cuidados gerais, controle rigoroso (para obstar uma evolução mais danosa), proteção contra o sofrimento físico e cuidados especiais na postura dos membros atingidos (para que não adquiram "vícios" graves),

repouso muscular e psíquico. Tais medidas devem ser aplicadas por equipes de médicos e enfermeiras especializados. Se houver insuficiência respiratória deve ser ajudada por exercícios e instrumentos.

O tratamento de recuperação, ao contrário, baseia-se em exercícios físicos (inclusive a natação), banhos de luz, prática de coordenação e reeducação muscular, ou colocação, às vezes obrigatória, de aparelhos ortopédicos.

A psicoterapia é indispensável para evitar que a criança parálitica desenvolva complexos de inferioridade.

A descoberta da vacina Salk (vírus mortos) e posteriormente a de Sabin (vírus vivos atenuados), constitui a salvação para as pessoas ainda não infectadas. A vacina pode proporcionar imunização durante muitos anos contra o vírus da poliomielite, através da criação de anticorpos no organismo humano.

Uma outra causa de incapacidade funcional é a paralisia cerebral causada por lesão do cérebro, que se apresenta como uma doença neuromuscular de longa duração e não fatal, que afeta o sistema nervoso central. Uma vez lesado, o cérebro não se restabelece sem deixar seqüelas, sendo destruídas zonas de sua superfície que não mais funcionam. Até o momento presente, não se conseguiu a cura para a paralisia cerebral.

Embora a invalidez resultante da paralisia cerebral se apresente como uma complicação física, a causa se origina pela lesão primária do cérebro, provocando diferentes graus de incapacidade física, perda de faculdade e atraso mental. O doente pode sofrer espasmos, ter falta de coordenação, debilidade, tremores, rigidez e dificuldades de audição, visão e fala.

O cérebro de crianças com paralisia cerebral pode ter

sido lesado antes do nascimento ou mesmo durante a infância. Alguns fatores podem provocar distúrbios no cérebro, tais como desenvolvimento deficiente na fase embrionária das células cerebrais da criança, distúrbios patológicos, como incompatibilidade do fator Rh da mãe e do filho ou infecções na infância.

No parto, os riscos são particularmente grandes quando o feto se apresenta de nádega e nos casos de prematuros, pois a fragilidade do crânio pode dar lugar a uma lesão cerebral.

O tratamento varia de acordo com a gravidade e a causa da moléstia. Nos casos benignos, as crianças podem receber um "educamento" muscular e outros tratamentos especiais que lhes permitem levar uma vida normal. Qualquer tratamento de paralisia cerebral requer muita paciência e carinho, um pouco além dos dispensados a uma "simples" paralisia, devendo ser complementado por cuidados que cada caso venha a exigir.

A incapacidade pode ser ocasionada por distrofia muscular, doença que provoca atrofia muscular e perda de força. A origem desses processos varia e, em muitos casos, é desconhecida.

Em um caso típico, uma criança que parecia normal ao nascer, por volta dos cinco anos, pode começar a perder a capacidade de mover as pernas adequadamente. Os músculos das costas se debilitam a tal ponto que a criança não consegue manter-se sentada e logo não pode mais abandonar a posição inclinada. Em alguns casos há atrofia total dos músculos, enquanto em outros produz uma debilidade progressiva.

Com o enfraquecimento gradativo dos músculos afetados, os mais resistentes ou contrários continuam em atividade, podendo deste modo ocasionar o retorcimento ou encurvamento do corpo.

Outro fator que pode causar uma incapacidade funcional é a senilidade.

A senilidade é um estado extremo de arteriosclerose cerebral que produz, nas pessoas de idade muito avançada, sintomas semelhantes aos da demência.

À medida que a pessoa envelhece, o organismo sofre várias modificações. As células do organismo começam a perder seu poder de reparação e as glândulas tendem a funcionar menos eficientemente. A capacidade para esforços musculares e mentais diminui e as doenças que afetam o sistema circulatório, o coração, os rins, os pulmões e outros órgãos começam a manifestar-se.

Dentro de certos limites impostos pela idade, a medicina moderna pode fazer muito para ajudar os pacientes dessas perturbações. As pessoas de idade mais avançada devem ser examinadas por um médico com alguma freqüência.

Com o avanço geral da ciência e da medicina, a maior parte das pessoas vive maior número de anos. Uma percentagem cada vez maior da população tende a se constituir de pessoas mais velhas e seus problemas passam a assumir uma importância sempre crescente.

Basicamente, as causas principais de incapacidade funcional foram citadas anteriormente, proporcionando uma noção geral sobre o assunto.

1.4 Cadeira de Rodas

Algumas das causas que levam um indivíduo a usar uma cadeira de rodas, como o modelo tradicional mostrado a seguir,

(fig. I.1), já foram citadas anteriormente, sendo a parcela mais significativa dos usuários representada pelos paraplégicos.

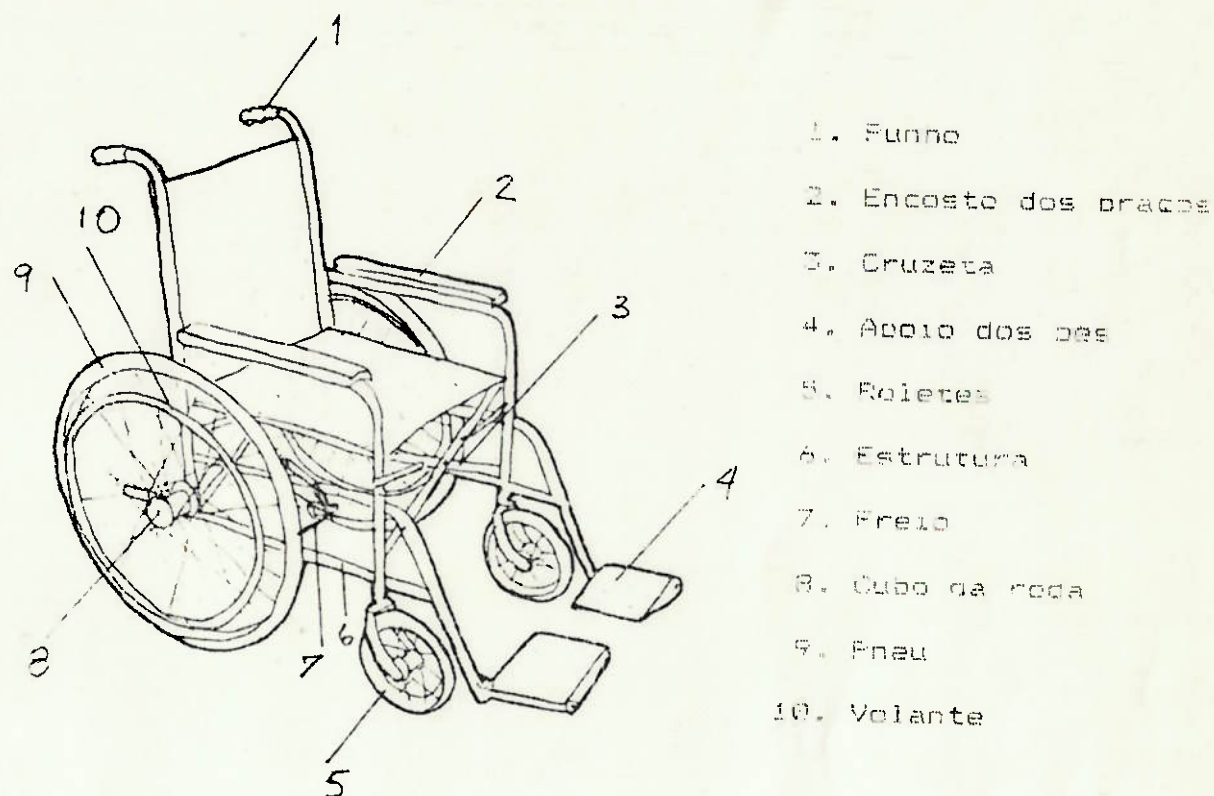


fig. I.1

A inadaptação da maioria das grandes cidades faz com que o deficiente encontre sérias dificuldades para se locomover.

Alguns ônibus, em circulação na cidade do Rio de Janeiro (ref. 2), modificados para acolher um usuário de cadeira de rodas, possuem intervalos de passagem muito demorados, no caso, de três em três horas. Já o metrô, nesta mesma cidade, oferece barreiras arquitetônicas em algumas estações, como ausência de rampas ou de escadas rolantes para acesso ao piso superior.

Muitas vezes as calçadas apresentam meio-fios muito al-

tos, que dificultam os deficientes com pouca força e sem habilidade.

A locomoção de um usuário de cadeira de rodas em uma grande cidade constitui-se num enorme desafio pois são muitas as barreiras enfrentadas e, em muitas ocasiões, necessita-se muita paciência e bom humor.

Com base nas dificuldades existentes para as pessoas paraplégicas levarem uma vida mais adequada, houve o interesse dos alunos: Edgar Akio Matida, José Francisco Z. Zuleta e Marcelo Machado Venturini, em projetar e construir uma cadeira de rodas otimizada, visando minimizar os principais problemas existentes nas atuais cadeiras.

Tal projeto se constituirá no trabalho de formatura desse grupo de alunos.

Com o objetivo de aumentar o conhecimento sobre as cadeiras de rodas, realizou-se uma busca de artigos sobre o assunto no "The Engineering Index Annual", compreendido entre os anos de 1981 e 1988, proporcionando subsídios de grande importância para o desenvolvimento do estudo. Alguns desses artigos considerados importantes serão anexados ao trabalho.

Algumas entrevistas foram realizadas com deficientes usuários de cadeira de rodas e alguns terapeutas na AACD (Associação de Ajuda à Criança Defeituosa), proporcionando um real conhecimento das necessidades dos paraplégicos e das deficiências das cadeiras de rodas.

A AACD é uma entidade sem fins lucrativos que presta assistência principalmente às crianças com alguma deficiência do tipo orgânica. Sua atividade se baseia na reabilitação, na terapia e na adaptação do indivíduo no sentido de facilitar as suas

relações com o seu meio.

A Associação possui uma equipe altamente especializada constituída por médicos, terapeutas, técnicos em biomecânica, assistentes, enfermeiros e outros. Além da grande capacidade técnica, existe um enorme espírito altruísta entre as pessoas que realizam o trabalho assistencial na AACD.

Alguns produtos são desenvolvidos e fabricados em oficina própria da AACD, além de haver treinamento de pessoal técnico oriundo de várias partes do mundo, principalmente de países subdesenvolvidos que necessitam desse tipo de "know how". Esses produtos se prestam basicamente ao auxílio de terapêuticas, para substituição de um órgão (prótese) e na correção de um órgão (órtese).

Certos problemas relativos à cadeira de rodas que foram levantados junto a funcionários, usuários e voluntários da AACD, serão listados a seguir:

- as cadeiras são descartáveis;
- defeito na cruzeta (estabilidade comprometida com o uso);
- quebras generalizadas são freqüentes (estrutura, cubo da roda, etc.);
- assento provoca ulcerações na pele se não for utilizada uma almofada ou uma bolsa d'água;
- a cadeira não permite ajustes;
- durabilidade baixa em uso urbano (utilização em ruas);
- pouca estabilidade e dificuldade de subida em meio fio;
- dificuldade na higiene pessoal e na realização de necessidades fisiológicas;
- custo excessivo na aquisição.

Algumas sugestões foram dadas:

- modulação da cadeira com possibilidade de opcionais (rodas especiais para uso em praias, dispositivos para permitir local de trabalho e encaixe de um guarda-chuva, etc.);
- cadeira resistente;
- custo acessível.

Segundo as terapeutas da AACD, as seguintes observações são relevantes:

- dificuldade na transferência do paciente da cadeira para outro lugar;
- encosto tipo "tipóia" afrouxa com o uso;
- a postura do paciente é muito importante;
- exercícios fora da cadeira, muitas vezes, são necessários (fisioterapia);
- o paciente apresenta, algumas vezes, problemas secundários com o uso da cadeira (circulatório, da coluna vertebral, etc.).

Uma outra visita, desta vez ao INT (Instituto Nacional de Tecnologia), no Rio de Janeiro, proporcionou grandes conhecimentos relativos ao desenvolvimento de uma cadeira de rodas.

O INT, através de sua Unidade de Programas de Desenho Industrial (UPDI), faz pesquisa, desenvolvimento e implantação de projetos de equipamentos para a área de saúde, visando contribuir para a dotação tecnológica mais eficiente do Sistema Nacional de Saúde.

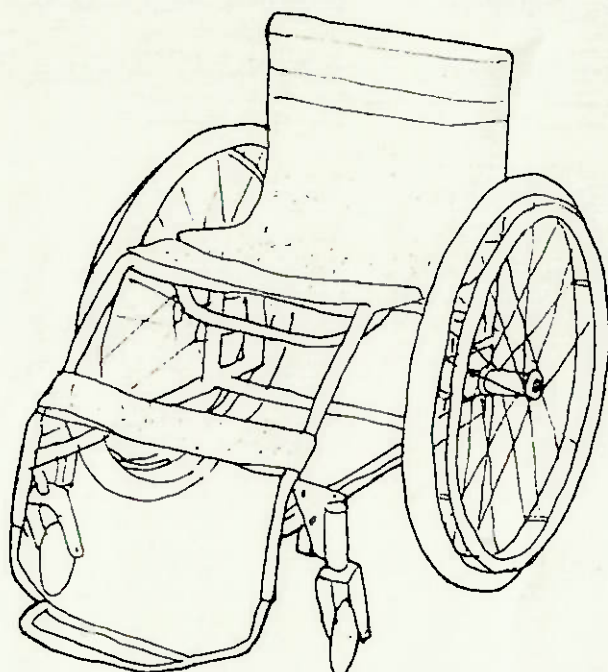
A princípio o instituto visa a integração com o sistema produtivo representado pelas empresas que possam vir a fabricar o produto projetado. Esse pressuposto se submete à meta de inves

tigação tecnológica que consiste na "verdade" útil a alguém, diferente da investigação científica que busca a verdade pela própria verdade.

A UPDI está apta a desenvolver equipamentos médicos, odontológicos e hospitalares, permitindo grande diversificação.

Alguns produtos resultantes do trabalho da unidade se não apresentados a seguir (ref. 3):

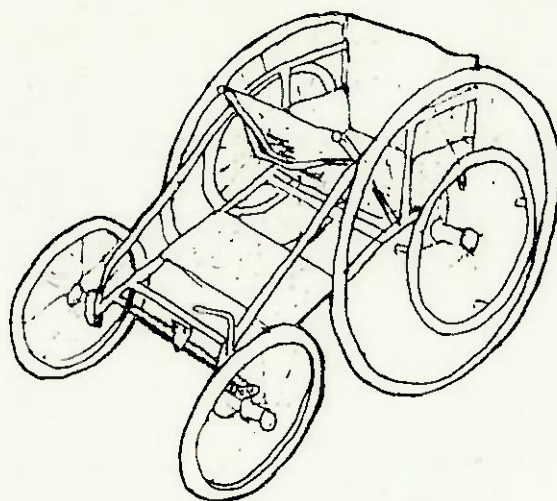
- cadeira para basquete



Dados técnicos relativos a cadeira para basquete:

- . projeto desenvolvido de julho a dezembro de 80
- . peso total do conjunto - 14 Kg
- . largura do assento - 32 cm
- . largura externa máxima - 70 cm
- . altura máxima - 82 cm
- . comprimento máximo - 94 cm
- . estrutura em tubo Fe 1020, seção quadrada 20 mm e redonda diâmetro de 3/4"
- . apoio dos pés e volante em aço inox
- . volante de diâmetro 537 mm com amortecimento regulável
- . pneus traseiros de diâmetro 24" x 1 3/8", modelo Jet Caru, com câmara Pirelli
- . rodas dianteiras de diâmetro 5" de poliuretano, Ortobrás
- . assento e encosto em nylon
- . pintura por deposição eletrolítica

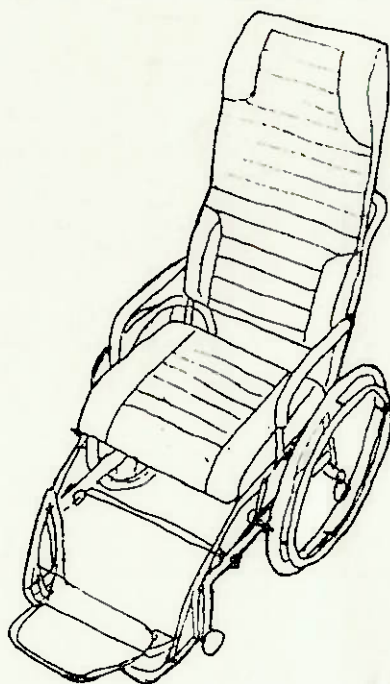
- cadeira para atletismo (corrida)



Dados técnicos relativos a cadeira de atletismo:

- . projeto desenvolvido de abril de 87 a junho de 95
- . peso total do conjunto - 8.3 kg
- . distância entre eixos - 55 cm
- . largura do assento - 32 ou 36 cm (opcional)
- . largura externa máxima - 67 cm
- . estrutura em tubo de alumínio, tipo 6061-T6, diâmetro de 5/8". Tratado
- . pneus tubulares sem câmara de diâmetro 14" e 2". "Olimpico"
- . aros de alumínio e raios Cassola
- . assento, encosto e apoio das coxas em nylon
- . terminais rotulares Termicom
- . volante de diâmetro 15" de alumínio tubular de diâmetro 5/8", revestido por borracha vulcanizada
- . pintura por deposição eletrostática

- cadeira AVD para interiores



Dados técnicos relativos à cadeira AVD:

- . projeto desenvolvido de agosto de 87 a novembro de 88
- . peso total do modelo completo - 29 Kg
- . largura máxima - 1100 mm
- . estrutura básica em tubo de aço carbono 1020, de diâmetro 1 1/4"
- . assento e encosto em espuma revestida em courovin
- . rodízios de diâmetro 3"
- . rodas impulsoras de diâmetro 22" e pneus de borracha macia
- . pintura por deposição eletrostática

1.4.1 Cadeira de Rodas no Exterior

Nos países desenvolvidos, alguns melhoramentos estão sendo introduzidos como a utilização de novos materiais (alumínio aeronáutico, titânio e fibra de carbono), o que leva o peso da cadeira de rodas a uma faixa de 9 a 14 kg (ref. 4). Além de mais leves, as estruturas são mais resistentes.

Na área de conforto, porém, nada de revolucionário está sendo implantado atualmente. As cadeiras de rodas, de um modo geral, apresentam aprimoramento exclusivo a pequenos detalhes técnicos.

Ajustes podem ser realizados na adaptação do paciente como o suporte dos pés, além do assento e outras partes da cadeira. Rodas pneumáticas de alta pressão permitem a compensação nas rodas traseiras da cadeira de rodas, podendo ser ajustadas conforme a necessidade. Rolamentos precisos e blindados estão sendo utilizados e podem durar toda a vida da cadeira de rodas. Novas rodas estão sendo implantadas no lugar das rodas com aros, apesar de ainda serem consideravelmente pesadas. Enfim, tecnologias estão sendo implantadas, mas não acompanham as áreas mais dinâmicas do nosso mundo, como a de produtos eletrônicos.

Para fins ilustrativos serão apresentados alguns produtos disponíveis em outros países (figuras I.2, I.3, I.4, I.5).

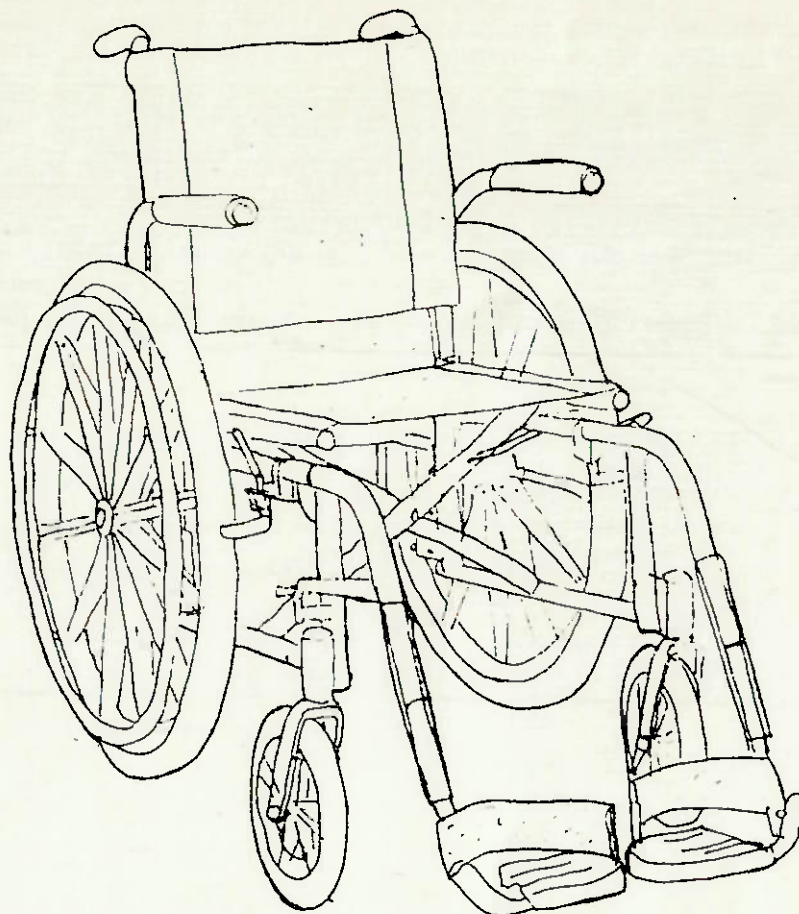


fig. 1.2

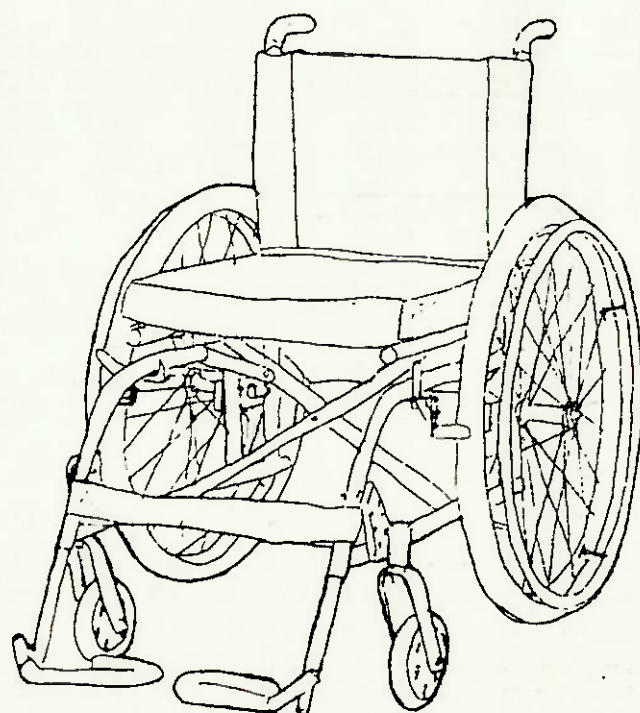


fig. 1.3

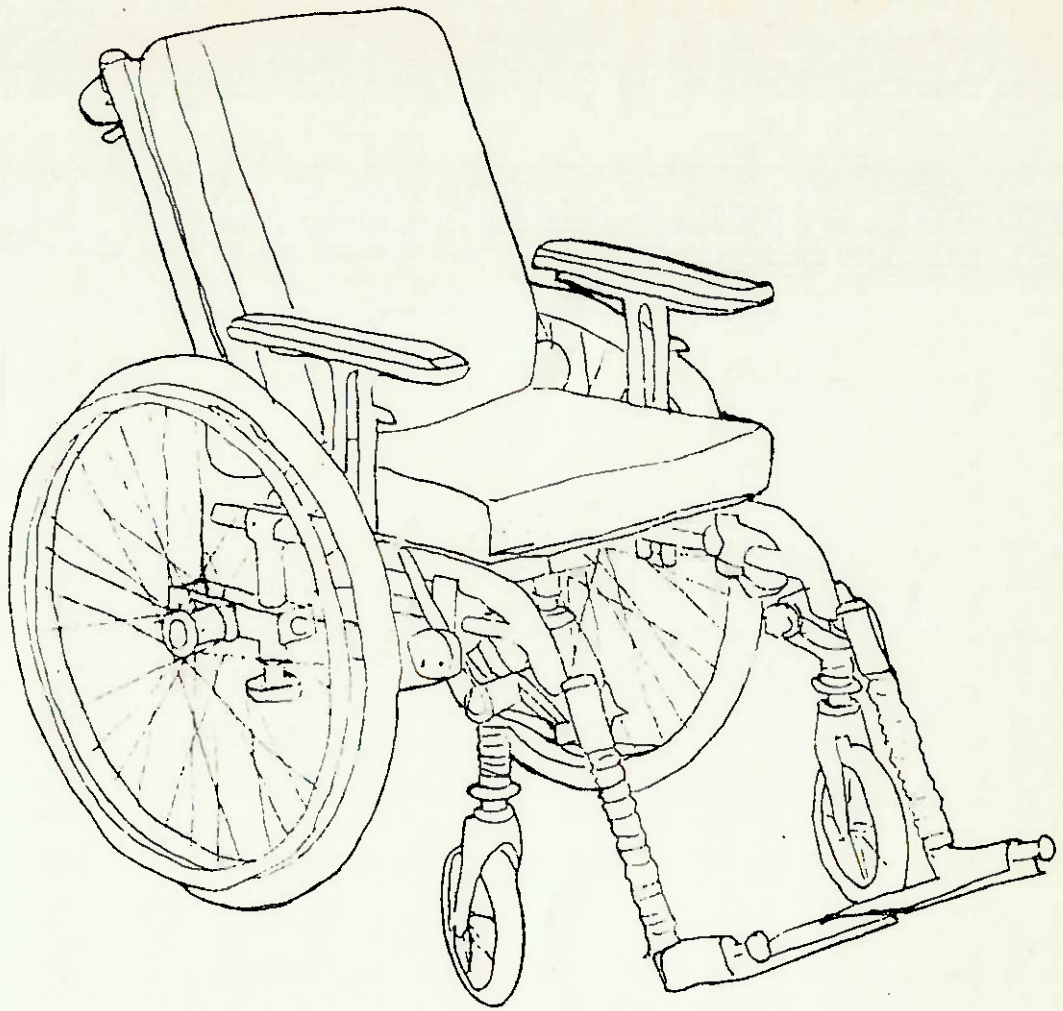


fig. I.4

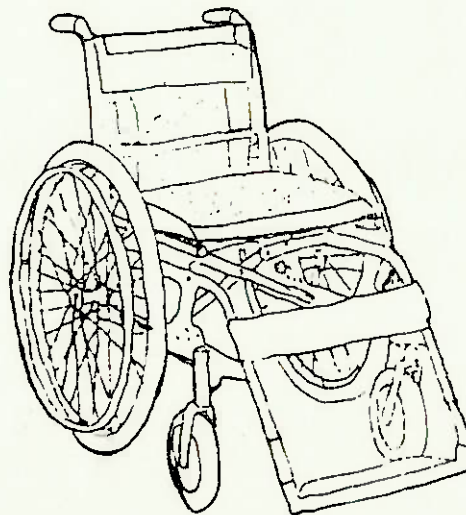


fig. I.5

Pesquisas vêm sendo feitas em muitos lugares do mundo relativas ao desenvolvimento de cadeiras de rodas. Alguns institutos e centros que se dedicam a esse assunto possuem publicações no "The Engineering Index Annual", tais como:

- University of Virginia, Rehabilitation Engineering Center. Charlottesville, LA, USA;
- Veterans Administration Medical Center. New York, NY, USA;
- University of California, Department of Mechanical Engineering. Berkeley, California, USA;
- Louisiana Technology University, Department of Biomedical Engineering. Ruston, LA, USA;
- National Institute of Occupational Health. Ahmedabad, India;
- Regency Park Center for Young Disabled. Kilkenny, Australia;
- Customised Seating Service. Kew, Australia;
- Royal Melbourne Institute of Technology, Mechanical & Production Engineering Department. Melbourne, Australia;
- Dryburn Hospital. Durham, England.

1.4.2 Cadeiras de Rodas Nacionais

As cadeiras de rodas hoje oferecidas no comércio nacional ou por instituições de auxílio a deficientes, estão defasadas tecnologicamente das similares dos países desenvolvidos.

Existe grande desinteresse dos fabricantes nacionais em investir no desenvolvimento de novos produtos e no treinamento

de pessoal. Aparentemente, os compradores das cadeiras de rodas se conformam com os produtos existentes no país, não existindo portanto uma grande pressão do mercado consumidor. Temos ainda o fato de que a maior parte da população brasileira apresenta baixo poder aquisitivo (ver tabela 1 e 2) e com isso, a maioria dos usuários não pode, muitas vezes, nem mesmo comprar a que existe no mercado. É comum um deficiente alugar uma cadeira de rodas até que consiga outra por doação ou algum outro meio.

TABELA 1 NÍVEIS DO PNB PER CAPITA SEGUNDO OS CONTINENTES E SUAS REGIÕES, EM 1984

Continentes e principais regiões	População total (Em milhões de habitantes)	PNB total (Em milhões de US\$)	PNB per capita (Nível médio ponderado em US\$ anual)	Relação com o PNB per capita médio mundial (= 100)
ÁFRICA				
África Central	58.143	19.168	330	12
África Ocidental	164.975	96.010	580	21
África Oriental	139.973	30.938	220	8
África Setentrional	120.939	144.350	1.190	43
África do Sul	59.026	85.060	1.440	52
ÁSIA				
Ásia Central	1.024.005	392.830	380	14
Ásia Oriental	1.216.780	1.765.590	1.450	52
Sudeste da Ásia	390.178	236.150	600	22
Sudoeste da Ásia	108.422	338.135	3.120	112
AMÉRICA				
América do Norte	262.144	4.001.360	15.260	547
América Central	102.296	184.060	1.800	65
América do Sul	259.698	451.420	1.740	62
Caribe	28.093	44.320	1.580	57
EUROPA E URSS				
Europa Ocidental	154.660	1.614.600	10.440	374
Europa Meridional	141.501	648.040	4.580	164
Europa Oriental	111.363	530.630	4.760	170
Europa Setentrional	82.360	765.110	9.290	333
URSS	275.029	1.640.507	5.960	213
OCEANIA	22.064	210.990	9.560	343
MUNDO	4.721.649	13.199.268	2.790	100

PONTE — World Bank Atlas 1986. International Bank for Reconstruction and Development. Washington, D.C., 1986.

Tabela 1

4.1.1.3 Avaliação do pneu (tipo)

TIPO

- a. maciço
- b. inflável

PROPRIEDADES CONSIDERADAS IMPORTANTES

- A. Amortecer vibrações (Peso 5)
- B. Durabilidade (Peso 4)
- C. Custo (Peso 3)
- D. Confiabilidade (Peso 4)
- E. Peso (Peso 3)

	nota				

Prop.	a(macico)	b(inflavel)	P	axP	bxP
A (amort. vibr.)	2	8	5	10	40
B (durabilidade)	5	7	4	20	28
C (custo)	8	5	3	24	15
D (confiabilidade)	7	5	4	28	20
E (peso)	7	8	3	21	24
soma	-----		19	103	127

Tipo	a (macico)	b (inflavel)
Nota	5,42	6,68

CONCLUSÃO: Adota-se a alternativa "b"

4.1.1.4 Avaliação do freio (tipo)

TIPO

- a. direto no pneu
- b. no aro
- c. no eixo

PROPRIEDADES CONSIDERADAS IMPORTANTES

- A. Custo (Peso 4)
- B. Facilidade de acionamento pelo usuário (Peso 5)
- C. Capacidade de frenagem (Peso 1)
- D. Capacidade em manter a roda estacionada (Peso 5)
- E. Manutenção (Peso 3)
- F. Facilidade de construção (Peso 3)

Prop.	nota			P	axP	bxP	cxP
	a(pneu)	b(arro)	c(eixo)				
A (custo)	10	7	4	4	40	28	16
B (acionam.)	10	10	10	5	50	50	50
C (frenagem)	2	8	10	1	2	8	10
D (estacion.)	8	8	8	5	40	40	40
E (manut.)	9	6	4	3	27	18	12
F (constr.)	10	7	5	3	30	27	15
soma	-----			26	189	171	143

Tipo	a (pneu)	b (arro)	c (eixo)
Nota	7,27	6,58	5,5

CONCLUSÃO: A solução "a" deve ser adotada.

4.1.1.5 Avaliação da estrutura (material)

TIPO

- a. aço (para tubo)
- b. alumínio (liga)
- c. fibra de vidro
- d. fibra de carbono
- e. liga de titânio
- f. plástico

PROPRIEDADES CONSIDERADAS IMPORTANTES

- A. Custo (Peso 3)
- B. Peso (Peso 5)
- C. Resistência (Peso 3)
- D. Facilidade de manipulação (know-how) (Peso 4)
- E. Aquisição no mercado (Peso 3)

Essas propriedades levaram-nos a abandonar as alternativas "c", "d", "e" e "f" pelos seguintes motivos:

- c. fibra de vidro - "know-how" envolvido, com necessidade de construção de moldes.
- d. fibra de carbono - "know-how" envolvido, além do custo e dificuldade de aquisição no mercado.
- e. liga de titânio - "know-how" envolvido, dificuldade de aquisição no mercado.
- f. plástico - baixa resistência mecânica.

Matriz de decisão para alternativas "a" (aço para tubo)
e "b" (liga de alumínio)

	nota				

	a(aço)	b(alum.)	c(peso)	axP	bxP
A (custo)	10	7	3	30	21
B (peso)	3,5	10	5	17,5	50
C (resist.)	10	6	3	30	18
D (know-how)	9	7,5	4	36	30
E (mercado)	9	6,5	3	27	19,5
soma	-----		18	140,5	138,5

Tipo	a (aço para tubo)	b (liga de alumínio)
Nota	7,8	7,69

CONCLUSÃO: Houve empate técnico entre as duas alternativas. Por sugestão do professor orientador optou-se pela utilização da liga de alumínio. Trata-se de um material pouco utilizado na estrutura das cadeiras de rodas nacionais e que alia média resistência mecânica com um terço do peso específico do aço.

OBS.: Maiores detalhes ver Anexo II - Materiais

4.2 Cadeira de rodas preliminar

Com base nos resultados obtidos nas matrizes decisórias e dados apresentados no estudo ergonômico (ver anexo I), chega-se às dimensões principais da cadeira de rodas e aos seus aspectos gerais.

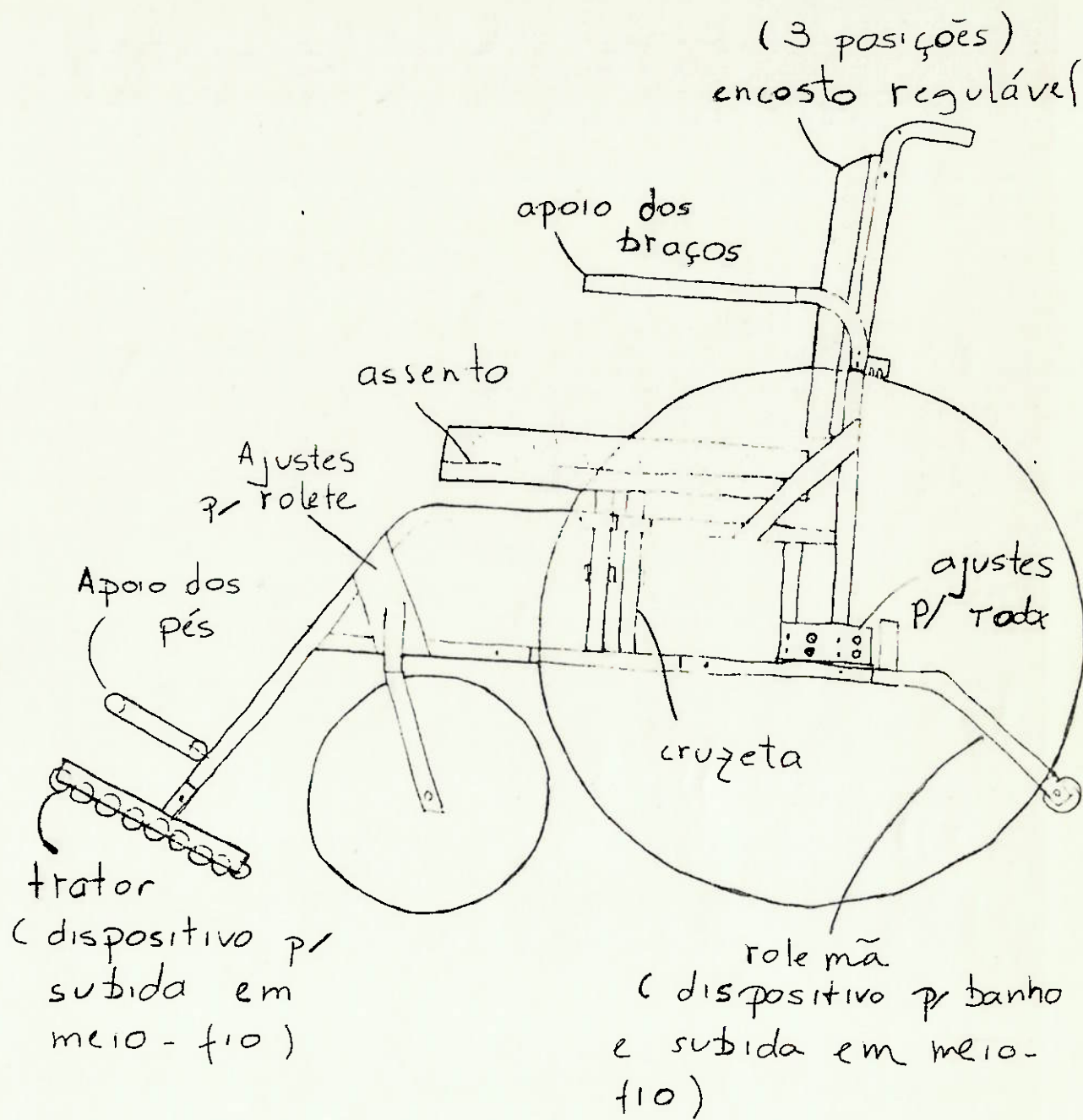
A cadeira de rodas deve ter:

- assento e encosto de espuma com base
- encosto parcialmente regulável
- estrutura dobrável de liga de alumínio
- apoio dos pés regulável
- apoio dos braços regulável

Deve permitir ainda:

- subida em meio-fio (calçada)
- possibilidade de acesso ao banho

A princípio várias alternativas de "design" da cadeira de rodas foram apresentadas pelos representantes o grupo VPM, mas somente a proposta consensual será apresentada a seguir. - (fig. IV.1).



Proposta consensual do grupo VPM

fig. IV.1

As figuras a seguir ilustram o mecanismo para a subida do meio-fio (fig. IV.2, fig. IV.3).

Ao lançar a cadeira contra o meio-fio, o trator fará com que a frente da cadeira se levante, promovendo assim o contato do rolete traseiro com o chão. Nesse instante a cadeira permanece em seu segundo ponto de equilíbrio, no qual as rodas dianteiras encontram-se em uma cota acima do obstáculo, possibilitando assim seu deslocamento.

A grande vantagem que esse processo oferece é que para a subida do meio-fio não será necessário equilibrar a cadeira de rodas sobre o eixo traseiro, o que torna a operação muito mais fácil.

Ao se ultrapassar o meio-fio com as rodas traseiras, novamente a cadeira voltará ao seu ponto de equilíbrio normal.

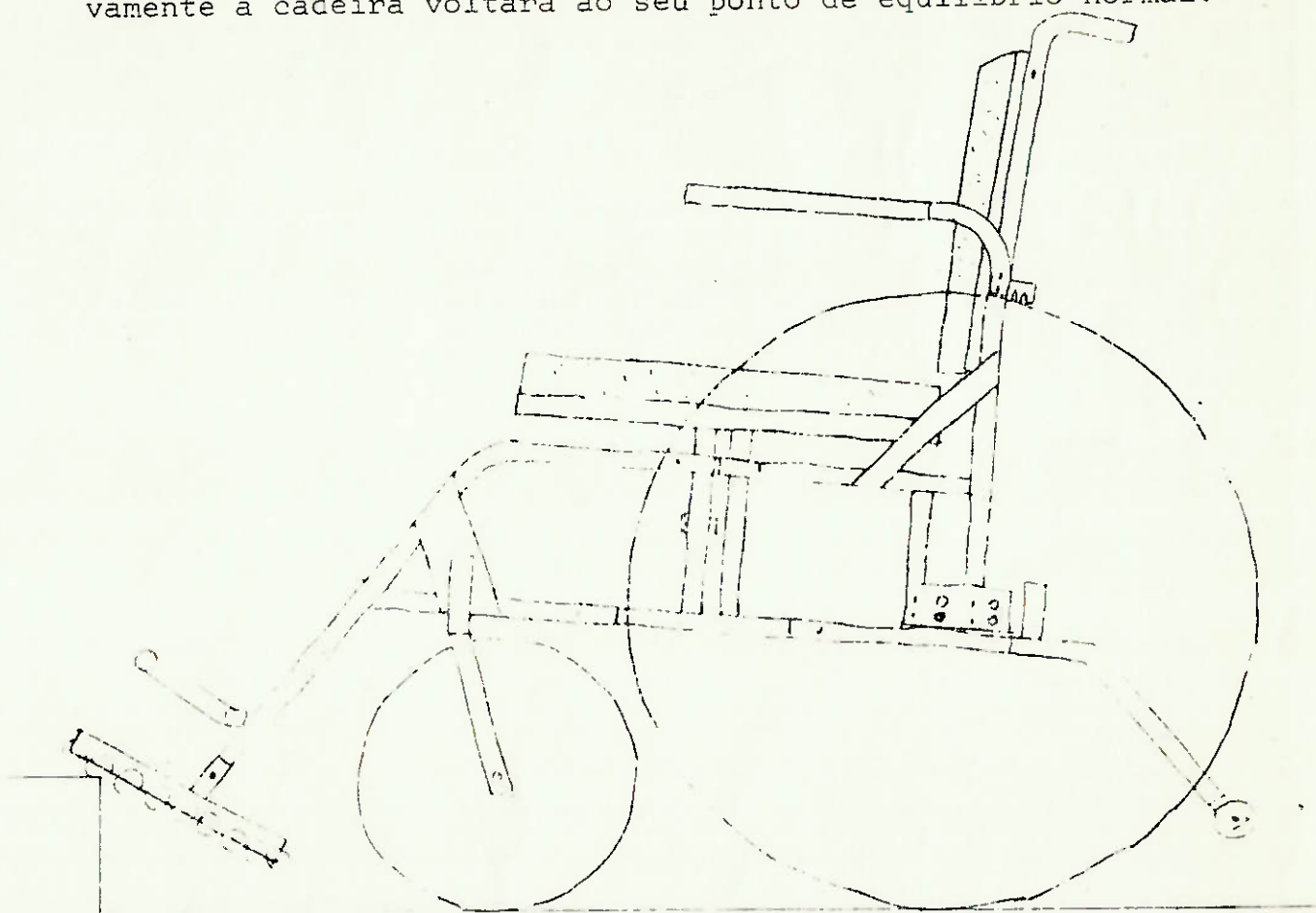


fig. IV.2

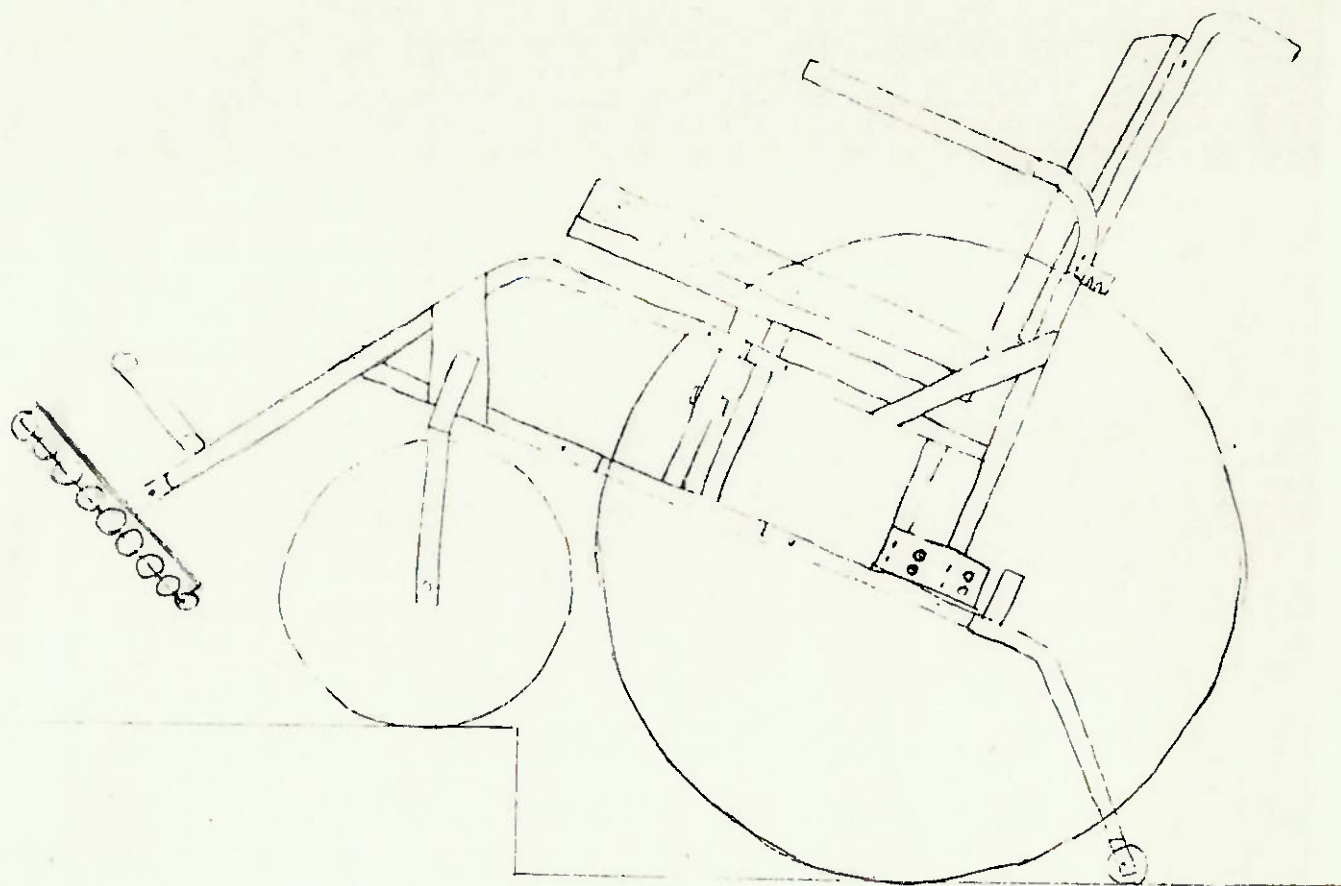


fig. IV.3

A figura a seguir ilustra a utilização dos roletes em lugar das rodas traseiras.

Essa configuração se faz importante para a utilização da cadeira em lugares domiciliares de tamanho restrito. Por exemplo, possibilita o uso da cadeira no banho.

Para obter essa característica basta retirar as rodas traseiras e inverter a estrutura dos roletes, conforme fig.IV.4, fig. IV.5.

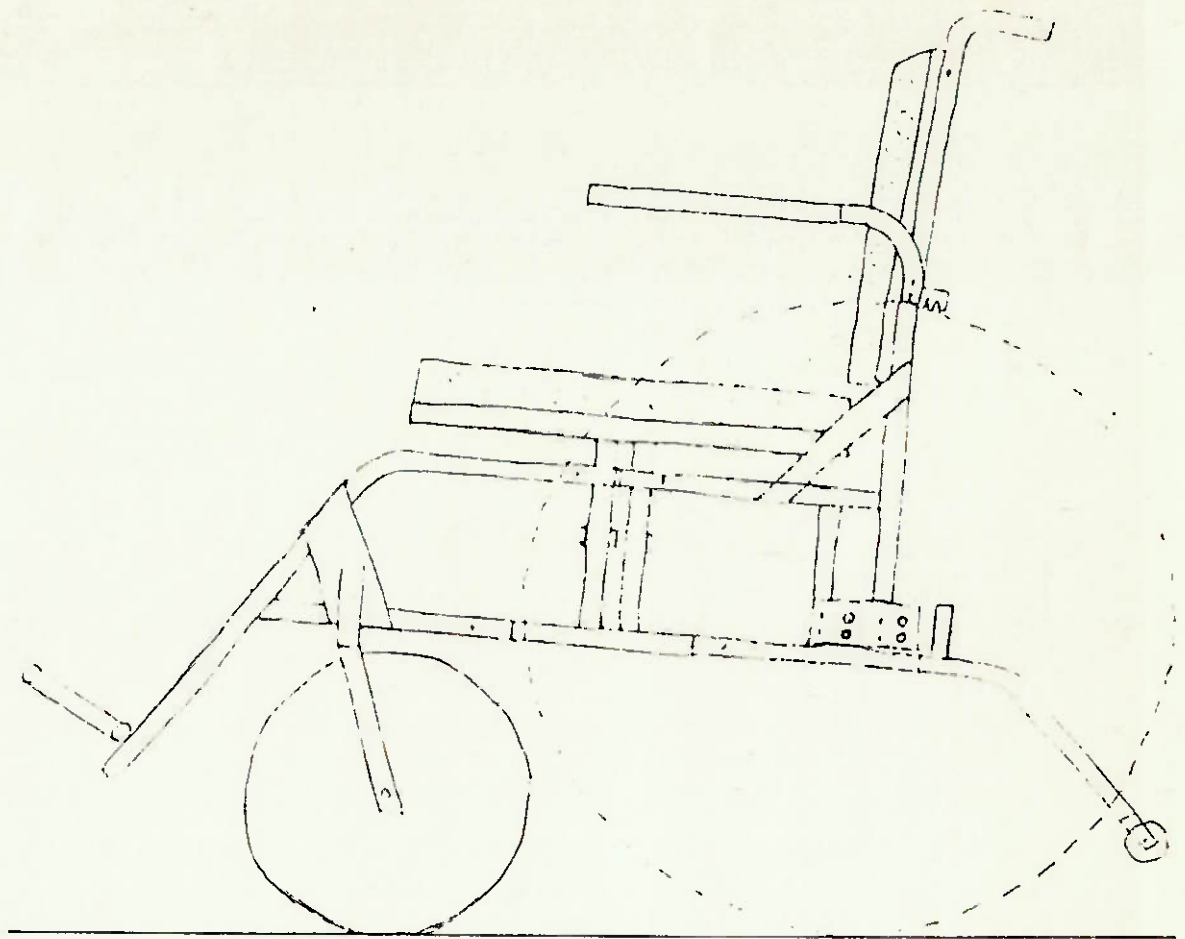


fig. IV.4

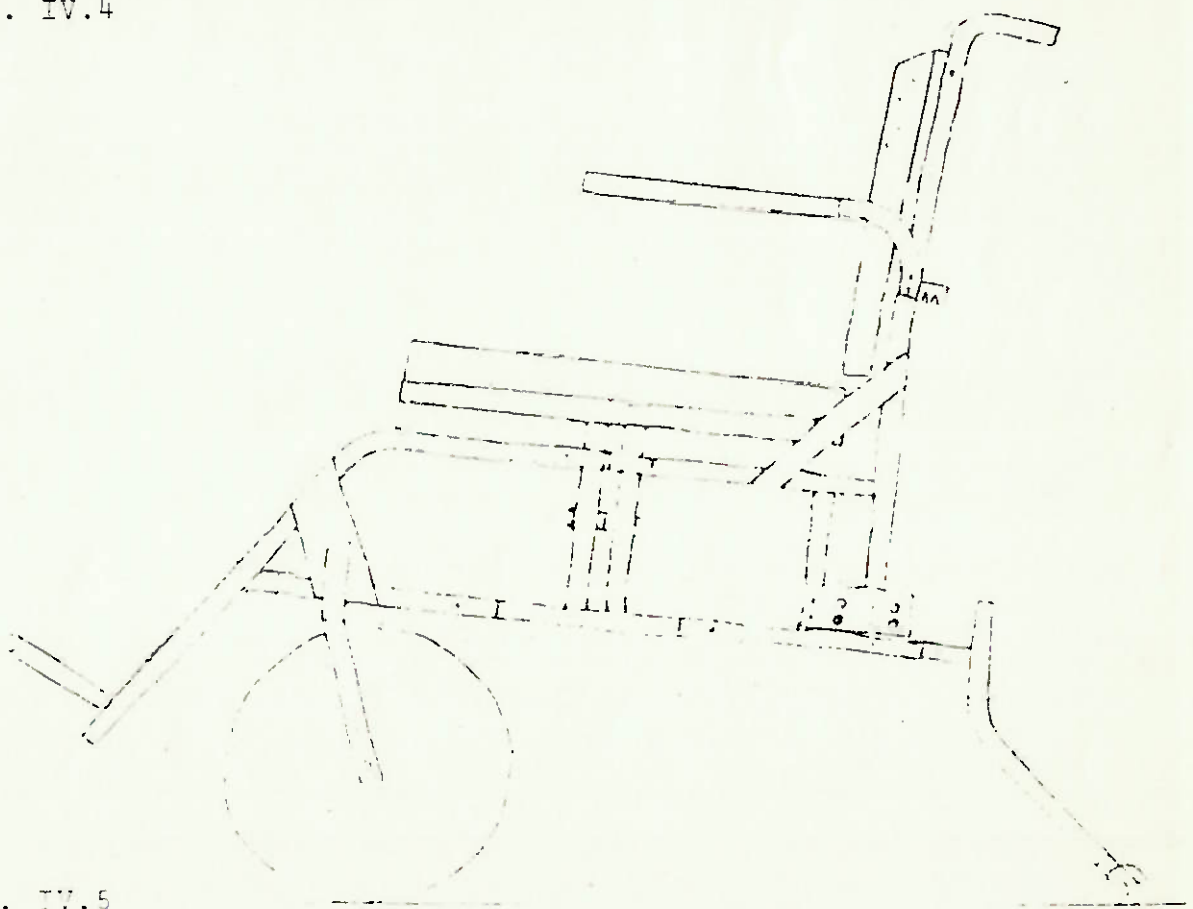


fig. IV.5

4.3 Análise do projeto preliminar

Consideremos uma cadeira de rodas como sistema:

.....
E --- : P : --- S
" " " " " " " " " " " "

E = variáveis de entrada

P = parâmetros

S = variáveis de saída

As variáveis de entrada são:

- força motriz
- irregularidade do terreno
- inclinação frontal de rampa
- inclinação lateral de rampa
- obstáculos (ex. meio-fio)

Os parâmetros mais importantes são:

- diâmetro do rolete
- inclinação do garfo do rolete
- diâmetro da roda maior
- posição relativa das rodas
- diâmetro do volante
- distância entre eixos
- posição do centro de gravidade

As variáveis de saída são:

- estabilidade / instabilidade
- movimento / parada
- conforto / desconforto
- quedas

Para maiores detalhes, consultar Anexo III - Estudo da Performance.

Levando em conta essa análise sistemática, além de compatibilizar os vários subconjuntos e considerando determinados limites para as variáveis de entrada, temos as seguintes dimensões principais para a cadeira de rodas (fig. IV.6):

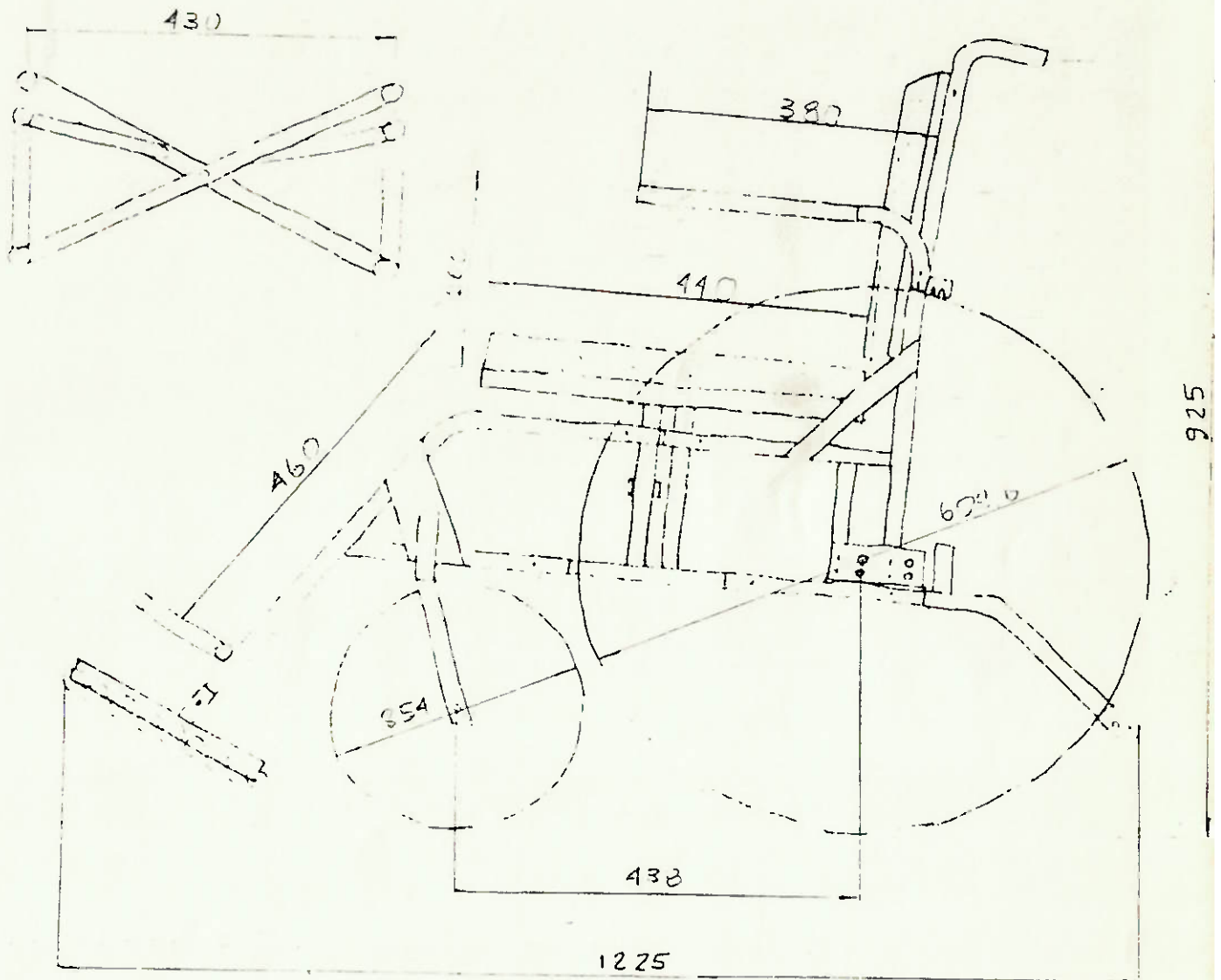


fig. IV.6

Os desenhos de conjunto e fabricação estão anexados ao final do trabalho.

CAPÍTULO V

CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

5.1 Compra de materiais

5.1.1 Alumínio

A liga de alumínio comprada foi a 6063 T5, embora a liga mais indicada fosse a 6061. Não foi possível adquirir a liga 6061 porque somente era vendida no mercado em lote mínimo de 300 kg, sob encomenda ao fabricante.

A liga 6063 está disponível em vergalhões, tubos e perfis em geral. As suas características são:

- média resistência mecânica;
- alta resistência à corrosão;
- boa para conformação a frio e soldagem;
- própria para anodização decorativa fosca.

As propriedades mecânicas da liga 6063 T5 são:

- limite de resistência à tração - 145 MPa;
- limite de escoamento - 105 MPa;
- alongamento (%) 50 mm - 8;
- dureza Brinell - 60.

Fornecedores utilizados:

- Alcan Alumínio do Brasil S.A.

Rua Robert Bosch, 116

telefone: 826-1128

- Belmetal Indústria e Comércio Ltda.

Rua Moisés Kauffmann, 39/101

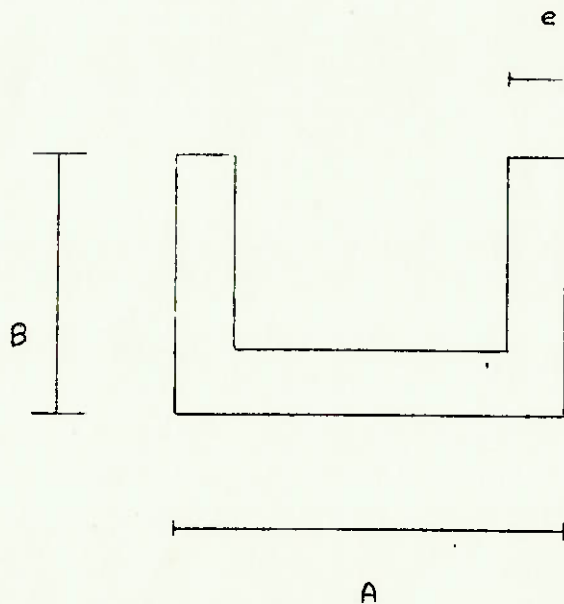
telefone: 825-5566

Foram comprados:

- tubos:

diâmetro (polegada)	espessura (polegada)	peso (kg/m)	comprimento comprado (m)
3/4	1/16	0.238	12
5/8	1/16	0.194	6
5/8	1/8	0.257	6

- perfis normais:



A(pol.)	B(pol.)	e(pol.)	peso(kg/m)	compr.comprado(m)
2	1	1/8	0.815	6

O custo total do alumínio foi:

custo = (10,452 kg) x (NCz\$122,00/kg) x 1,1 = NCz\$1.402,66

obs.: NCz\$122,00/kg em 10/01/90

1,1 equivale a 10% de IPI

valor de comparação: US\$1,00 vale aprox. NCz\$30,00

5.1.2 Rodas, freios

Comprou-se um par de rodas completas (rolamento, eixo, aro, câmara, pneu e volante) e um par do sistema comum de freios.

Fornecedor:

- Ortopedia Jaguaribe Indústria e Comércio Ltda.

Rua Jaguaribe, 272 - São Paulo/SP

telefone: (011)222-0944 - 221-0895

custo (unitário - 06/01/90):

roda completa: NCz\$1.815,00

freio: NCz\$ 228,00

5.1.3 Nylon

Comprou-se um tarugo de nylon Techryl de diâmetro 22 mm.

Fornecedor:

custo: NCz\$400,00 (novembro)

5.1.4 Parafusos, arruelas, porcas, anéis elásticos

custo estimado: NCz\$200,00 (10/01/90)

5.2 Soldagem

A soldagem do alumínio e de outros componentes foi realizada no SENAI da Avenida do Estado (SP), com material de adição, equipamento e pessoal da própria instituição.

O processo utilizado foi o T.I.G. (mais detalhes ver Anexo IV - Soldagem).

Custo informal da mão-de-obra: NCz\$200,00 (dezembro).

Custo do processo não determinado.

5.3 Estofamento

O estofamento do assento e encosto da cadeira de rodas foi realizado por um tapeceiro que utilizou espuma densidade 28, sugerida pelo professor orientador.

O revestimento foi feito em material absorvente de suor, sendo a espuma modelada em uma base de madeira.

5.4 Dobramento/Usinagem/Montagem

O dobramento de tubos, a usinagem de alguns componentes e a montagem da cadeira de rodas foi realizada no Laboratório do Departamento de Engenharia Mecânica, com utilização dos equipamentos disponíveis e a ajuda, quando possível, dos técnicos do Departamento.

A N E X O I

ESTUDO DOS ASSENTOS E ENCOSTOS

A IMPORTÂNCIA DOS ASSENTOS

A princípio este estudo de assentos e encostos será geral, não englobando especificamente os exemplares utilizados em cadeiras de rodas.

O homem moderno passa grande parte do seu dia sentado, seja em escolas, em fábricas, em oficinas, no automóvel, no cinema, na sala de jantar e assim por diante. Devido a este fato, muitas pesquisas foram e estão sendo feitas em relação ao "design" de assentos. Apesar disso, muitas pessoas ainda ficam sentadas horas e horas sobre cadeiras mal desenhadas, numa postura altamente prejudicial às costas.

Não é de se surpreender que mais da metade (ref. 1) da população sofra de dores nas costas atualmente. Realmente houve uma grande mudança no comportamento do homem que exercia, num passado não muito remoto, mais atividades físicas e passou, atualmente, a uma vida relativamente sedentária.

ERGONOMIA

Medidas antropométricas e dimensões de mobília foram tomadas e desenvolvidas para determinada postura chamada "ideal". A recomendação da ISO (International Standard Organization, - 1977) para dimensões de mobília educacional será mostrada a seguir (fig. 1).

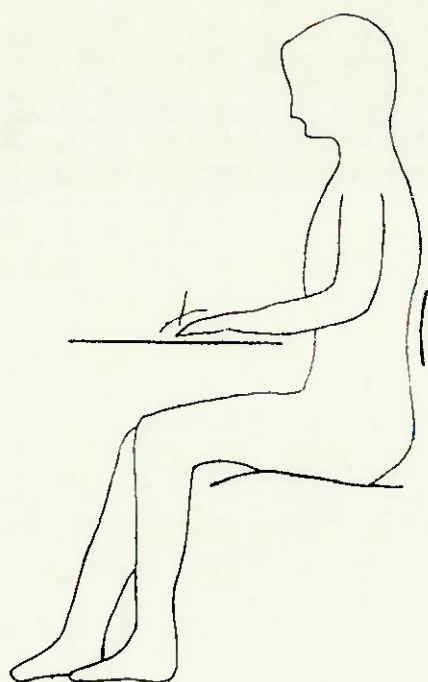


fig. 1 - Mobília educacional, ISO 1977

Um estudo de Mandal (ref. 8) diz, no entanto, que ninguém é capaz de sentar por muito tempo, nesta posição "ideal". A distância de 500-600 mm entre o olho e a mesa é muito grande e, anatomicamente, esta postura correspondente à militar de alerta é muito estressante. Pode-se verificar, portanto, que a maioria dos estudantes vão se sentar em posições inadequadas nesse tipo de mobília adotada universalmente.

Através de registros eletromiográficos de atividades musculares, Lundervold (ref. 9) chegou a conclusão que a posição levemente inclinada para frente é a mais natural (fig. 2).

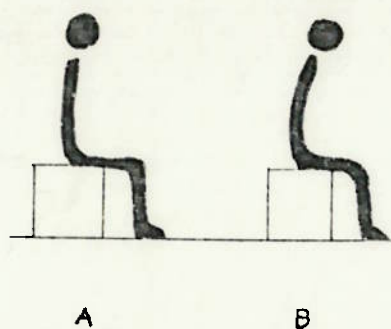


fig. 2 - Pesquisa eletromiográfica de Lundervold (1951)

A - posição forçada

B - posição natural

A ANATOMIA DA POSTURA SENTADA

A maioria das pessoas imaginam que as juntas do quadril se movimentam cerca de 90 graus, quando uma pessoa passa da posição ereta para a posição sentada. No entanto, este movimento é complexo, desde que 60 graus do dobramento total vêm efetivamente das juntas do quadril, enquanto os outros 30 graus resultam do achatamento da curvatura lombar (ver fig. 3).

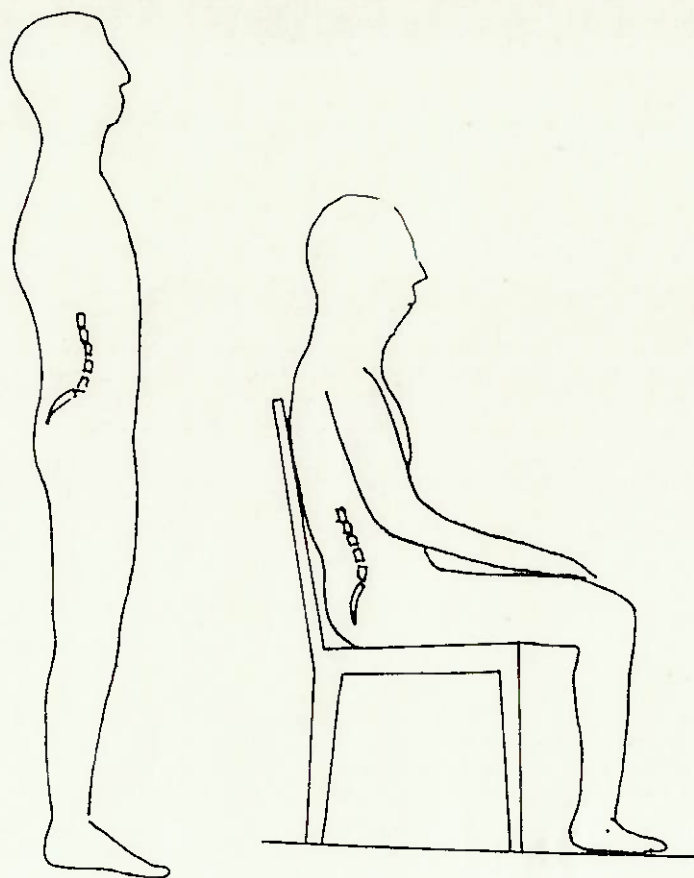


fig. 3 - Posição sentada

O achatamento da curvatura lombar provocará um sobrecarregamento em alguns discos lombares (quarto e quinto). Esses discos são os principais responsáveis por problemas na coluna.

ANTROPOMETRIA

Para o projeto de assentos é preciso reunir dados como dimensões físicas do corpo humano, relacionados à antropometria estática.

Segundo Damon (ref. 10) tem-se os seguintes dados antropométricos (fig. 4):

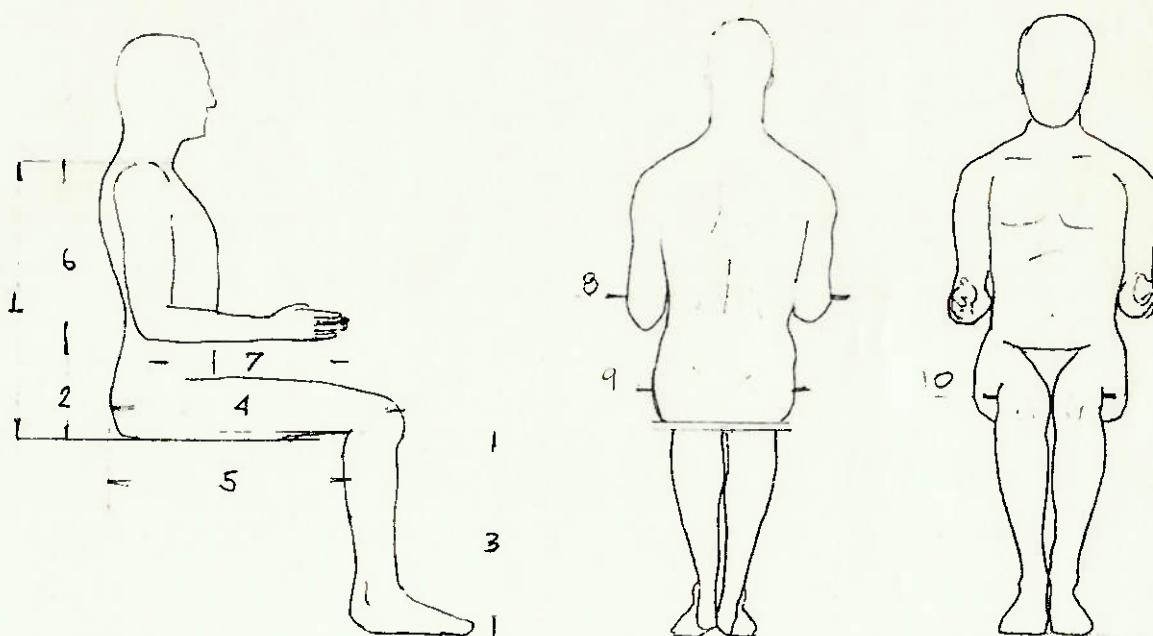


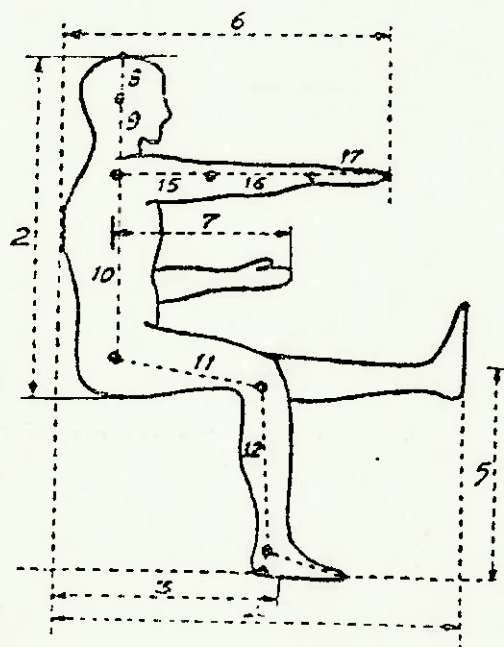
fig. 4

medidas em polegadas

	Homem(in)*	Mulher(in)*
1. Altura ombro-assento	26,9	24,9
2. Altura cotovelo-assento	10,7	10,2
3. Altura poplietal-assento	15,3	13,8
4. Comprimento nãdegas-joelho	25,4	24,8
5. Comprimento nãdegas-poplietal	17,1	16,8
6. Comprimento ombro-cotovelo	16,1	15,1
7. Comprimento antebraço-mão	17,3	15,3
8. Cotovelo a cotovelo	20,1	19,5
9. Quadril	16,1	17,3
10. Joelho a joelho	-	-

* - 95% da população civil (USA)

Segundo Itiroiida (ref. 9) tem-se os seguintes dados -
(fig. 5) para operários brasileiros:



ANTROPOMETRIA ESTÁTICA

Medidas de operários brasileiros. Total de amostras coletadas

homens 257

mulheres 320

Idade média: homens 26 anos

mulheres 25 anos

Intervalo de confiança: 90

Amostras coletadas na S.A.

Philips do Brasil - Grupo

Industrial de Aparelhos. Guaru-
lhos.

1971.

medidas em cm

base - 5,1

fig. 5

MEDIDAS	HOMENS		MULHERES	
	MÉDIA	DESV.	MÉDIA	DESV.
1. Altura em pé, com os sapatos	169,7	7,5	157,3	5,3
2. Da cabeça à nádega (linha reta)	87,3	5,5	83,0	5,0
3. Da nádega à frente do joelho	60,2	3,6	58,1	5,0
4. Da nádega à sola do pé (perna estendida)	107,4	6,3	100,4	4,0
5. Da parte superior do joelho ao chão	55,0	2,9	50,1	1,0
6. Das costas à extremidade do dedo médio	84,5	5,4	74,5	3,5
7. Do cotovelo à extr. do dedo médio	45,3	4,5	42,9	2,3
8. Da extr. da cabeça aos olhos	9,9	1,8	9,2	2,2
9. Dos olhos à articulação dos ombros	23,2	1,2	21,3	2,9
10. Da articulação do ombro à tacia	41,8	3,6	40,3	3,5
11. Da articulação da tacia à do joelho	17,6	2,4	15,0	4,2
12. Da artíc. do joelho à dos tornozelos	42,0	2,2	38,4	3,6
13. Da artíc. do tornozelo ao chão	9,1	0,9	7,1	2,3
14. Da artíc. do torn. à ponta do sapato	22,7	0,5	20,4	0,8
15. Da artíc. do ombro à do cotovelo	27,2	2,3	26,5	4,3
16. Da artíc. do cotovelo à do pulso	24,2	5,4	22,6	2,2
17. Da artíc. do pulso à extr. do dedo médio	19,4	2,3	17,5	1,5

Dados (fig. 6) de clientes da ECR (Employment Rehabilitation Centres) na Inglaterra (ref. 11) serão citados a seguir:

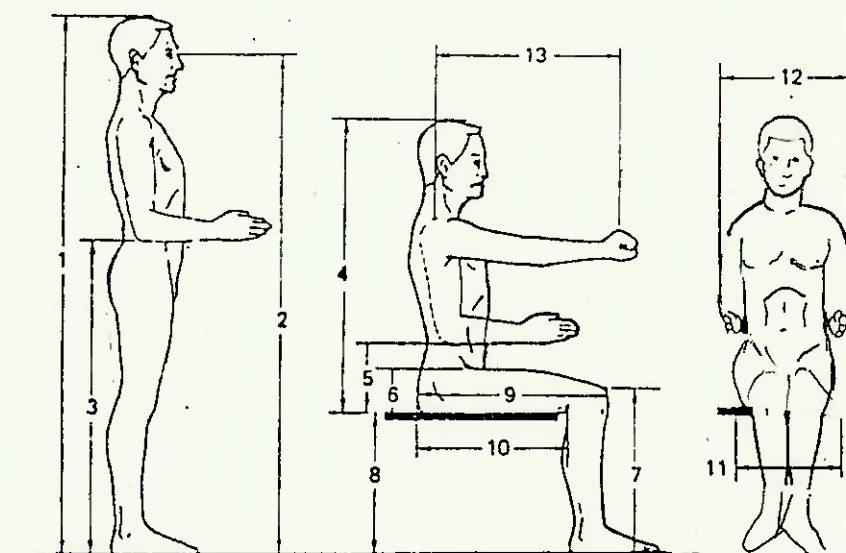


fig. 6



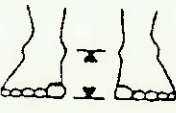
Statistical analysis of body dimensions of ERC clients

	Male (N = 177)				Female (N = 25)			
	X	SD	5th %ile	95th %ile	X	SD	5th %ile	95th %ile
Age (years)	38.5	10.5			22.5	7.5		
Weight (kg)	72.6	9.5			57.5	5.8		
Height	1723	73.1	1603	1843	1624	63.5	1519	1728
Eye height, standing	1607	72.2	1488	1726	1506	64.5	1400	1612
Elbow height, standing	1071	53.1	983	1158	986	43.1	915	1057
Sitting height	893	41.9	824	962	853	35.8	794	912
Elbow height, sitting	223	27.9	177	269	221	27.3	176	266
Thigh clearance	141	21.8	105	177	136	16.9	103	164
Knee height	535	31.1	483	586	495	27.1	450	539
Popliteal height	427	27.9	381	473	409	26.8	364	453
Buttock-knee length	577	32.6	523	631	566	31.4	514	617
Buttock-popliteal length	472	30.6	421	522	467	29.7	418	516
Hip breadth	344	29.8	295	393	370	24.8	329	410
Shoulder width	433	29.9	383	482	401	19.9	368	434
Arm reach	623	33.2	568	677	591	23.7	552	630
Hand grip (right)*	390	100.5	224	555	275	31.7	222	327
Hand grip (left)*	375	97.1	214	535	260	45.0	185	334

*Measurements are in newtons (N): all other measurements are in mm, unless otherwise stated

Como não há pesquisa antropométrica brasileira específica de deficientes físicos ou idosos, os dados utilizados referem-se às pesquisas antropométricas da População Economicamente Ativa do Rio de Janeiro (INT/86) e Digitadores do SERPRO (INT/88) estes dados seguem na tabela abaixo.

Obs.: Tabela contendo percentis 95, 50 e 5 para homens e mulheres.
Medidas em cm.

Variável antropométrica	Homens	Mulheres
 altura cotovelo-solo em pé	P95 112,0 P50 104,5 P5 96,5	*
 altura popliteal	P95 46,5 P50 42,5 P5 39,0	P95 41,0 P50 38,0 P5 33,0
 altura do maléolo	P95 9,7 P50 8,8 P5 7,8	*

* Variáveis não medidas na pesquisa do SERPRO.

Variável antropométrica

Homens

Mulheres



largura bideltóide

P95 48,9

P50 44,3

P5 40,2

P95 49,0

P50 41,3

P5 38,4



largura do quadril, sentado

P95 38,6

P50 34,0

P5 30,6

P95 45,1

P50 37,6

P5 33,2



largura do pé

P95 11,2

P50 10,2

P5 9,3

*



comprimento cabeça-ombro, sentado

P95 29,5

P50 28,5

P5 27,5

P95 30,5

P50 28,5

P5 29,0



comprimento cabeça-assento

P95 94,0

P50 88,0

P5 82,5

P95 89,0

P50 84,5

P5 82,5

Variável antropométrica

Homens

Mulheres



comprimento ombro-assento

P95 64,5

P50 59,5

P5 55,0

P95 58,5

P50 56,0

P5 53,5



comprimento axilas-assento

P95 50,5

P50 46,0

P5 41,5

P95 46,0

P50 42,5

P5 40,5



comprimento interarticular do
antebraço

P95 28,3

P50 25,3

P5 22,9

*



comprimento cotovelo-assento

P95 27,5

P50 23,0

P5 18,5

P95 26,0

P50 24,0

P5 23,0



comprimento popliteal

P95 53,0

P50 48,0

P5 43,5

P95 50,0

P50 45,7

P5 40,5

Variável antropométrica

Homens

Mulheres



comprimento do pé

P95 28,0

P50 25,9

P5 23,9

*



profundidade do abdômen

P95 30,5

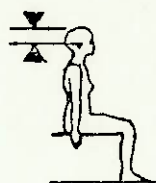
P50 24,0

P5 20,0

P95 32,9

P50 24,5

P5 21,0



comprimento cabeça-nível dos olhos

P95 12,5

P50 10,5

P5 9,0

*

Alguns dados antropométricos, necessários para uma boa adequação do produto, não foram encontrados nas pesquisas acima citadas, sendo coletados em pesquisas estrangeiras.

Estes dados encontram-se a seguir:



- . Comprimento região lombar-assento - 8,0 a 14,0 cm
(The Development of a Rest Chair Profile for Healthy and Notalgic People. E. Grandjean, A Boni and H. Kretzschmar).



- . Inclinação assento-superfície horizontal - $\pm 5^{\circ}$
(Occupational Biomechanics. Don B. Chaffin, Gunnar Andersson).



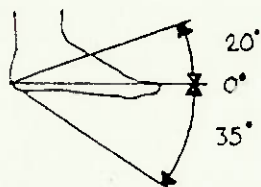
- . Intervalo do ângulo encosto-assento para posição de ação - 101° a 104°

(The Development of a Rest Chair Profile for Healthy and Notalgic People. E. Grandjean, A. Boni and H. Kretzschmar).

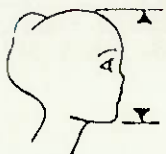


- . Intervalo do ângulo encosto-assento para posição de descanso - 105° a 110°

(The Development of a Rest Chair Profile for Healthy and Notalgic People. E. Grandjean, A. Boni and H. Kretzschmar / Occupational Biomechanics. Don B. Chaffin and Gunnar Andersson).



- . Intervalo do ângulo da articulação do pé - 20° a 0° / 0° a 35°
(Human Dimension & Interior Space. J. Pannero and M. Zelnik).



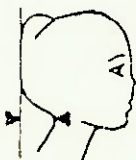
- . Comprimento cabeça-queixo - 21,0 a 26,0 cm

(A Review of Anthropometric Data of German Air Force and United States Air Force Persony. H. J. Grunhofer, G. Kroh / Anthropometric Survey of USAF Basic Trainees / Anthropometric of Air Force Women. C. E. Clauser et alii / Human Dimension & Interior Space. J. Panero and M. Zelnik).



- . Medidas obtidas, por observação (não se encontrou bibliografia específica para estas medidas).

Intervalo do ângulo da coxa-perna sentado para conforto - 90° (mínimo) a 120° .



- . Profundidade plano do encosto, ponto de união cabeça-pescoço - 2,8 cm

RECOMENDAÇÕES PARA "DESIGN" DE CADEIRAS

Segundo Akerblom (ref. 9) as boas cadeiras são aquelas que permitem a adoção de várias posturas sem interferirem no trabalho. Baseado nesta idéia, propôs o seguinte desenho para cadeira (fig. 7):

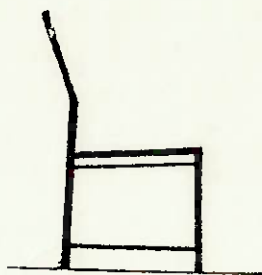


fig. 7

As dimensões e o desenho do assento devem ser tais que acomodem o usuário satisfatoriamente, sem forçá-lo a uma postura ruim e não natural, e ainda mais, não devem desencorajar mudanças de posição.

SUPORTE DO PESO DO TRONCO

Estudos sobre a distribuição de pressão sobre uma superfície de assento sugerem que o melhor conforto é quando o peso do tronco é sustentado pelas tuberosidades isquiáticas.

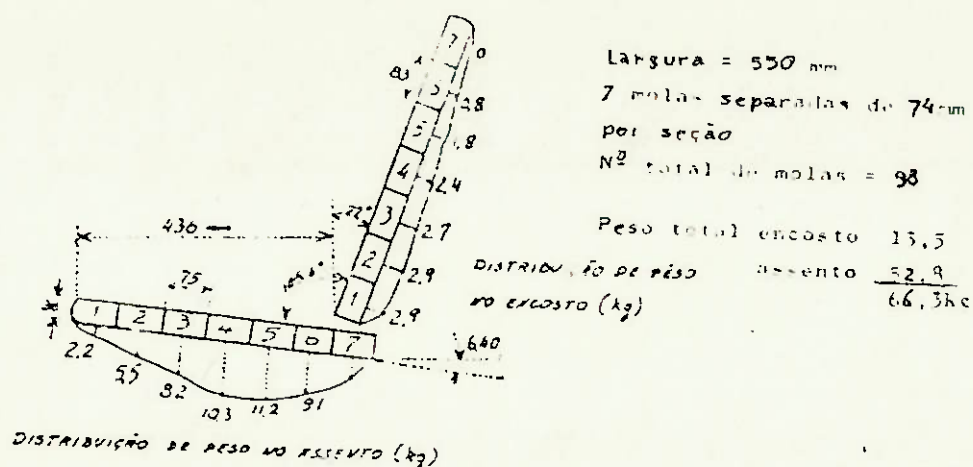


fig. 8 - Distribuição do peso sobre o encosto e assento

Parece que a região das tuberosidades isquiáticas está adaptada para suportar peso. A pele que cobre estas tuberosidades é normalmente bem grossa e a epiderme é consideravelmente mais espessa que na maioria das outras regiões do corpo. Além disso o tecido muscular que cobre essas proeminências ósseas desloca-se lateralmente quando a pessoa está sentada, sendo o seu peso sustentado principalmente por sua estrutura óssea e não pelas redondezas das tuberosidades.

Os tecidos das coxas são bem macios e incapazes de dar qualquer sustentação, sofrendo considerável compressão antes que o fêmur receba o peso. Esta compressão afeta os músculos, os vasos sanguíneos e os nervos, especialmente o ciático, causando desconforto e outros defeitos nos tecidos. Conclui-se que as coxas são anatomicamente e fisiologicamente inadequadas para suportar o peso do corpo sentado.

A altura do assento em relação ao solo deve ser determinada tendo em mente o desejo de evitar-se pressão sob as coxas. No caso da cadeira de rodas, é preciso levar em conta a altura do assento em relação ao apoio dos pés.

Segundo pesquisa feita pelos ingleses Floyd e Roberts (ref. 9) uma média razoável para a altura do assento em relação ao solo é de 390 mm para mulheres e 415 mm para homens.

O assento muito alto, onde o usuário não consegue por seus pés no chão, causa desconforto nos membros inferiores, sendo mais fatigante do que quando os pés estão apoiados no piso.

Cadeiras muito baixas, no entanto, também são indesejáveis. A razão disso é devido ao fato de não se poder atender a uma correta concavidade na espinha lombar.

No caso específico da cadeira de rodas é, portanto, desejável ter-se regulável a altura entre o assento e o apoio dos pés.

O critério para assentos inclinados de vários ângulos na frente e atrás, é a ausência de pressão significativa entre os tecidos macios da parte inferior da coxa e o assento propriamente dito.

A profundidade do assento deve ser determinada considerando-se que as tuberosidades isquiáticas devem suportar o peso quando se usa todo o encosto e que, deve haver certa distância entre o fim das coxas e a parte frontal do assento, evitando-se desconforto causado pela pressão do assento no fim da coxa ou bloqueios à circulação sanguínea.

Dados antropométricos, do fim da coxa até o plano tangencial das costas na região sacra, devem ser usados na determinação da máxima profundidade do assento. A mínima profundidade

é determinada pela posição das tuberosidades isquiáticas, não somente quando o tronco está ereto e em contato com o assento, mas também em outras posições onde não existe este tal contato.

A média para uma dada pesquisa para homens britânicos - (ref. 9) para a profundidade do assento foi de 454 ± 23 mm.

A largura do assento deve permitir acomodação de pessoas com maiores dimensões e deve possibilitar certa mobilidade lateral. A média para homens britânicos (ref. 9) da largura do assento foi de 404 ± 28 mm. Para cadeira com braços essa largura foi de no mínimo 480 mm.

ENCOSTO

É preferível que o encosto seja articulado no seu suporte para a adaptação a diferentes ângulos, proporcionando conforto a qualquer tipo de pessoa. Se possível deve ser estofado.

Para o tipo inteiriço o ângulo do encosto em relação ao assento deve variar entre 95 e 100 graus (ref. 9).

A melhor forma de encosto constitui-se em polêmica, mas a solução dada por Akerblom (ver fig. 7 anterior) possui grande aceitação. Este encosto faz uma curva sobre o suporte da região lombar, e dará apoio à parte mais alta das costas.

No caso de encostos inteiriços estofados, recomenda-se que sua altura (contada a partir do assento) esteja compreendida entre 410 e 460 mm.

ÂNGULO DO ASSENTO E MATERIAL

Recomenda-se (ref. 9 e ref. 12) uma inclinação por volta de 5 graus para trás. A vantagem do encosto inclinado é que ele força o tronco contra o encosto, fazendo uso total deste. O argumento por assentos horizontais é que eles causam um ângulo agudo menor entre tronco e quadril.

O material do assento deve levar em conta a distribuição mais ampla de pressão e outros aspectos como umidade, transferência de calor e efeitos mecânicos (ref. 13).

Nas cadeiras de rodas é comum a utilização de almofadas sobre o assento de "courvin". Nem sempre essas almofadas são requeridas, mas podem ser prescritas por especialistas médicos que julguem necessário o uso, ou por um desejo do paciente por mais conforto.

Os efeitos mecânicos principais na região de contato pele/assento que provocam colapso de um tecido macio são: tempo de pressão crítica, força de cisalhamento, fricção e abrasão. As forças de cisalhamento e fricção são ocasionadas por movimentação em sentidos opostos do deficiente em relação ao assento. Nesses movimentos, os vasos sanguíneos são esticados ou virados em ângulos, podendo interromper a circulação sanguínea local.

O controle da temperatura ou da umidade numa almofada varia principalmente com o tipo de material com que esta é fabricada.

A elevação da temperatura da pele provoca aumento da necessidade de oxigenação na área de contato, sendo esta já deficitária devido à má circulação sanguínea em decorrência do peso do corpo.

Com maiores temperaturas da pele, o suor também aumenta, apresentando riscos de infecção. A umidade pode ainda contribuir para uma maceração e danos na pele na região que está em contato com o assento. A pele quando é mantida muito seca, no entanto, torna-se mais propensa a danos mecânicos por desgaste ou abrasão.

As pressões de contato entre a pele do deficiente e a almofada podem ser medidas por transdutores especiais (ref. 14). Essas pressões variam principalmente em função do tipo de material. Um assento adaptado foi construído (ref. 15) em Hexham, Inglaterra, e possibilita medições de pressão embaixo das tuberosidades isquiáticas.

A seguir fez-se uma comparação entre diversos tipos de almofadas em função da pressão de contato, da temperatura e da umidade.

TIPO DE ALMOFADA	PRESSÃO DE CONTATO (mmHg)	* TEMPERATURA	UMIDADE
ESPUMA	74,68	quente	pouca (3)
GEL	94,6	quente (1)	grande (4)
D'ÁGUA	-	baixa (2)	grande (4)
INFLÁVEL	-	quente	grande (4)

* transdutor de célula a ar Scimedics (ref. 14)

- dados não disponíveis

(1) - A princípio mantém a temperatura constante. A troca de calor proporcionada pelo material diminui ao fim de duas horas, ocasionando aumento de temperatura com longo período de uso.

(2) - Temperatura baixa devido ao alto calor específico e a boa condutibilidade térmica e circulação mecânica da água.

(3) - Alta porosidade. Revestimento de material pouco poroso anula esta vantagem.

(4) - Constituição não porosa.

A N E X O II

MATERIAIS

1. TUBOS DE AÇO

Esses tubos são produzidos essencialmente por dois processos:

- a partir de tarugos cheios, adequadamente perfurados, como no processo Mannesmann (tubos inteiriços ou sem costura);
- a partir de chapas grossas ou finas a quente que são dobradas na largura e suas extremidades soldadas (tubos soldados ou com costura).

Freqüentemente, os tubos são estirados a frio para produzir paredes mais finas, diâmetros muito pequenos, proporcionar melhor acabamento superficial, obter tolerâncias dimensionais mais estreitas, obter formas diferentes da circular e melhorar igualmente as propriedades de resistência à tração.

Os aços para tubos são geralmente de baixo carbono (até o máximo de 0,3%) e manganês até 1,5%.

O limite de resistência à tração, no estado recozido, pode variar de 32 a 50 kgf/mm², o alongamento de 28 a 18%. No estado trefilado duro, o limite de resistência à tração varia de 45 a 65 kgf/mm² e o alongamento de 6 a 4%.

Para aplicações a temperaturas mais elevadas, torna-se conveniente adicionar cromo, que melhora a resistência à corrosão e à oxidação, molibdênio, que melhora as propriedades de fluência. Esses elementos são adicionados em teores de 0,5 a 10% para o cromo e 0,45 a 1,1% para o molibdênio, dependendo das condições de serviço. As propriedades de alguns aços ligas para tubos estão representadas na tabela 1.

TABELA 1

PROPRIEDADES DE ALGUNS TIPOS DE AÇOS-LIGA PARA TUBOS

Tipo de aço	Limite de escoamento kgf/mm ²	Limite de resist. à tração kgf/mm ²	Alongamento em 2", %	Dureza Brinell	Resist. ao choque Charpy kgf.m
0,10 - 0,20 C	30,0	42,0	46	117	6,3
0,5 Mo	34,5	45,0	47	141	7,3
0,5 Cr - 0,5 Mo	30,0	43,5	50	140	7,2
1,0 Cr - 0,5 Mo	24,5	48,5	40	130	6,3
3,0 Cr - 1,0 Mo	28,0	48,5	53	146	7,3
5,0 Cr - 0,5 Mo	27,0	49,0	47	139	6,3
9,0 Cr - 1,0 Mo	30,5	51,5	41	145	6,3

2. METAL ALUMÍNIO

Seu peso específico é de 2,7 g/cm³ a 20 graus Celsius, seu ponto de fusão corresponde a 660 graus Celsius e o módulo de elasticidade é de 6336 kgf/mm². Pertence ao sistema cúbico de faces centradas. Apresenta boa condutibilidade térmica e relativamente alta condutibilidade elétrica (62% da do cobre). É não magnético e apresenta baixo coeficiente de emissão térmica.

No estado puro (99,99% de alumínio) sua resistência mecânica é baixa e gira em torno de 5 a 6 kgf/mm². No estado encruado (laminado a frio com redução de 75%) sobe para cerca de 11 kgf/mm². É muito dúctil: alongamento de 60 a 70%.

Apresenta boa resistência à corrosão, devido a estabilidade de seu óxido principal Al₂O₃ que se forma na superfície do metal. Essa resistência à corrosão é melhorada por anodização, que ainda melhora a sua aparência.

As ligas de alumínio não apresentam a mesma resistência

à corrosão que o alumínio puro, de modo que ao se desejar aliar a maior resistência mecânica das ligas com a boa resistência à corrosão do alumínio quimicamente puro, utiliza-se o processo de revestimento da liga por capas de alumínio puro (Cladding), originando-se o material "Alclad".

3. LIGAS DE ALUMÍNIO

Devido a existência de uma grande variedade de ligas de alumínio, tem sido relativamente difícil adotar uma nomenclatura e simbologia, de certo modo universal, para classificá-las. Em princípio, as ligas de alumínio podem ser classificadas em:

- ligas trabalhadas (conformadas mecanicamente);
- ligas fundidas.

As ligas trabalhadas por sua vez, podem ser subdivididas em:

- ligas não tratáveis termicamente;
- ligas tratáveis termicamente.

As não tratáveis termicamente tem as suas propriedades alteradas apenas por trabalho a frio ou encruamento.

O principal tratamento térmico para melhorar as propriedades mecânicas das ligas de alumínio consiste em "solubilização" seguida por "endurecimento por precipitação". Outro tratamento usual nessas ligas é o "recozimento", aplicado quando se deseja diminuir a dureza ou aliviar as tensões.

3.1 Ligas de alumínio trabalhadas

A tabela 2 apresenta a composição química das ligas encruáveis, segundo a designação ABNT, incluindo o alumínio puro (99,45%) número 15050 ABNT.

TABELA 2
LIGAS DE ALUMÍNIO TRABALHADAS

Designação ABNT	Elementos de liga, %							
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
15040	—	—	—	—	—	—	—	—
10050	1,0	c/ o Si	0,05/0,2	0,05	—	—	—	—
16020	0,25	0,35	0,05	0,03	0,03	0,03	—	0,03
31220	0,60	0,70	0,5/0,2	1/1,5	—	—	—	—
51020	0,40	0,70	0,20	0,20	0,5/1,1	0,10	—	—
51030	0,40	0,70	0,20	0,10	1,1/1,8	0,10	0,10	—
52820	0,45	c/ o Si	0,10	0,10	2,2/2,8	0,15/0,35	0,10	—
58840	0,45	c/ o Si	0,10	0,10	3,1/3,9	0,15/0,35	0,20	0,20
54330	0,40	0,40	0,10	0,3/1	4,0/4,9	0,05/0,25	0,25	0,15

As propriedades da liga 10050 ou alumínio comercialmente puro (no mínimo de 93% de Al), são as seguintes:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------|
| - limite de resistência à tração | 9 kgf/mm ² |
| - limite de escoamento | 3,5 kgf/mm ² |
| - alongamento em 2" | 35% |
| - dureza Brinell (500 kgf, 10mm) | 23 |
| - limite de fadiga | 3,5 kgf/mm ² |

Encruada no estado "duro" (sigla H18 segundo a Aluminium Association), os valores acima passam a:

- limite de resistência à tração	17 kgf/mm ²
- limite de escoamento	15 kgf/mm ²
- alongamento em 2"	5%
- dureza Brinell (500 kgf, 10mm)	44
- limite de fadiga	6 kgf/mm ²

A introdução de elementos de liga como Si, Fe, Cu, Mn, Mg, Zn e eventualmente Ti, aumenta os valores das propriedades mecânicas. Por exemplo a liga ABNT 52820 apresenta os seguintes valores:

	Recozido	Encruado duro
- limite de resistência à tração	20,5	29 kgf/mm ²
- limite de escoamento	10	25 kgf/mm ²
- alongamento em 2"	25	7%
- dureza Brinell (500 kgf, 10mm)	45	85
- limite de fadiga	12	14,1 kgf/mm ²

Ligas desse tipo apresentam as mais favoráveis combinações de resistência mecânica, resistência à corrosão e ductilidade.

3.2 Ligas de alumínio tratadas termicamente

As ligas mais importantes trabalhadas e endurecíveis por precipitação estão indicadas nas tabelas 3 e 4, que apresentam as suas propriedades em várias condições.

TABELA 3

LIGAS DE ALUMÍNIO TRABALHADAS ENDURECÍVEIS POR PRECIPITAÇÃO

Designação		Elemento de liga, %							
AA*	ABNT	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
2011	26820	0,40	0,70	5,0/6,0	—	—	—	—	—
2017	24320	0,80	0,70	3,5/4,5	0,4/1,0	0,2/0,8	0,10	0,25	—
2024	24520	0,50	0,50	3,8/4,9	0,3/0,9	1,2/1,8	0,10	0,25	—
6053	69840	0,55/0,70	0,35	0,10	—	1,1/1,4	0,15/0,35	0,10	—
6061	69260	0,40/0,80	0,70	0,15/0,4	0,15	0,8/1,2	0,04/0,35	0,25	0,15
7075	76520	0,40	0,50	1,2/2,9	0,30	2,1/2,9	0,18/0,35	5,1/6,1	0,2

* Sistema ASTM - American Society for Testing Materials.

TABELA 4

PROPRIEDADES MECÂNICAS DAS LIGAS INDICADAS NA TABELA 3

Liga e estado* Designação AA	Limite de resistência à tração kgf/mm ²	Limite de escoamento kgf/mm ²	Alongamento em 2" %	Dureza Brinell (carga 500 kg esfera 10 mm)	Limite de fadiga kgf/mm ²
2011-T3	38,5	30,0	15	95	12,5
2011-T8	41,5	31,5	12	100	12,5
2017-O	18,0	7,0	22	45	9,0
2017-T4	43,5	28,0	22	105	12,5
2024-O	19,0	8,0	20/22	47	9,0
2024-T3	49,0	35,0	18	120	14,0
6053-O	11,0	5,0	25	26	5,0
6053-T6	26,0	22,5	13	80	9,0
6061-O	12,5	5,5	25/30	30	6,5
6061-T6	31,5	28,0	12/17	95	10,0
7075-O	23,0	10,5	17	60	—
7075-T6	58,5	51,5	11	150	16,5

*O = recozida
T3 = solubilizada e encruada
T4 = solubilizada e envelhecida à temperatura ambiente
T6 = solubilizada e envelhecida artificialmente
T8 = solubilizada, encruada e endurecida por precipitação (envelhecida artificialmente)

A liga 2017, conhecida também com o nome de "duralumínio", é a mais antiga. No estado tratado termicamente, essa liga chega a adquirir um limite de resistência à tração semelhante ao do aço doce, com 1/3 do seu peso específico, donde a importância do seu emprego, principalmente na indústria aeronáutica e de transporte em geral.

Na indústria aeronáutica, na realidade ela tem sido deslocada para a liga 2024, que possui maior resistência mecânica, embora menor capacidade de conformação. A indústria aeronáutica emprega ainda as ligas 6061 e 7075.

O inconveniente das ligas é a tendência à corrosão intergranular, sobretudo em água salgada ou atmosfera salina. Por essa razão, são freqüentemente utilizadas na forma "Alclad" citada anteriormente.

A liga designada por 6053, embora sendo de menor resistência mecânica, possui dentre todas, a maior resistência à corrosão, comparável à do alumínio comercialmente puro, de modo que se aplica nos casos em que a resistência à corrosão é mais importante que a resistência mecânica.

3.3 Ligas fundidas

Na fundição de peças de alumínio, pode-se utilizar os métodos de fundição em areia, fundição sobre pressão e de precisão.

As ligas de alumínio para fundição são classificadas em dois grandes grupos:

- ligas binárias, com um único elemento de liga adicionado;

- ligas complexas, com dois ou mais elementos de liga adicionados.

Entre as primeiras, situam-se as ligas alumínio-cobre, alumínio-silício e alumínio-magnésio. As do segundo grupo contêm cobre e silício, ou cobre, silício e magnésio ou silício, magnésio ou cobre, níquel e magnésio, além do alumínio como metal base.

A tabela 5 indica alguns dos tipos de ligas de alumínio para fundição.

TABELA 5
PRINCIPAIS TIPOS DE LIGAS DE ALUMÍNIO PARA FUNDIÇÃO

Designação		Processo de fundição*	Elemento de liga, %								
AA	ABNT		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Ni	Zn	Sn	Ti
1050	15070	A	0,15	0,2/0,4	—	—	—	—	—	—	—
295.2	24460	A — T	0,7/1,2	0,8	4,0/5,0	0,3	0,03	—	0,3	—	0,2
222.2	29560	T	2,0	1,2	9,2/10,7	0,5	0,2/0,35	0,5	0,5	—	0,2
242.2	24860	A — T	0,6	0,6	3,5/4,5	0,10	1,3/1,8	1,7/2,3	0,1	—	0,2
443.2	43020	A, M, P	4,5/6,0	0,6	0,10	0,10	0,05	—	0,1	—	0,2
355.2	42230	A, M — T	4,5/5,5	0,15/0,25	1,0/1,5	0,05	0,5/0,6	—	0,05	—	0,2
A413.2	46030	P	11,5/12,5	0,5	0,10	0,05	—	—	0,05	—	—
360.2	45520	P	9,0/10,0	0,7/1,1	0,10	0,10	0,45/0,60	0,1	0,1	—	0,2
384.2	46220	P	10,5/12,0	0,6/1,0	3,0/4,5	0,10	0,1	0,1	0,1	0,1	—
518.2	59.060	P	0,25	0,70	0,10	0,10	7,6/9,5	0,05	—	0,05	—
A850.2	82660	A, M — T	2,0/3,0	0,50	0,7/1,3	0,10	0,10	0,3/0,7	—	5,5/7,0	0,2

*A = fundição em areia
M = fundição em coquilha, por gravidade
P = fundição sob pressão
T = liga suscetível de tratamento térmico

As propriedades mecânicas dessas ligas, segundo o processo de fundição e o tratamento térmico aplicado, variam dentro das seguintes faixas:

- limite de resistência à tração	8 a 33 kgf/mm ²
- limite de escoamento	2,5 a 30 kgf/mm ²
- alongamento em 2"	45 a 0,5%
- dureza Brinell (500 kgf, 10mm)	20 a 40
- limite de fadiga	2 a 14 kgf/mm ²

3.3.1 Ligas de alumínio para veículos

Muitas peças de veículos automotores são fundidas em ligas de alumínio. Na confecção de pistões empregam-se ligas contendo silício (17 a 24%), cobre (1 a 1,75%) e eventualmente manganês, magnésio, níquel, zinco, cromo e titânio. Para outros componentes de motores e peças diversas as ligas variam na porcentagem desses mesmos metais.

3.3.2 Ligas de alumínio super-resistentes

Foi desenvolvida nos Estados Unidos uma nova classe de ligas de alumínio super-resistentes para peças fundidas. São ligas relativamente complexas cujos níveis de resistência à tração ultrapassam 35 kgf/mm². São ligas tratáveis termicamente e são empregadas na indústria aeronáutica e em aplicações veiculares, inclusive militares.

4. TITÂNIO

Esse metal possui densidade 4,5 kgf/mm² e ponto de fusão 1668°C. Caracteriza-se por excelente resistência à corrosão, sendo o único metal realmente resistente à ação corrosiva da água do mar, o que o torna indicado em aplicações da indústria naval e em condições de resistência à ação de soluções cloradas e de cloretos químicos, donde suas possibilidades de emprego na indústria petroquímica. Do mesmo modo resiste bem à ação dos ácidos nítrico, crômico e sulfúrico, a frio e a quente, mesmo em altas concentrações.

Devido a seu alto ponto de fusão, embora menos que o dos metais chamados refratários, o titânio apresenta boa estabilidade a temperaturas relativamente elevadas, não modificando praticamente a estrutura cristalina, a essas temperaturas, sobretudo se certos elementos de liga forem introduzidos.

Assim, certas ligas de titânio mantêm satisfatória resistência mecânica e boa resistência à oxidação a 530°C Celsius, por períodos longos e a 760°C Celsius, por períodos curtos, como pode ocorrer no caso de mísseis.

Os principais tipos de titânio e ligas são os seguintes:

- 99,2% Ti - com limite de resistência à tração de 40,6 kgf/mm², limite convencional de 28 kgf/mm², alongamento em 2" de 20%. Empregado onde se deseja ductilidade para conformação mecânica e resistência mecânica razoável;

- 99% Ti - com resistência mecânica intermediária e boa ductilidade, empregado onde essas características são exigidas;

- Ti 6Al 4V - esta liga foi dentre as primeiras a serem

comercializadas e é a mais importante. Sua resistência à tração pode atingir valores próximos a 108 kgf/mm². Tratada termicamente pode atingir valores de resistência à tração da ordem de 125 kgf/mm², limite de escoamento de 110 kgf/mm² e alongamento de 7%. Suas aplicações principais são feitas em discos e lâminas de compressores de turbinas a gás para aviões, partes extrudadas e chapas para fuselagens e aplicações análogas na indústria aeronáutica, onde as principais aplicações das ligas de titânio são feitas devido à relação resistência mecânica/peso;

- Ti 8Mn - também dentre as primeiras a serem comercializadas, apresentando boa conformabilidade e destina-se a aplicações estruturais de aviões;

- Ti 5Al 2,5Sn - esta liga não é endurecível por precipitação. Porém mesmo no estado recozido, apresenta elevada resistência à tração, que pode atingir cerca de 90 kgf/mm². Uma das aplicações típicas tem sido na forma de chapas para caixas de compressores de turbinas a gás e caixas de palhetas diretrizes de turbinas;

- Ti 4Al 4Mn - utilizada em peças forjadas para aviões a jato.

Outras ligas de titânio, cuja principal aplicação se faz sempre na indústria aeronáutica, podem incluir ferro, cromo e molibdênio (Ex.: Ti-2Fe-2Cr-2Mo) ou simplesmente alumínio, ferro, cromo e molibdênio (Ex.: 5Al-1,5Fe-1,4Cr-1,2Mo).

O titânio, metal relativamente abundante na crosta terrestre, embora ainda de custo elevado devido às técnicas empregadas na sua produção, possui de fato, sobretudo quando ligado, qualidades excepcionais de resistência mecânica, resistência à corrosão e peso específico (relativamente baixo) que o indicam

como um material cuja aplicação crescerá continuamente, sobretudo na aeronáutica e mísseis, onde aqueles requisitos são fundamentais.

5. MATERIAIS COMPÓSITOS

5.1 Introdução

São materiais constituídos por uma mistura de fases macrocomponentes compostas de materiais que estão num estado dividido e que, geralmente, são diferentes sob os pontos de vista de composição química e forma.

O corpo do material é a "matriz", a qual envolve os componentes e compõe a forma do material.

Os componentes determinam a natureza da estrutura interna do "compósito".

A fig. 1 indica, com base na estrutura, os tipos básicos de "compósitos".

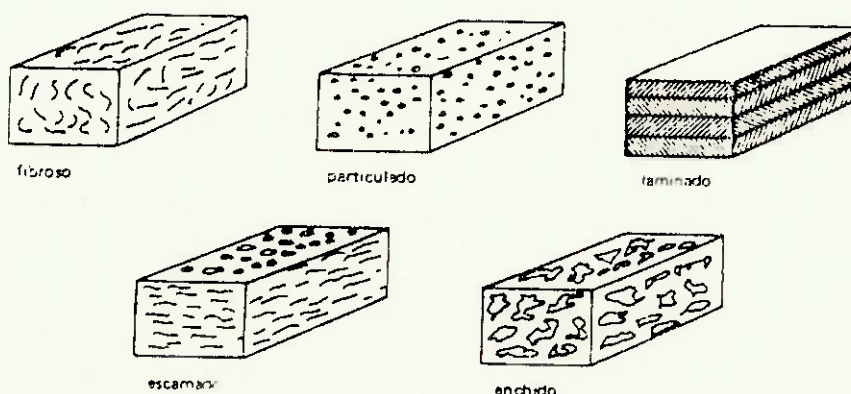


Figura 1. Cinco tipos de compósitos baseados na estrutura.

Como se vê, há, em princípio, cinco tipos:

- fibroso, composto de fibras, com ou sem matriz;
- particulado, composto de partículas, com ou sem matriz;
- lamelar, composto de camadas de constituintes laminados;
- escamado, composto de escamas achatadas, com ou sem matriz;
- enchido, composto de um esqueleto (matriz), preenchido com ou tro material.

As propriedades dos "compósitos" são dependentes da natureza e das propriedades dos componentes. Estes atuam geralmente como substâncias de reforço ou enchimento da matriz, proporcionando alta resistência mecânica, elevado módulo de elasticidade, etc.

A matriz atua como uma base que confere ductilidade e mantém a estrutura coesa e que, em resumo, contribui para que o conjunto se caracterize por boas condições de fabricação e a necessária flexibilidade.

5.2 Tipos de compósitos

5.2.1 Compósitos fibrosos

Entre eles, devem ser mencionados os "plásticos reforçados com fibras", em que as resinas poliésteres são as mais usadas. Da combinação de fibras de vidro com uma matriz de poliéster, resulta um conjunto bem equilibrado de propriedades mecânicas e elétricas, resistência à corrosão, estabilidade dimensional e custo baixo.

Outros tipos de plásticos reforçados com vidro incluem as resinas fenólicas e os epóxis.

A técnica de reforçar plásticos com fibras de vidro evoluiu de tal maneira que se admite haver hoje, no mercado, mais de 1.000 produtos diferentes de termoplásticos reforçados, incluindo náïlons, poliestirenos, policarbonatos, polipropilenos, acetais, ABS, etc.

Um segundo tipo de compósito fibroso é o que consiste numa combinação de fibras sintéticas, de boas propriedades mecânicas e boa resistência à corrosão, com fibras naturais, para formar produtos têxteis de várias naturezas.

Compósitos fibrosos mais sofisticados são constituídos de uma matriz de resina epóxi ou de alumínio, com fibras de boro e grafita.

Finalmente, um último compósito fibroso de alto conteúdo tecnológico é o chamado "whisker", principalmente os whisker de óxido de alumínio, em que os materiais constituintes estão na forma de cristais simples, muito finos (3 a 10 microns em diâmetro), resultando resistências mecânicas excepcionais, em razão exatamente da presença de cristais simples.

Os whisker de alumina, por exemplo, podem atingir limites de resistência à tração da ordem de 2.100 kgf/mm² e módulos de elasticidade da ordem de 43.000 kgf/mm².

5.2.2 Compósitos particulados

Neste grupo situam-se os "cermets" já estudados.

Outros compósitos particulados incluem as "ligas endurecidas por dispersão", constituídas de partículas duras embebidas numa matriz mais mole.

Um exemplo conhecido é o produto da metalurgia pó SAP

(alumínio-óxido de alumínio).

Outro exemplo consiste na dispersão de óxido de tório em matriz de níquel, produzindo uma liga 3 a 4 vezes mais resistente que o níquel puro a temperatura entre 870 e 1315°C.

Finalmente, um último grupo de compósitos laminados compreende os tipos em que os materiais plásticos são enchidos com partículas metálicas. Por exemplo, o alumínio, como metal de enchimento, atua como decorativo e como elemento que melhora a condutibilidade térmica. Do mesmo modo, partículas de cobre são adicionadas em plásticos para melhorar a condutibilidade elétrica.

O chumbo atua no sentido de melhorar a capacidade de amortecimento dos plásticos, além de constituir uma barreira à radiação gama e conferir elevada densidade.

5.2.3 Compósitos lamelares

A figura 2 indica os dois principais tipos de compósitos lamelares.

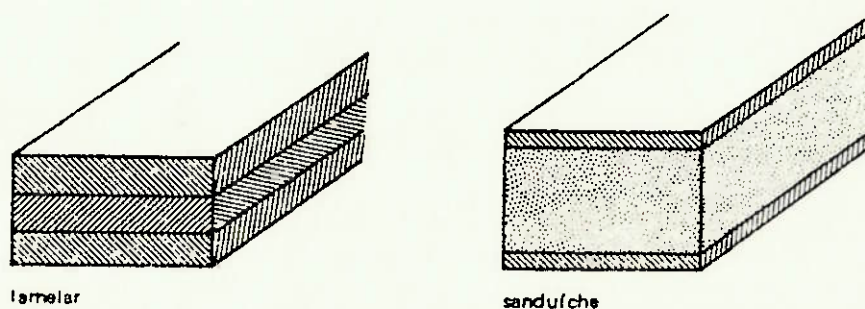


Figura 2 Dois tipos principais de compósitos lamelares.

O compósito lamelar consiste em duas ou mais camadas superpostas e ligadas entre si, enquanto o compósito sanduíche consiste em um núcleo espesso de baixa densidade (espuma, por exemplo), coberto nas duas faces por camadas finas de material de densidade maior.

Os compósitos lamelares são empregados quando se deseja resistência à corrosão e oxidação a elevadas temperaturas, impermeabilidade, aspecto decorativo, diminuição de custo, modificação das propriedades elétricas e magnéticas, etc.

Quanto aos depósitos lamelares, eles podem ser divididos nas seguintes combinações: metal com metal; metal e substância orgânica; metal e substância inorgânica; substância orgânica com substância orgânica; substância orgânica com substância inorgânica; substância inorgânica com substância inorgânica.

5.2.4 Compósitos escamados

Consistem em escamas mantidas juntas por um aglomerante ou incorporadas na matriz.

O metal mais empregado na forma de escama é o alumínio, seguindo-se a prata. Outros materiais, não-metálicos, incluem a mica e o vidro.

Plásticos reforçados com escamas de vidro apresentam uma excelente combinação de resistência mecânica e propriedades elêtricas, de modo que são empregados em circuitos impressos, isoladores moldados, painéis de luz polarizada, etc.

Os compósitos de escama de mica são muito importantes. Geralmente são aglomerados com 5% de goma-laca, resina epóxi, alquida, etc., e seu emprego é feito como material isolante

de motores elétricos.

5.2.5 Compósitos enchidos

Consistem em uma matriz contínua, tridimensional de base, infiltrada ou impregnada com um material de enchimento.

A matriz deve ter preferencialmente uma estrutura esquelética, para melhor impregnação do material de enchimento.

Esse tipo de estrutura é, por exemplo, característica de certas peças produzidas por metalurgia do pó; esqueleto metálico de tungstênio ou de molibdênio impregnado com cobre ou prata.

Plásticos também são empregados como materiais impregnantes de metais, para eliminar a porosidade ou conferir-lhes características de mancais.

6. MATERIAIS PLÁSTICOS

De acordo com o Instituto Britânico de Padrões, os plásticos são definidos como "amplo grupo de materiais sólidos, compostos eminentemente orgânicos, usualmente tendo por base resinas sintéticas ou polímeros naturais modificados e que possuem, em geral, apreciável resistência mecânica. Em determinado estágio de sua fabricação, a maioria dos plásticos pode ser fundida, moldada ou polimerizada na forma final. Alguns plásticos são semelhantes à borracha, enquanto algumas formas de borracha quimicamente modificadas são consideradas plásticos".

O carbono é o elemento fundamental de todos os plásticos. Em geral, tem-se combinação de um átomo de carbono com

quatro átomos de outro elemento.

Para compreender melhor a natureza dos materiais plásticos, inclusive da definição do Instituto Britânico de Padrões, é necessário estabelecer e definir alguns conceitos fundamentais:

- "monômero" é a menor unidade molecular que constitui partícula elementar da matéria;
- "polímero" é a combinação de monômeros, por um processo chamado "polimerização", formando uma cadeia.

Exemplo de um monômero é o gás etileno C_2H_4 e exemplos de polímeros são o polietileno e o polipropileno (fig. 3).

O processo de polimerização que produz os polímeros a partir dos monômeros consiste na aplicação de calor, pressão, utilização de processos químicos e aditivos, de modo a resultar estruturas em forma de cadeia.

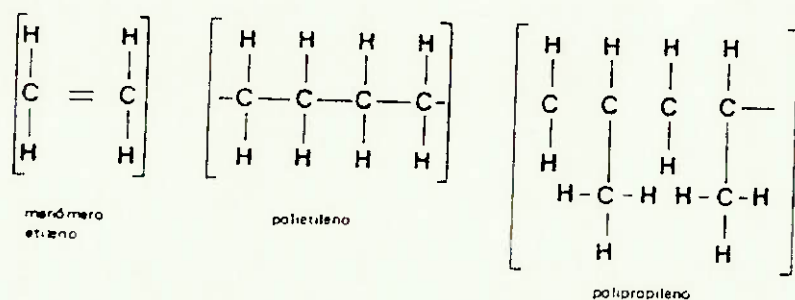


Figura 3 Um monômero e dois tipos de polímeros que são produzidos a partir dele

Os polímeros são, no comércio, freqüentemente chamados de "resinas".

Entre os monômeros podem ser citados o fenol, o formaldeído, a uréia, a melamina, o acetato de vinil, o etileno, o hexametileno, a diamina, etc.

A combinação de dois grupos de monômeros diferentes, por polimerização, produz um "copolímero", que é diferente do "polímero".

"FIBRA" é o polímero que apresenta a ligação mais forte.

"ELASTÔMERO" é o polímero com ligações fracas e uma estrutura desordenada que confere elasticidade ao material.

"PLÁSTICO" é o polímero com ligações fortes, o qual quando deformado, não readquirirá a forma original.

Grupos de plásticos

Há dois grupos gerais de plásticos: termofixos ou termoeestáveis e termoplásticos.

Os plásticos termofixos ou termoeestáveis possuem polímeros em rede; são polímeros com cadeias laterais. Os polímeros em transversais são formados entre os cordões lineares. Essas ligações transversais, à medida que se formam, causam diminuição da mobilidade dos cordões, provocando solidificação.

Para a moldagem, esses plásticos exigem geralmente calor e pressão. O aquecimento do polímero, que pode se converter em rede, ocasiona uma reação mais rápida das cadeias laterais e acelera a conversão do líquido em sólido (donde o nome termoeestável).

Explicando de outro modo: na primeira aplicação de calor, os materiais termoeestáveis tornam-se moles e plásticos, mas prosseguindo no processo de aplicação do calor (operação

conhecida com o nome de "cura"), eles se transformam quimicamente e endurecem.

Atingido o grau de dureza, assim permanecem e mesmo reaquecidos não se tornam moles. Sob intenso calor, é óbvio, haverá combustão do material.

Entre os materiais termofixos, os mais comuns são os provenientes do fenol e formaldeído e da uréia e formaldeído.

Os materiais termoplásticos são os que correspondem a um polímero linear que, ao ser aquecido sob pressão, a sua consistência altera-se de sólida a mole e viscosa. Neste processo não ocorrem reações químicas e os artigos obtidos podem ser reamolecidos. Em outras palavras, os termoplásticos podem amolecer seguidamente sob a ação do calor e endurecer novamente quando resfriados.

Entre os mais importantes termoplásticos situam-se aqueles à base de nitrocelulose, acetato de celulose, metacrilato de polimetila, poliestireno, cloreto de polivinila (ou PVC), polietileno e náilon.

As propriedades desses plásticos resultam dos característicos de simetria dos polímeros originais.

Assim, um plástico com alta resistência à tração possui simetria elevada ou satisfatória e é isotático ou sindiotático.

Os de menor resistência são de simetria atática e não apresentam polímeros em rede.

A figura 4 mostra como se formam as cadeias, a partir de moléculas monômeros, de modo a resultar polímeros termoplásticos, lineares ou com ramos - (a) e (b) - e polímeros termoestáveis, em rede - (c).

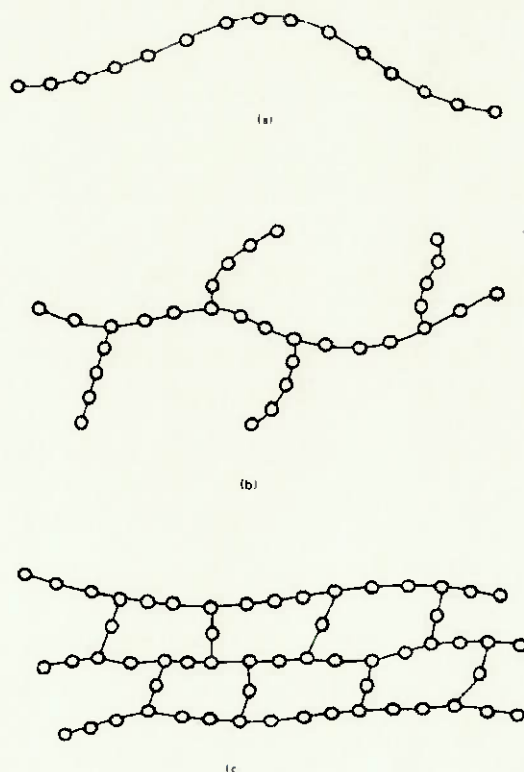


Figura 4 (a) molécula linear, (b) molécula ramificada, (c) polímero em rede, como em plásticos termoestáveis (ou termofixos).

Os característicos que devem ser levados em conta nos plásticos são:

- característicos óticos, como cor e transparência;
- térmicos ou resistência ao calor;
- elétricos ou resistência dielétrica;
- mecânicos ou resistência mecânica;
- químicos ou resistência à ação de moléculas estranhas.

Aditivos

São substâncias adicionadas aos plásticos com determinados objetivos.

A adição de um "material de enchimento", outro tipo de aditivo, promove como que a formação de um novo material, apresentando melhores resistência mecânica, resistência ao desgaste e ao choque e maior estabilidade dimensional.

Os "plastificantes" são aditivos que reduzem a rigidez ou fragilidade dos plásticos. Por exemplo, uma parte de um plastificante adicionada a três partes cloreto de vinil produz um plástico flexível.

Os aditivos dos plásticos compreendem:

- estabilizadores, que controlam a degradação pela luz e calor;
- materiais de enchimento, que melhoram a resistência do material;
- plastificantes, que reduzem a sua fragilidade e os tornam flexíveis.

PROPRIEDADES COMPARATIVAS DE MATERIAIS PLÁSTICOS

Propriedade	Baixa		Média		Alta	
	Termo-plásticos	Termo-estáveis	Termo-plásticos	Termo-estáveis	Termo-plásticos	Termo-estáveis
Densidade	Olefinicos ABS	Uretanos Poliéster	Náilon Óxidos polifenílenos Estirenos Carbonatos Acrílicos Celulósicos Sulfonas	Alílicos Aminos Silicones Epóxis	Fluoro-plásticos Vinílicos Acetais Poliimídios	Alquidos Fenólicos
Resistência à tração	Olefinicos Fluoro-plásticos	Silicones Uretanos	Estirenos ABS Celulósicos Vinílicos	Fenólicos Aminos Alquidos	Nailons Poliimídios Carbonatos Acrílicos Acetais Óxidos polifenílenos	Epóxis Poliésteres
Rigidez (módulo de elasticidade)	Olefinicos Fluoro-plásticos	Uretanos	Carbonatos Celulósicos Vinílicos ABS Óxidos polifenílenos Sulfonas	Poliésteres Aminos Alílicos Alquidos	Acrílicos Estirenos Acetais Poliimídios Nailons	Fenólicos Silicones Epóxis

Propriedade	Baixa		Média		Alta	
	Termo-plásticos	Termo-estáveis	Termo-plásticos	Termo-estáveis	Termo-plásticos	Termo-estáveis
Resistência ao choque	Estirenos Sulfonas Acrílicos Óxidos polifenílenos	Aminos	Celulósicos Polipropilenos ABS Estirenos Acetais Nailons	Alquidos Epóxis Silicones Poliésteres	Carbonatos Vinil (PVC) Poliimídios	Fenólicos
Resistividade elétrica	Acetais Celulósicos Nailons Vinílicos Acrílicos	Fenólicos Poliésteres	Óxidos polifenílenos Sulfonas Carbonatos ABS	Silicones Aminos Alquidos	Estirenos Fluoro-plásticos Olefinicos	Epóxis Alílicos
Resistência dielétrica	ABS Carbonatos		Estirenos Fluoro-plásticos Celulósicos Óxidos polifenílenos Acrílicos Nailons Acetais Poliimídios	Alílicos Fenólicos Silicones Aminos Alquidos	Vinílicos Propilenos	Uretanos Poliésteres Epóxis
Emprego a altas temperaturas	Celulósicos Vinílicos Estirenos Poliimídios Acetais ABS Acrílicos		Nailons Carbonatos Propilenos	Poliésteres Alquidos	Poliimídios Fluoro-plásticos Óxidos polifenílenos Sulfonas	Silicones Alílicos Aminos Epóxis

Acrílicos

De um modo geral, a base dessa família de materiais plásticos é constituída de polímeros de metacrilato de metil, eventualmente modificado com outros monômeros; alguns nomes conhecidos são "lucita" e "plexigãs". Sua resistência ao choque é boa e sua resistência às intempéries e claridade ótica são excelentes.

A temperatura de empenamento gira em torno de 90°C.

Além dos tipos transparentes, há tipos opacos, coloridos, assim como o natural branco aquoso.

Pelas características de resistência às intempéries, podem ser utilizados em aplicações externas.

Sua resistência à tração varia de 3,5 a 7,7 kgf/mm², valor elevado, considerando-se que se trata de materiais plásticos.

São conformados na forma de chapas, tubos e blocos. Empregam-se em maçanetas, cabos, lentes para sinalização, peças transparentes para aviões, rádios, televisores, componentes estruturais e decorativos de veículos, de máquinas calculadoras, etc.

A N E X O III

ESTUDO DA PERFORMANCE

É de se esperar que uma cadeira de rodas forneça boa performance e mobilidade a seu usuário. Parece interessante também que os fornecedores, os vendedores ou os fabricantes possam entregar uma cadeira de rodas compatível com a máxima performance e mobilidade, ou seja, adaptável a um usuário particular.

A maioria dos fabricantes, no entanto, produz uma cadeira de rodas "genérica" com as seguintes características: construção tubular, assento de tipóia, encosto suspenso dos membros horizontal e vertical da estrutura, cruzeta, roletes (geralmente oito polegadas), roda principal com volante (usualmente 24 polegadas e 22 polegadas) montada no membro da estrutura vertical traseira.

Segundo Brubaker (ref. 16) um especialista deveria ser consultado para prescrever a um usuário essa cadeira de rodas "genérica", porque não se adequa a todos os pacientes. Diz ainda que o "design" desse tipo de cadeira de rodas está motivado por fatores de simplicidade e de economia na construção, além de ser muito antigo. Para ele, é de difícil justificativa a sua continuação no mercado.

Algumas melhorias na tecnologia de cadeira de rodas têm sido feitas pelos atletas, que as adaptaram às suas necessidades e demonstraram o que uma cadeira de rodas pode ser. Atletas podem correr em pistas, jogar basquete ou tênis com grande talento.

Apesar do treino e da habilidade física de cada atleta, as pessoas podem imaginar a dificuldade desse feito se fosse utilizada uma cadeira de rodas "genérica".

ANÁLISE DOS FATORES QUE AFETAM A PERFORMANCE

Um determinante primário da performance, controle e maleabilidade das cadeiras de rodas manuais é a distribuição de massa em relação aos eixos das rodas principais.

Os fatores de performance que são afetados significativamente pela posição do usuário em relação à posição do eixo principal incluem: resistência ao rolamento, eficiência de propulsão, tendência de rotação para baixo em rampas inclinadas lateralmente, rotação da cadeira de rodas e maleabilidade, estabilidade dinâmica e estática e transposição de barreiras.

Resistência ao rolamento

A otimização da resistência ao rolamento com respeito à distribuição de massa é independente das características do usuário. A resistência ao rolamento é primariamente uma função das características da roda (e rolete), peso carregado e distribuição do peso. A resistência ao rolamento da roda é inversamente proporcional ao diâmetro, ou seja, mantidos outros fatores constantes, a resistência ao rolamento de uma roda grande é menor do que uma roda menor.

Se o centro de massa está localizado perto das rodas principais (e longe dos roletes) a cadeira de rodas terá uma resistência ao rolamento menor e, conseqüentemente, irá requerer menor energia de propulsão.

Resistência ao rolamento depende ainda do material da roda (ver ref. 17: para rodas de borracha maciça).

Eficiência de propulsão

A eficiência de propulsão de uma cadeira de rodas é afetada por muitas variáveis. Estas incluem dimensões e capacidades do usuário, posição do usuário, método de propulsão, características da cadeira de rodas e rendimento mecânico. O fator com o significado mais prático é a posição relativa do usuário com as rodas impulsionadas.

A eficiência da propulsão da cadeira de rodas, como em qualquer outro esforço físico repetitivo, depende das condições das contrações dos músculos, incluindo duração e frequência, força e velocidade de contração e comprimento de músculo relativo.

As principais considerações para otimização da eficiência de propulsão são os posicionamentos horizontal e vertical para maximizar o efeito da gravidade e minimizar a atividade muscular durante a parte de recuperação no ciclo de propulsão.

Efeito da rampa lateral (ver ref. 18)

Uma rampa lateral produz uma tendência de rotação para baixo (DTT-downhill turning tendency - ref. 1). Essa DTT é aproximadamente proporcional à distância horizontal normal do centro de massa ao eixo da roda impulsionada.

Para uma inclinação de rampa de dois graus a força de arrasto é na cadeira de rodas praticamente o dobro de uma superfície plana.

A minimização da DTT é mais efetiva ao mudar-se o centro de massa no sentido do eixo das rodas principais.

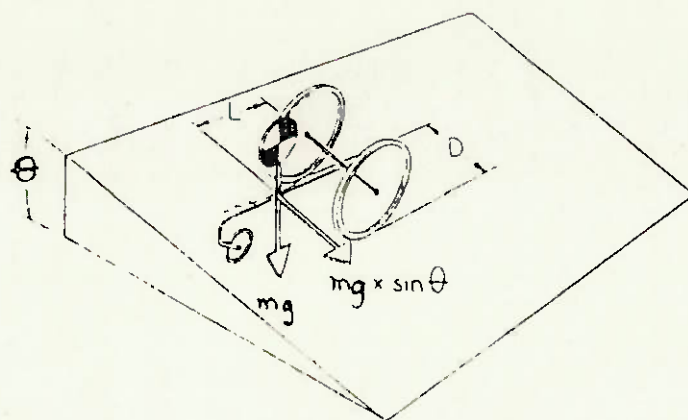


FIGURE 1.
Static analysis of downhill turning moment.

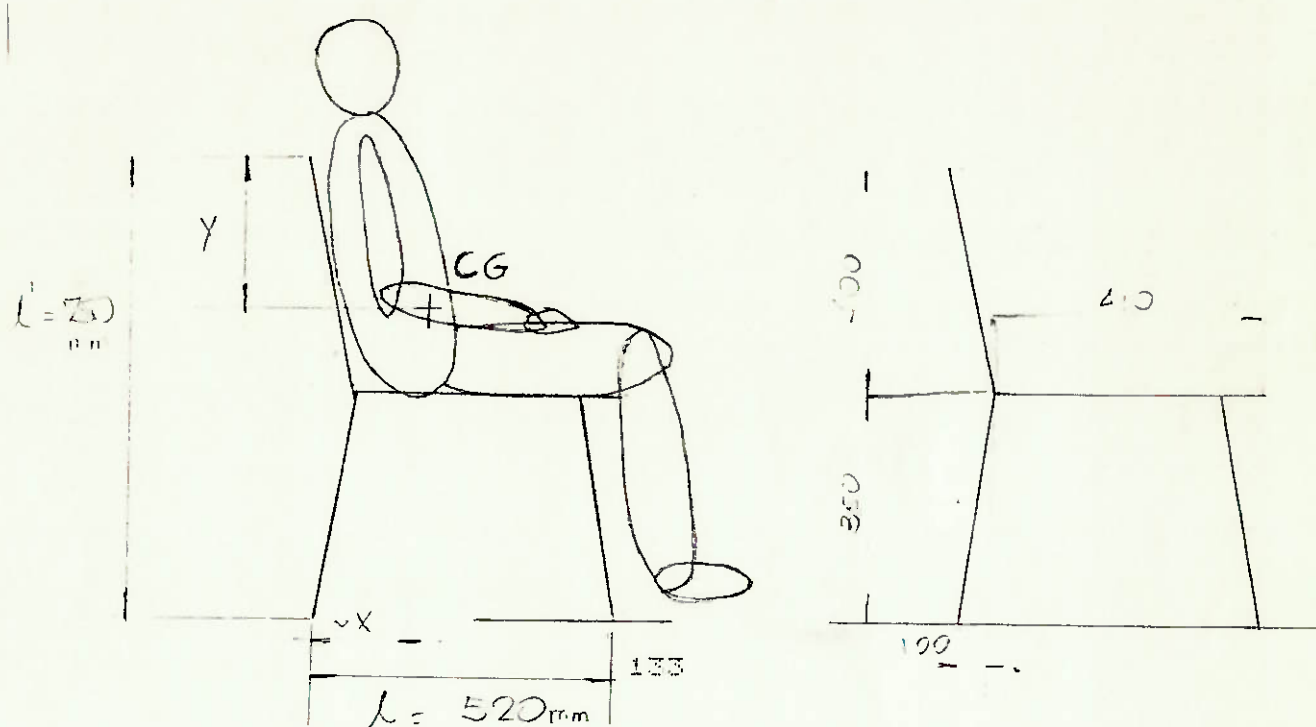
Controle do eixo de inclinação (ver ref. 19)

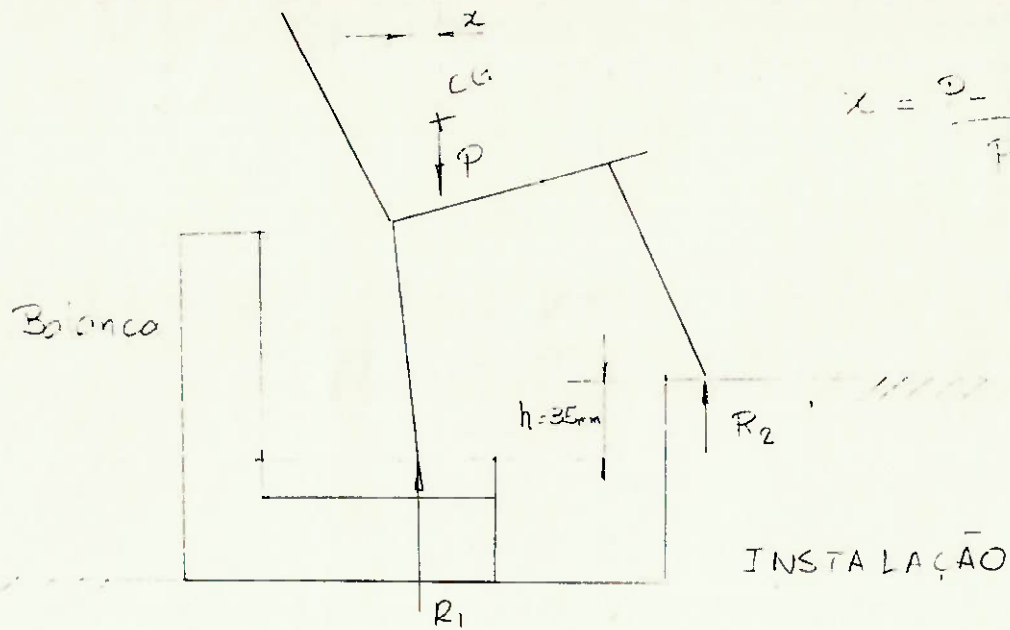
A posição "empinada" da cadeira de rodas é necessária na subida de calçadas e em manobras radicais. Essa manipulação é melhorada com o aumento da distância normal vertical e diminuição da horizontal do centro de massa em relação ao eixo da roda. O grau de controle sobre a cadeira de rodas no eixo de inclinação, que pode ser executado pelo usuário com danos na medula espinhal, é muito afetado pelo nível de incapacidade do paciente.

A manipulação do segmento corporal do usuário e a localização do centro de massa são os fatores mais importantes no controle do eixo de inclinação.

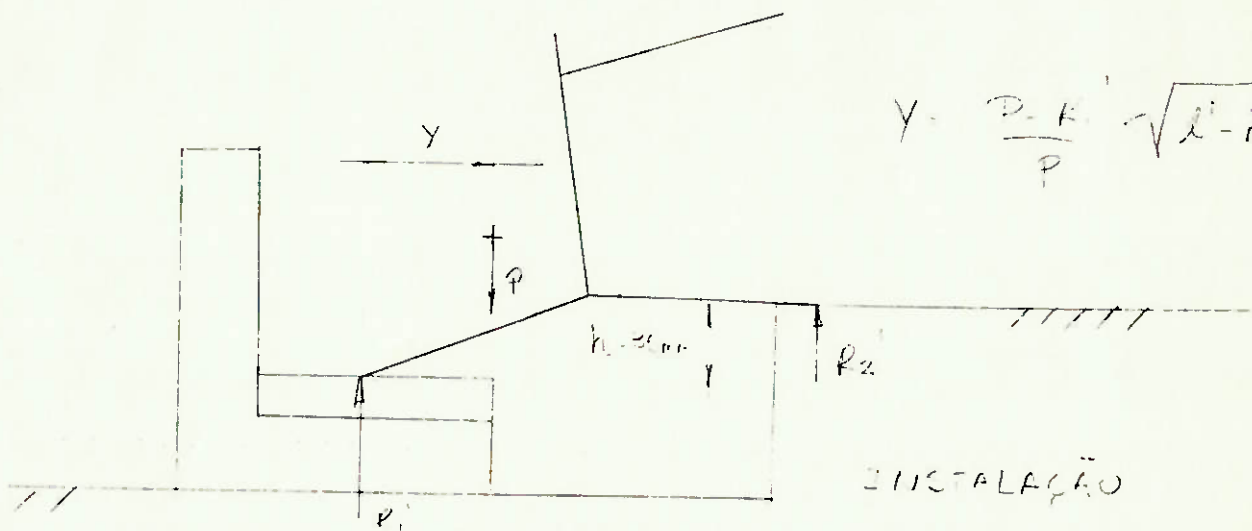
A estabilidade estática sobre o eixo de inclinação é diretamente proporcional à distância do eixo ao centro de massa. A estabilidade estática é, portanto, inversamente proporcional ao controle da cadeira de rodas sobre o eixo de inclinação.

Determinação aproximada do centro de gravidade de uma pessoa





$$x = \frac{D - R}{P} \cdot \sqrt{l^2 - h^2}$$



$$y = \frac{D - R}{P} \cdot \sqrt{l^2 - h^2}$$

	P(kg)	Pl(kg)	Pl(kg)
Matida	65	42	58
Pancho	88	55	73

$$\begin{array}{rcl}
 & & \begin{array}{r} \hline 65 - 42 \\ \hline \end{array} \\
 \text{Matida} \quad X = & \sqrt{\begin{array}{r} \hline \text{-----} * 520 - 35 = 183,6 \text{ (compl. raiz)} \\ 65 \end{array}} \\
 & & \begin{array}{r} \hline 65 - 58 \\ \hline \end{array} \\
 Y = & \sqrt{\begin{array}{r} \hline \text{-----} * 750 - 35 = 80,7 \\ 65 \end{array}} \\
 & & \begin{array}{r} \hline 88 - 55 \\ \hline \end{array} \\
 \text{Pancho} \quad X = & \sqrt{\begin{array}{r} \hline \text{-----} * 520 - 35 = 194,5 \\ 88 \end{array}} \\
 & & \begin{array}{r} \hline 88 - 73 \\ \hline \end{array} \\
 Y = & \sqrt{\begin{array}{r} \hline \text{-----} * 750 - 35 = 127,7 \\ 88 \end{array}}
 \end{array}$$

De um modo geral e aproximado o centro de gravidade de uma pessoa sentada se localiza na altura do seu umbigo.

A N E X O IV

1. PROCESSO T.I.G.

1.1 Conceituações

O nome T.I.G. compõe-se das iniciais das palavras inglesas "tungsten inert gas", um dos principais processos de soldagem a arco. Nele a fusão dos metais é produzida através de um arco voltaico que arde numa atmosfera de um gás inerte entre um elétrodo de tungstênio, não consumível, e a peça. Além do seu caráter ionizante, o gás protege o elétrodo, fortemente aquecido, e o metal de solda, contra a oxidação do ar. Portanto, o gás de proteção deve ser perfeitamente inerte, consistindo de argônio, hélio ou uma mistura adequada dos dois.

O processo pode ser empregado com ou sem adição de material. Em soldagem manual, a condução do material é feita com uma das mãos do soldador. As partes principais do equipamento são: a fonte de energia; o porta-elétrodo de tungstênio e o sistema de suprimento de gás. O conjunto pode ainda ter vários acessórios opcionais: um reostato de pé para o soldador ajustar a corrente durante a soldagem e o sistema de circulação de água para refrigeração do porta-elétrodo.

Este processo é comumente referenciado por outros nomes: WIG, devido às iniciais do nome "Wolframium inert gas", pois wolfrâmio é a outra designação para o tungstênio; GTAW, devido às iniciais do nome "gas tungsten arc welding".

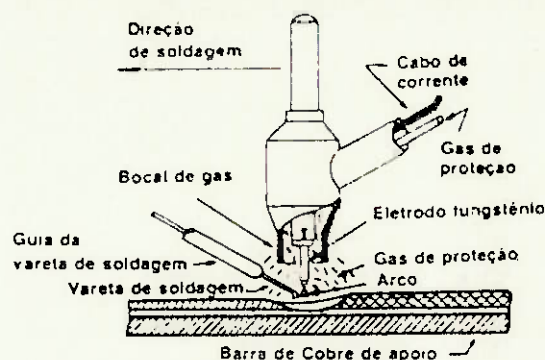


Fig. 1 - Soldagem TIG

1.2 Princípios de operação

O calor necessário é produzido por um arco elétrico entre o eletrodo de tungstênio e a parte a ser soldada. O eletrodo pode ser de tungstênio puro ou ligado. A zona da solda, o metal fundido e o eletrodo de tungstênio são protegidos do ar por uma cortina de gás inerte que flui do porta-eletrodo. A solda é feita pela aplicação do arco sobre a junta, fundindo-a juntamente com o metal de adição, quando este for necessário. A união se completa pela posterior solidificação.

O arco produzido é calmo, estável e bastante controlável em virtude de não existir transporte de metal fundido por ele. Basicamente, o arco subsiste apenas com as partículas de carga provenientes das moléculas do gás.

1.3 Abertura do arco

A estabilidade do arco depende fundamentalmente da forma da ponta do eletrodo, que deve ser cônica com um vértice bem afiado. Normalmente, a ignição do arco é conseguida sem contato, através de um sinal elétrico de alta frequência superposto ao circuito de soldagem. Para a soldagem com corrente contínua, o sinal de alta frequência é cortado logo após o início do arco. Entretanto, para a soldagem com corrente alternada, ele geralmente permanece, para manter o arco estável, principalmente na soldagem do alumínio.

Apaga-se o arco através da interrupção da corrente em comutadores de pé ou no próprio punho do porta-eletrodo. Depois do arco extinto há ainda fluxo de gás durante um certo intervalo de tempo, para não expor o final da solda prematuramente ao ar. Se o arco fosse extinto pelo afastamento rápido do eletrodo em relação à peça-obra, esta proteção ficaria prejudicada.

1.4 Técnica de soldagem T.I.G.

Em soldagem manual, o porta-eletrodo deve ser conduzido de modo a posicionar o eletrodo num ângulo de 15° em relação perpendicular à chapa. Para iniciar a soldagem manual, o arco é movido em pequenos círculos até se obter uma poça de metal fundido de tamanho adequado. A seguir, a solda é obtida transladando o eletrodo ao longo da junta, ao mesmo tempo em que se continua fazendo os movimentos circulares.

Quando necessário, em soldagem manual, faz-se a adição introduzindo no arco uma vareta de metal a depositar, sendo

consumida lentamente, num movimento de vai-e-vem em direção à poça líquida. Em conjunto, a vareta e o porta-elétrodo devem ser movidos progressiva e suavemente, de modo que a poça de fusão, a extremidade aquecida da vareta e a solda já solidificada não sejam expostas ao ar para não contaminar a solda e a zona afetada pelo calor. Por isso, o diâmetro do bocal do porta-elétrodo e a vazão do gás devem ser proporcionais ao tamanho da poça de fusão.

1.5 Vantagens e limitações

O processo T.I.G. é indicado para soldar chapas finas devido ao excelente controle do calor imposto. Como na soldagem oxi-acetilênica, a fonte de calor e a adição do metal podem ser separadamente controladas. Soldam-se quase todos os metais, mas geralmente não é usado para os de baixo ponto de fusão, tais como chumbo, estanho e ligas de zinco. É especialmente útil para a soldagem do alumínio e magnésio, os quais formam óxidos refratários. O processo T.I.G. produz uma solda de alta qualidade.

Algumas limitações são: (1) o processo é mais lento que os com elétrodos consumíveis; (2) ocorre, às vezes, contaminação da solda por tungstênio que se transferiu do eletrodo (a inclusão de tungstênio é dura e frágil); (3) a exposição ao ar da extremidade quente da vareta do metal de adição, quando utilizam-se técnicas impróprias, causa contaminação da solda; (4) o custo dos gases inertes e o custo do eletrodo de tungstênio elevam muito o custo do processo, quando comparado com outros processos; (5) o custo do equipamento é relativamente elevado.

1.6 Escolha do tipo de corrente

A escolha do tipo de corrente, se contínua com polaridade direta ou inversa, ou corrente alternada, depende do metal a ser soldado, do gás de proteção, da técnica de soldagem empregada e mais alguns outros fatores de menor importância.

A corrente contínua de polaridade direta (CC-) é o tipo de corrente mais amplamente usado para o processo T.I.G. Produz soldas em condições satisfatórias em quase todos os metais e ligas soldáveis.

Como, em arcos gerados de eletrodos virtualmente não consumíveis, 70% do calor será gerado no polo positivo, ou ânodo, um eletrodo de um dado tamanho suportará mais a polaridade direta do que a inversa. Consequentemente, o diâmetro do eletrodo, ao se usar a polaridade inversa, teria que ser bem maior do que com o uso da polaridade direta, na mesma potência de arco e, ainda assim, não se poderia ter uma boa conicidade no mesmo, pois isso causaria um desgaste exagerado. Deve-se atentar sempre para o fato de, com um eletrodo bem apontado, ter-se sempre maior densidade de corrente e maior estabilidade do arco.

A corrente contínua com polaridade direta produz uma solda mais estreita e com maior penetração do que as obtidas com os outros dois tipos de corrente (fig. 1). Contudo, a corrente contínua com polaridade invertida tem a propriedade de remover a película de óxido sobre quase todos os metais, o que é indispensável na soldagem de metais que tenham óxidos refratários, como o alumínio e o magnésio. O óxido de alumínio (Al_2O_3 -alumina), por exemplo, funde-se a uma temperatura próxima a $2000^{\circ}C$ enquanto que a temperatura de fusão do alumínio está em torno de $860^{\circ}C$.





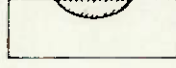

Tipo de Corrente	CC ⁻	CC ⁺	CA (balanceada)
Fluxo de elétrons e íons			
Características de penetração			
Ação de limpeza de óxidos	Não	Sim	Sim — em cada metade de ciclo
Balanco de calor (aprox.)	70% na peça 30% no eletrodo	30% na peça 70% no eletrodo	50% na peça 50% no eletrodo
Penetração	Profunda e estreita	Rasa e larga	Média
- Características dos tipos de corrente na soldagem TIG			

fig. 1.

Assim, se o Óxido não for removido, não se executará uma soldagem adequada. Conclui-se, do exposto, que, para se soldar esses metais dever-se-ia utilizar corrente contínua com polaridade inversa (CC⁺), mas tal produziria desgaste do elêtrodo e, inclusive, contaminação de tungstênio na solda. A opção, então adota-da, é a utilização de corrente alternada que, em cada meio ciclo em que a polaridade torna-se invertida, processa a limpeza dos óxidos. O desgaste do elêtrodo, embora sendo maior que no caso de corrente contínua com polaridade direta (CC⁻), não che-ga a comprometer o elêtrodo e a solda (fig. 2).

Escolha da corrente no processo TIG

TIPO DE CORRENTE	OBJETIVO	APLICAÇÃO
CA	visa obter limpeza	Al, Mg e suas ligas
CC ⁻	visa obter penetração	Aço, Cu, Ni, Ag, aços austeníticos ao Cr-Ni e Ligas resistentes ao calor
CC ⁺	visa obter limpeza	Só possível para correntes pequenas por ser anti-econômica em correntes mais altas

fig. 2

Todavia, se na soldagem em corrente alternada de metais que tenham óxidos refratários, surge o problema de uma instabilidade intensa do arco, tal fato deve-se ao efeito retificador de corrente elétrica do par alumínio-alumina. O fenômeno da retificação é caracterizado pelo desbalanceamento da senóide da corrente causado pela diferença de resistência ao fluxo de corrente entre o meio ciclo positivo e o negativo. Além disso, a retificação é afetada pela diferença de emissividade eletrônica do eletrodo e da poça de fusão. Por isso, a densidade de corrente é importante, pois controla a temperatura do eletrodo. Também, o comprimento do arco e o gás de proteção têm suas influências.

A retificação e seus efeitos adversos podem ser eliminados pelo uso de um transformador de onda balanceada. Quando se usa um transformador convencional, a soldagem só é possível devido a superposição de uma corrente de alta frequência ao circuito principal de soldagem.

2. SOLDAGEM DO ALUMÍNIO E SUAS LIGAS

2.1 Aspectos e problemas de soldagem

(a) Considerações gerais

O alumínio e suas ligas apresentam características físicas sensivelmente distintas do aço, e essas diferenças influem diretamente em sua soldabilidade. As desvantagens, do ponto de vista da soldabilidade das ligas de alumínio são apresentadas a seguir:

(1) a fusão e o aquecimento parcial das ligas de alumínio são difíceis, por sua alta condutibilidade térmica e pelo alto valor de seu calor específico;

(2) o alumínio e suas ligas são facilmente oxidáveis e seu óxido, Al_2O_3 , tem um alto ponto de fusão. Pela formação da camada refratária de óxidos, muitas vezes, na soldagem, surge o problema de falta de fusão;

(3) devido ao alto valor do coeficiente de expansão térmica, podem ocorrer distorções residuais críticas durante a soldagem;

(4) algumas ligas são suscetíveis a formar trincas a quente;

(5) a solubilidade do hidrogênio sofre mudanças drásticas quando o alumínio passa do estado líquido para o estado sólido, gerando uma espécie de espuma durante a solidificação; altas velocidades de soldagem podem, em consequência, causar porosidades da junta soldada;

(6) devido à baixa densidade do alumínio, o metal em fusão não consegue expulsar os óxidos e inclusões da poça de fusão, o que pode provocar a inclusão desfavorável de materiais estranhos no metal depositado;

(7) como a temperatura de fusão e a velocidade do metal fundido são baixas, a zona termicamente afetada também poderá se fundir e prejudicar o metal-base.

Estas desvantagens têm sido atenuadas pelo desenvolvimento do processo de gás inerte, bem como pelo aperfeiçoamento das técnicas e equipamentos de soldagem. Modernamente, pode-se afirmar que a soldabilidade do alumínio e suas ligas é bastante boa, permitindo a obtenção de juntas confiáveis e perfeitas.

(b) O problema das trincas em juntas soldadas

As trincas que ocorrem nas ligas de alumínio, em sua maioria, são trincas a quente, que são causadas pelas segregações durante o processo de solidificação.

As trincas devidas à soldagem das ligas de alumínio são classificadas em trincas de solidificação e trincas de fase líquida. As primeiras são causadas pela contração volumétrica do material, que ocorre durante a solidificação, e são divididas em trincas longitudinais no cordão, trincas transversais no cordão e trincas na cratera. As trincas de fase líquida são causadas pela precipitação de compostos com baixo ponto de fusão, como os formados por magnésio, silício, cobre, zinco, etc. e são divididas em trincas na zona termicamente afetada e microtrincas.

As causas das trincas de solda são várias, destacando-se, entre elas, a seleção inadequada do material de enchimento, condições e parâmetros de soldagem insatisfatórios, temperatura entre passes mal controlada, junta excessivamente restrita, manuseio inadequado do eletrodo, enchimento insuficiente da cratera e a imperícia do soldador.

(c) Porosidade

As porosidades na soldagem das ligas de alumínio são devidas, principalmente, ao hidrogênio dissolvido na poça de fusão e suas principais causas são as seguintes:

- (1) materiais estranhos presentes no metal-base ou no material de enchimento;

(2) impurezas gasosas e hidrogênio presentes no gás de proteção;

(3) umidade do ar, que é absorvida pelo gás de proteção.

(d) Influência do insumo de calor

Faz-se sentir sob a forma de fusão parcial, fenômenos de recristalização, solução sólida ou precipitação. Além disso, há a possibilidade de redução da resistência da liga aos níveis do material recozido e de uma perda de resistência à corrosão nas zonas onde ocorre a precipitação. Em outras ocasiões, a zona afetada pode se tornar extremamente frágil.

(e) Soldabilidade das ligas de alumínio

O alumínio e suas ligas são classificados em cinco grupos, levando-se em conta sua soldabilidade. Estes grupos são os seguintes:

(1) alumínio puro para uso industrial e ligas de Al-Mn.

(2) ligas de Al-Mg.

(3) ligas de Al-Zn-Mg.

(4) ligas de Al-Mg-Si.

(5) ligas de Al-Cu e Al-Zn.

As ligas dos grupos 1 e 2 exibem excelente soldabilidade em qualquer dos processos recomendados. Os materiais do quinto grupo não são soldáveis, exceto algumas poucas ligas especiais. As ligas dos grupos 3 e 4 apresentam soldabilidade razoável, mas, geralmente, requerem um outro tratamento térmico, uma vez que representam ligas tratáveis termicamente. O terceiro

grupo, em particular, tem a vantagem de recuperar suas propriedades pelo envelhecimento natural.

2.2 Execução da soldagem do alumínio e suas ligas

2.2.1 Considerações gerais

O processo de soldagem a arco elétrico com gás inerte é o mais empregado para o alumínio e suas ligas, apesar de outros métodos, como a soldagem a gás, a arco elétrico com elétrodos revestidos e por feixe de elétrodos, serem utilizados em menor escala.

Nos processos M.I.G. ou T.I.G. a remoção da camada de óxido, que constitui o problema mais crítico da soldagem, efetua-se pela adição do próprio arco, de modo natural. Por esta razão, a junta soldada, geralmente, apresenta um excelente aspecto, aliada às suas boas propriedades mecânicas.

Já nos demais processos é necessário utilizar fundentes apropriados para a remoção da camada crítica de óxidos.

2.2.2 Preparação para a soldagem

(a) Preparação e limpeza do metal-base (fig. 3)

A soldagem do alumínio e suas ligas é bastante prejudicada pela presença de filmes de óxido e materiais estranhos no metal-base, os quais podem provocar defeitos, como a fusão incompleta e porosidades. Consequentemente, uma limpeza prévia cuidadosa do metal-base é de suma importância para a obtenção

de juntas de boa qualidade.

O filme de óxido que se forma nas faces usinadas de um chanfro aumenta rapidamente de espessura e absorve umidade, se deixado muito tempo exposto à atmosfera. Geralmente, este filme espesso é difícil de ser removido, mesmo com a ação favorável do arco elétrico, razão pela qual é exigida uma preparação adequada da junta momentos antes da soldagem.

Preparação da Superfície para a Soldagem

<i>Método de Limpeza</i>	<i>Procedimento</i>
Desengorduramento superficial com solvente orgânico	Remover a graxa e a gordura da superfície com um pano apropriado, embebido em solvente orgânico, como álcool, acetona etc.; evitar a utilização de solventes à base de carbono-cloro.
Método mecânico	Escovar a superfície com escova de aço inoxidável, pouco antes da soldagem.
Método químico	Mergulhar a superfície em solução de hidróxido de sódio a 5-10%, a temperatura de aproximadamente 70°C, durante 30 a 60 segundos e enxaguar; em seguida, mergulhar em solução de nitrato a 15%, a temperatura ambiente, por cerca de 2 minutos; enxaguar com água fria e, depois, quente, deixando secar completamente.

fig. 3

(b) Condições do ambiente de soldagem

Como já se alertou anteriormente, o ambiente de soldagem para ligas de alumínio deve ser limpo, de modo a não haver contaminação da junta causada por materiais estranhos. No caso da soldagem com proteção de gás inerte, deve-se cuidar para que o vento não prejudique a ação de blindagem do gás.

Outra situação a ser evitada é efetuar-se a soldagem de ligas de alumínio e de aço em um mesmo ambiente, pois os fungos contendo ferro atacam a zona de solda do alumínio, provocando fissuras ou corrosão de sua superfície.

(c) Seleção do metal de enchimento (fig. 4)

O metal de enchimento, na soldagem de ligas de alumínio, deve ter, em princípio, a mesma composição do metal-base.

(d) Seleção do gás de proteção

Argônio e hélio são utilizados para a soldagem a arco elétrico de ligas de alumínio com proteção por gás inerte. O argônio é mais empregado nos casos gerais, mas sempre que se requer maior penetração do arco ou um perfil mais regular do cordão de solda o hélio é empregado, quer puro, ou misturado ao argônio.

**Combinações Recomendadas de Metal-Base e Material de Enchimento para
Alumínio e suas Ligas, Segundo Especificações JIS**

<i>Metal-Base</i> (JIS)	AC4D	AC4C ADC12	AC7A	A7N01	6061 6063 6101 6151	5056	5154	5083	5052	5005 A5N01	1100 1200 3003 3203	1060 1070
1060 1070	—	4043	4043	4043	(4) 4043	(3) 5356	(3) 4043	(3) 5356	4043	(1)(2) 1100	(1)(2) 1100	1070
1100 1200 3003 3203	—	4043	(3) 4043	4043	(4) 4043	(3) 5656	(3) 4043	(3) 5356	4043	4043	(1)(2) 1100	
5005 A5N01	4043	4043	(2)(3) 5154	(3) 5356	(4) 4043	(3) 5356	(3) 5356	(3) 5356	4043	4043		
5052	4043	4043	(3) 5154	(3) 5356	(3) 5356	(3) 5356	(3) 5356	(3) 5356	(3)(5) 5154			
5083	—	(3) 5356	(3) 5356	(3) 5356	(3) 5356	(3) 5356	(3) 5356	(3) 5183				
5154	—	(2)(3) 5356	(3) 5154	(3) 5356	(3) 5356	(3) 5356	(3) 5154					
5056	—	(3) 5356	(3) 5356	(3) 5356	(3) 5356	(3) 5356						
6061 6063 6101 6151	4043	4043	(3) 5356	(3) 5356	(4) 4043							
A7N01	4043	4043	(3) 5356	(3)(6) 5356								
AC7A	—	4043	(3) 5356									
AC4C ADC12	4043	4043										
AC4D	4043											

Notas. (1) Pode-se utilizar o 1200.

(2) O 4043 pode ser utilizado em algumas situações.

(3) Podem-se utilizar o 5356, o 5183 ou o 5556.

(4) O 5356 é mais adequado para evitar descoloração após o tratamento de anodização.

(5) Podem-se utilizar o 5154 ou o 5554; este último é mais adequado para serviços a altas temperaturas.

(6) O A7N11 pode ser utilizado, para se obterem juntas mais resistentes.

Obs. (a) As combinações apresentadas são adequadas às estruturas em geral, que trabalham a temperaturas normais ou baixas.

(b) As letras WY e BY, que designam arames e eletrodos, foram omitidas.

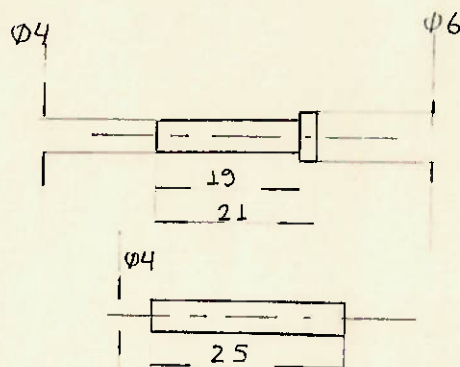
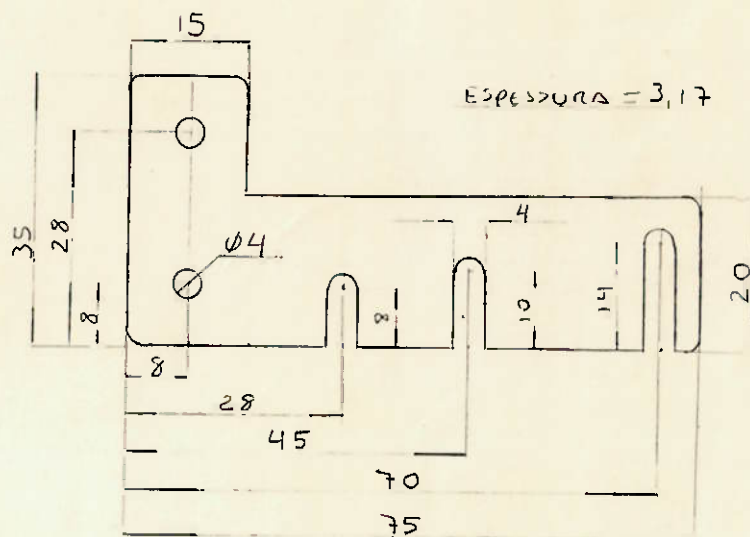
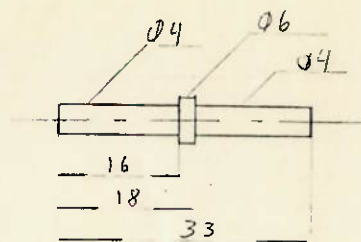
(c) Os códigos referentes aos materiais-base foram omitidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Desenho Industrial para Pessoas Deficientes
Gui Bonsiepe
Tamiko Yamada
CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e
Tecnológico - 1982.
2. Toque a Toque
Publicação da ABRACAR - Associação Brasileira de Desportos
em Cadeira de Rodas
Novembro/Dezembro/Janeiro nº2 Ano 1
3. INT - Instituto Nacional de Tecnologia
Unidade de Programas de Desenho Industrial - UPDI
Apoio de divulgação - IBM Brasil
4. Wheelchair development, standards, progress and issue
A discussion with Colin McLaurin, Sc.D
Veterans Administration
J. Rehab. Res. Dev. 23(2), abril 1986
5. Development of test methods for evaluation of wheelchair
Cochran, G. V. B. - Palmieri, V.
Bulletin of Prosthetics Research 17(1) Spring 1980
6. Choosing a wheelchair cushion
Robertson, J. C. - Shah, J.
Engineering in Medicine 10(3), 1981

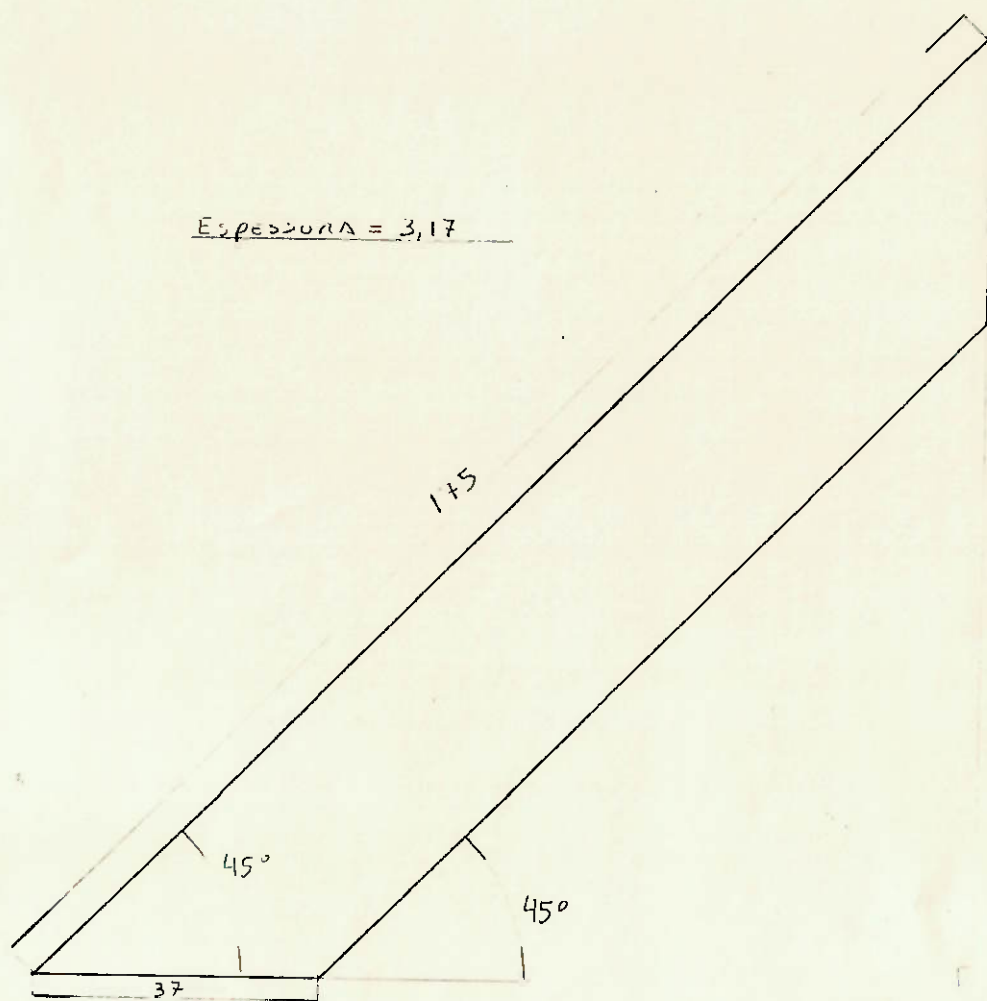
7. Ergonomia
Itiroiida - Wierzzbicki, A. J.
8. The Seated Man (Homo Sedens) Theory and Practice
A. Mandal
Applied Ergonomics 1981, 12.1. 19/26
9. Ergonomia
Itiroiida, D. Sc (EDUSP)
Henri A. J. Wierzzbicki. Cengenh. (EDUSP)
10. The Human Body in Equipment Design
Albert Damon - Harvard University
Howard W. Stoudt - Harvard School of Public Health
Poss A. Mc Farland - Harvard School of Public Health
11. Engineering anthropometry of employment rehabilitation
centre clients
M. Boussena - University of Algiers
B. T. Davies - University of Birmingham, Department of
Engineering Production
Applied Ergonomics 1987, 18.3. 223-228
12. Specification for Folding Wheelchairs for Adults
British Standards Institution
BS 5568:1978
13. Cadeiras de Rodas AVD
INT - Instituto Nacional de Tecnologia

14. A comparison of sitting pressures or wheelchair cushions as measured by air cell transducers and miniature electronic transducer
Palmieri, Haelen, Cochran
Bulletin of Prosthetics Research, BPR 10/33 17.1.1980
15. Biomechanics of seating for the spinal injury patient
R. J. Minns
Clinical Biomechanics 1986, 1: 147/149
16. Wheelchair prescription: analysis of factor that affect mobility and performance
Brubaker, C. E.
J. Dehabil Res Dev 23(4), 19/26
17. Wheelchair tire rolling resistance and fatigue
Kauzlarich, J. J. - Thacker, J. G.
J. Dehabil Res Dev 22(3), 25/41
18. Effects of side slope on wheelchair performance
Brubaker, C. E. - McLaurin, C. A. - McClay, I. S.
J. Dehabil Res Dev 23(2), 55/57
19. A theory of wheelchair wheelie performance
Kauzlarich, J. J. - Thacker, J. G.
J. Dehabil Res Dev 24(2), 67/80



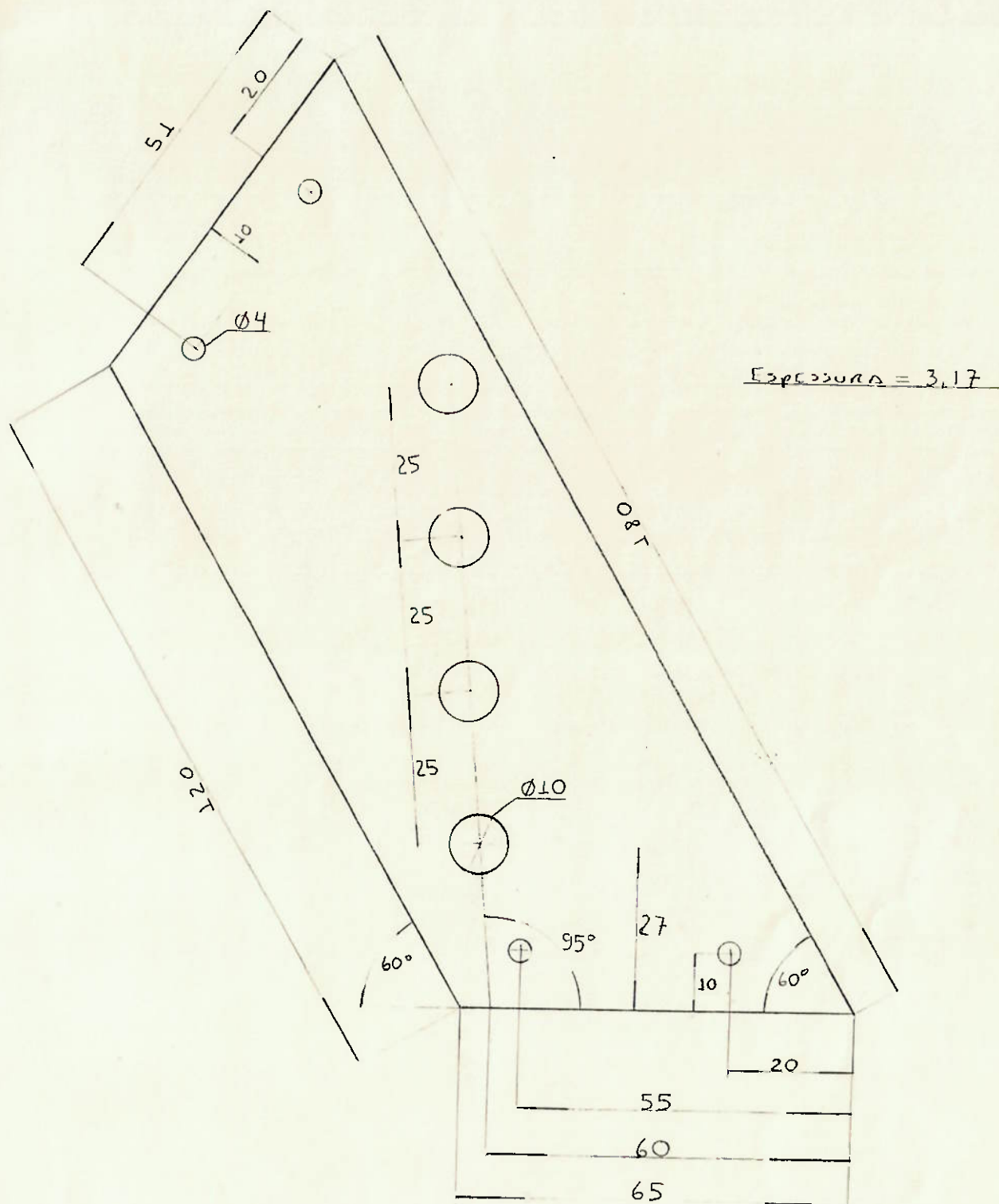
Tolerância Geral = $\pm 0,1$

Qtd	Descrição	Material	
2	PINO L = 33	Aço 1020	
2	PINO L = 25	Aço 1020	
4	PINO L = 21	Aço 1020	
2	chapa de inclinação	Aço 1020	
V P M		MECANICA	Prof. Marcilio
PME-581 Projeto Mecânico II			EPUSP
11	chapa de posicionamento do eixo	DEZ / 89	



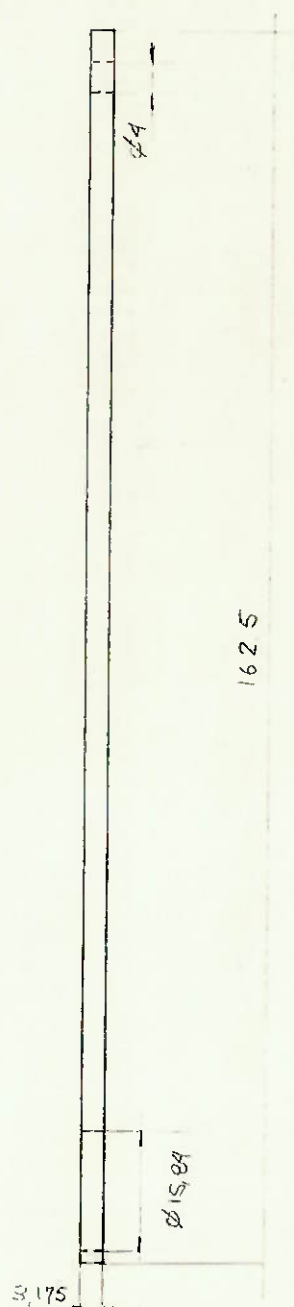
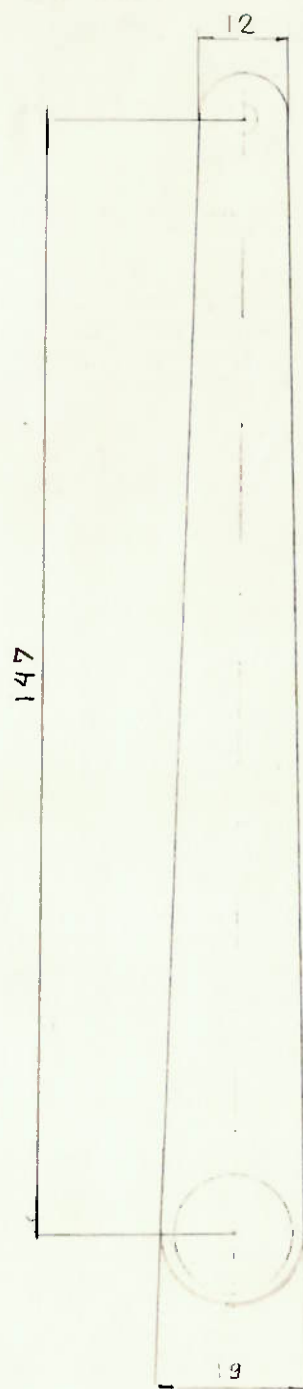
Tolerância Geral $\pm 0,1$

2	chapa de Alumínio (6063)		
	V P M	MECANICA	Prof. Mancilio
PMC-581 Projeto Mecânico II			EPUSP
1.1	botante lateral do assento	DEZ/89	



Tolerância Geral = $\pm 0,1$

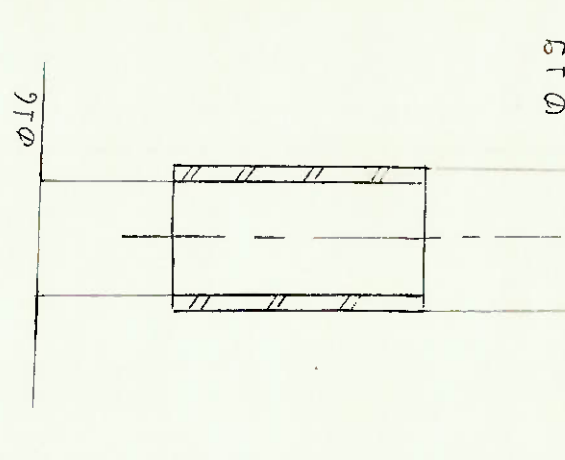
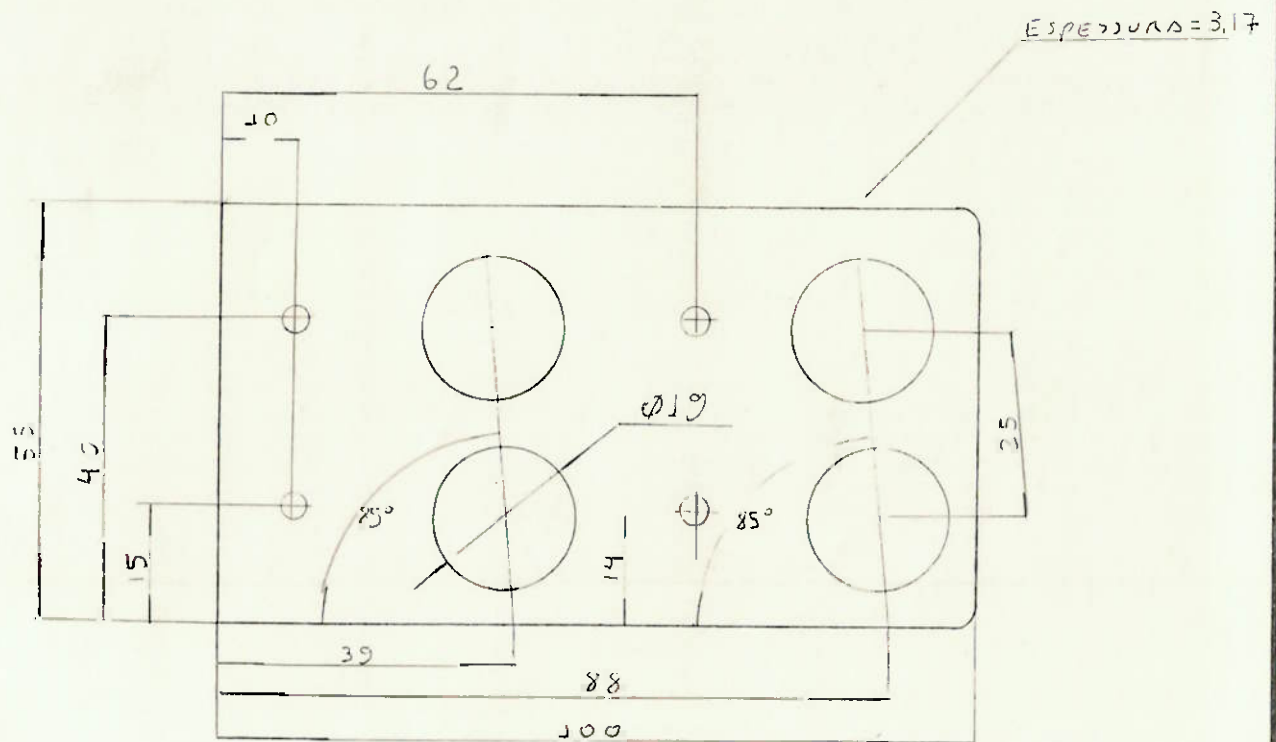
Qtd	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
2	chapa de aço 1020 espessura = 3,17	os furos de $\phi 4$ devem ser copiados	
	VPM	MECANICA	Prof. Mancilio
	PMC - 581 Projeto Mecânico II		EPUSP
1.1	chapa para ajuste dos Rodos dianteiros	DEZ / 89	



Material: Aço 1045

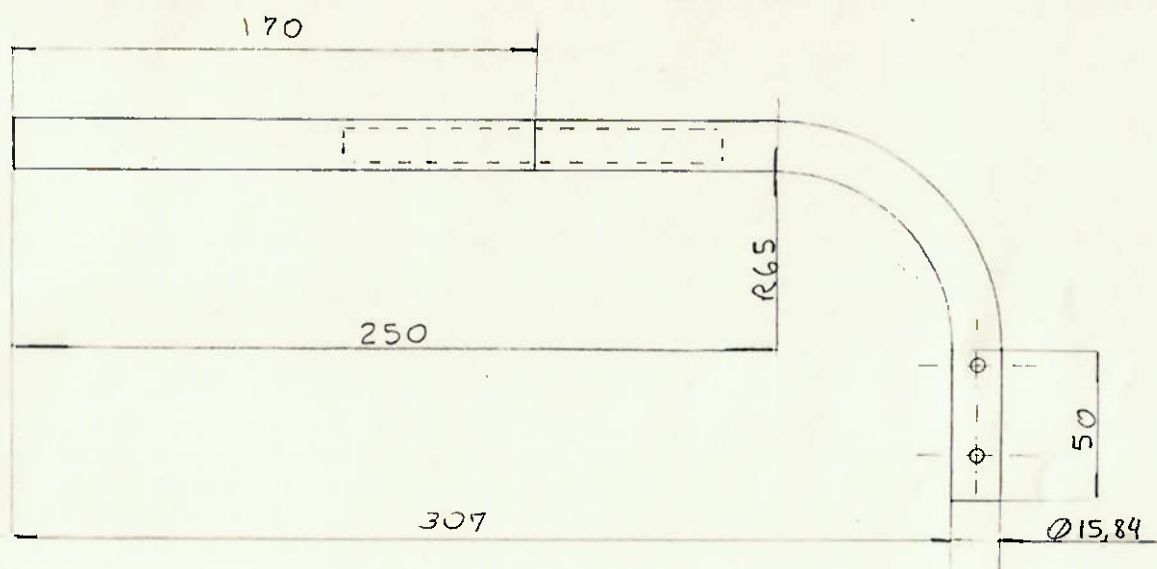
Tolerância Geral: $\pm 0,1$

	V P M	Mecânica	Prof Marcílio
PMC-581	Projeto Mecânico II		EPUSP
1-1	Desenho de Fabricação "Braço da Cruzeta"		DEZ / 89



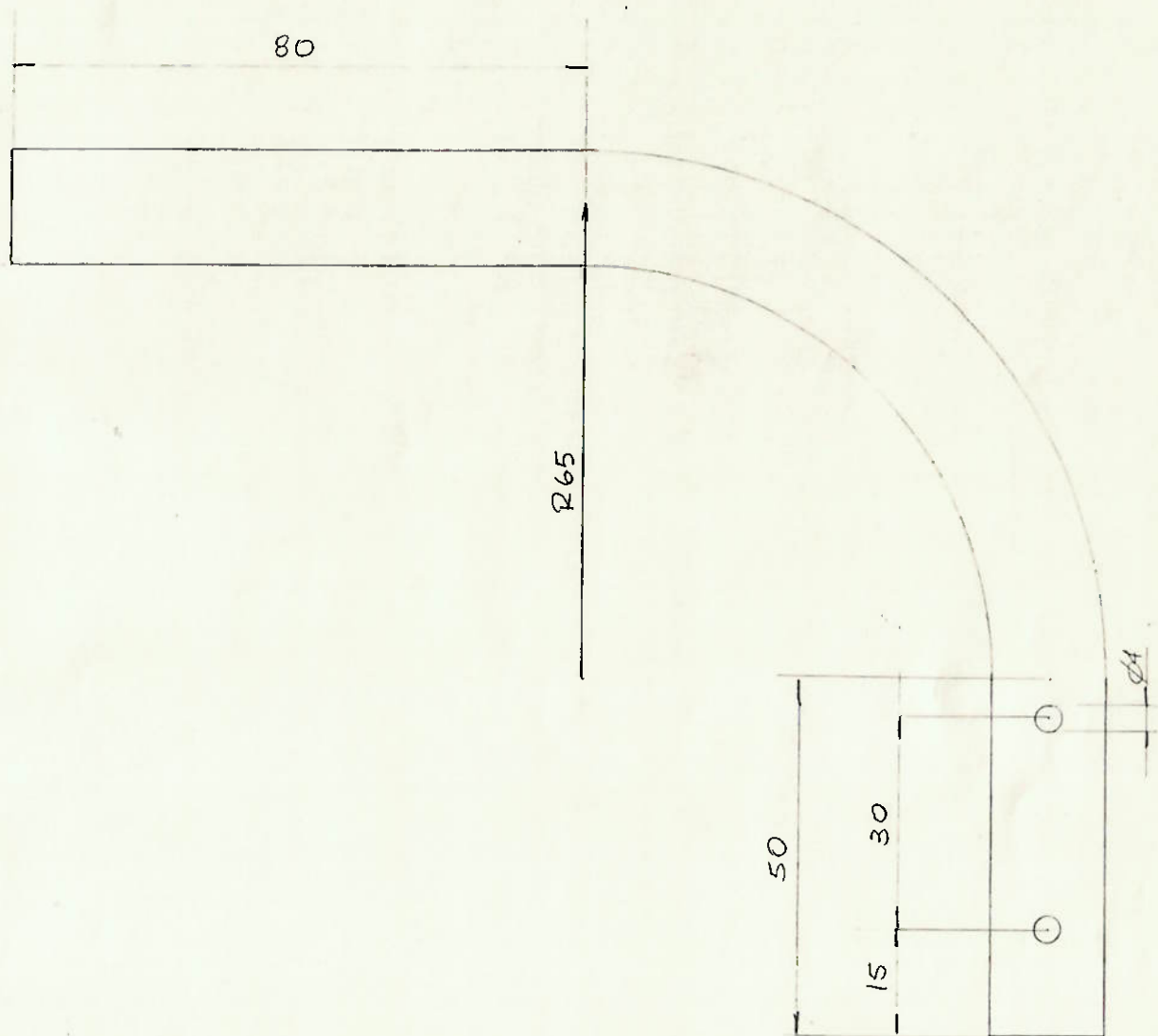
Tolerâncias Gerais: 0,3

Qtd	MATERIAL	Observações
4	Chapa de aço Espessura	Os furos de 19 mm devem ser copiados
2	Tubo de aço	
	V P M	Mecânica Prof. Mancilio
	PMO 581 Projeto Mecânico II	EPUSP
1	Chapa de regulagem dos eixos Traseiros	DL e / 89



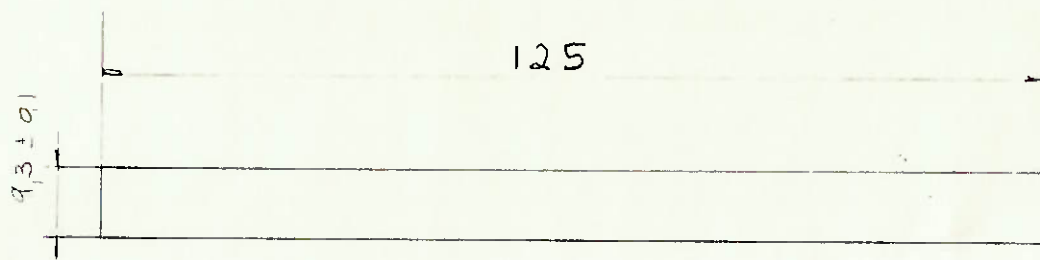
MATERIAL - Al liga 6063

	VPM	MECANICO	Prof. Márcio
PMC-581 Projeto Mecânico II			EPUSP
ESCALA 1:2,5	Subconjunto "Apoio dos braços"	DEZ / 89	



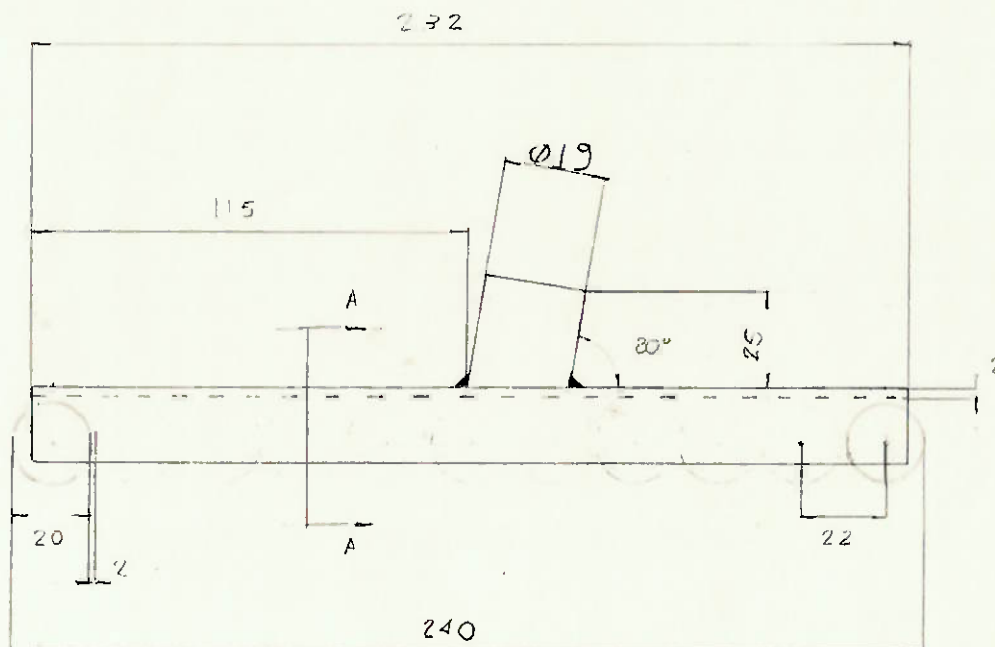
Material AL (Liga 6063)
 tubo $5/8" \times 1/8"$
 $15,875 \times 3,175$

	V P M	MECANICA	Prof. Marcílio
PMC-581	Projeto Mecânico II		EPUSP
ESCALA 1:1	"Apoio dos braços"	DEZ / 89	

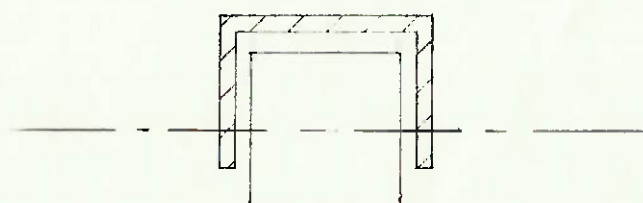


Material : aço SAE 1020

	UPM	MECÂNICA	Prof. Marcilio
	PML-581 Projeto Mecânico II		ETUSP
ESCALA			
1:1	"Apoio dos braços"	DEZ / 89	

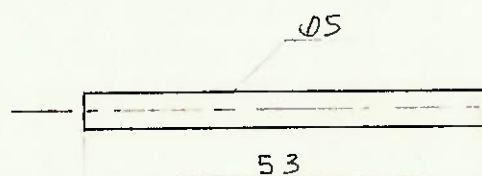
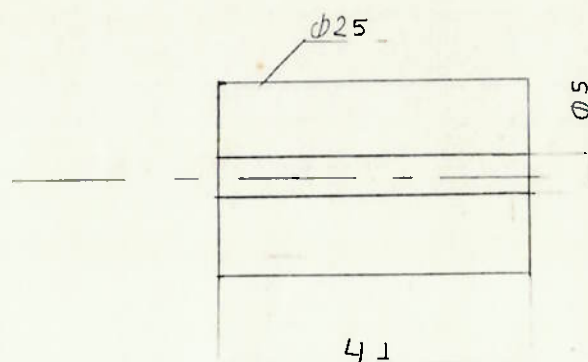


CORTE A-A (ESCALA 1:1)

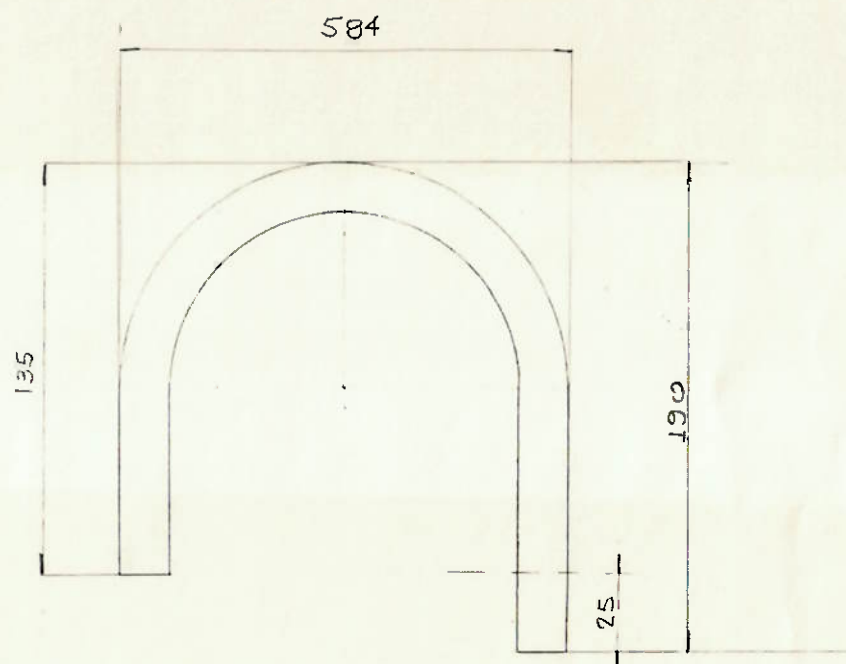


MATERIAL Perfil ALUMINIO
ROLIETES NAYLON

	V P M	MECÂNICA	Prof. Marcílio
	PMC-581 Projeto Mecânico II		EPUSP
1 2	Desenho de Fabricação: Disp. substituição de calçada		DEZ/83



0706	MATERIA L		
18	NAYLON Ø25		
18	Nº 1020 15		
	V P M	MECANICA	Prof MARCILIO
PNC- 581 Projeto Mecanico II			EPUSP
1 1	Polite e Pinos do Trator de subida	DE 2 / 89	



Material: tubo Al (Liga 6063)

$\frac{5}{8} \times \frac{1}{8}$

Quantidade: 2

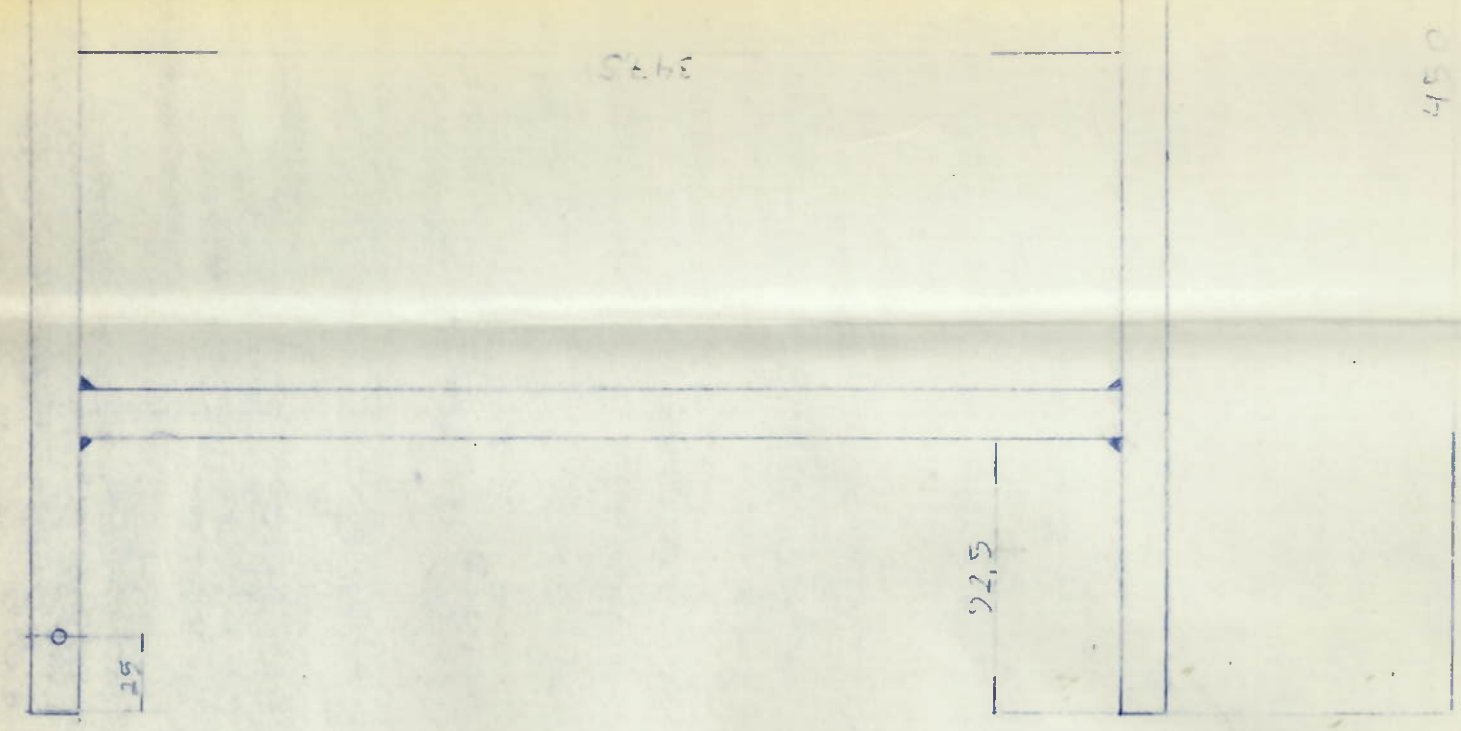
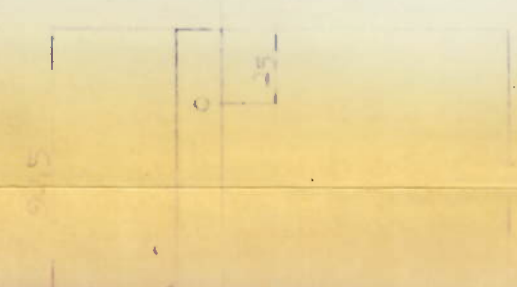
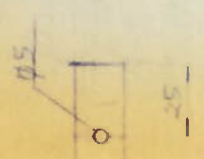
	VPM	MECANICA	Prof. Marcílio
PMC-581 Projeto Mecânico II			UFUSP
ESCALA 1:2,5	Fabricação "Apoio dos pés"	DEZ/89	



Ø 5/8"

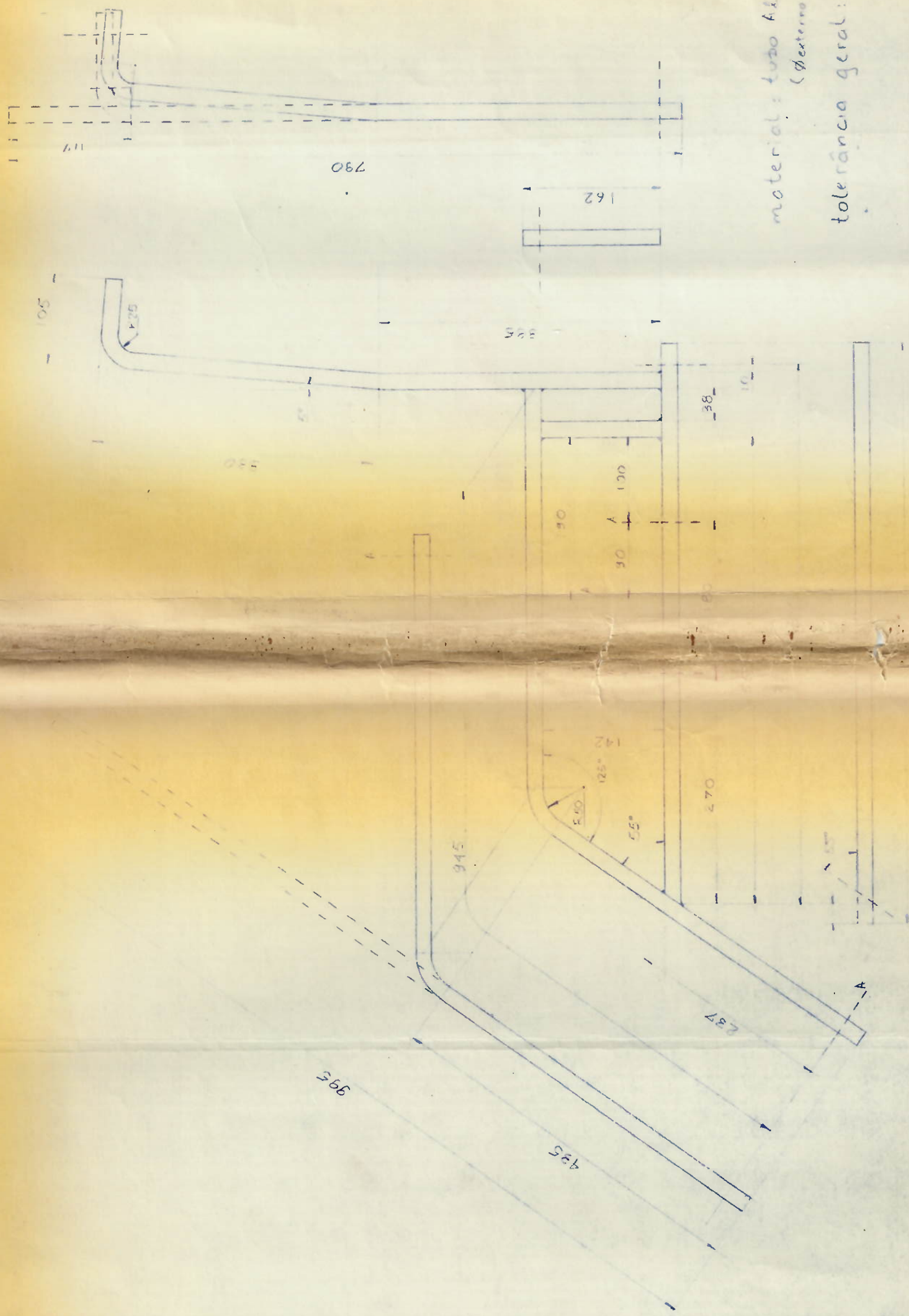


	V P M	MELOAN 12	PAU MAY 1990
216-501	"Projeto Mecâ"	101	1-USD
125	"Assento"		DEC-8



8/5/8"

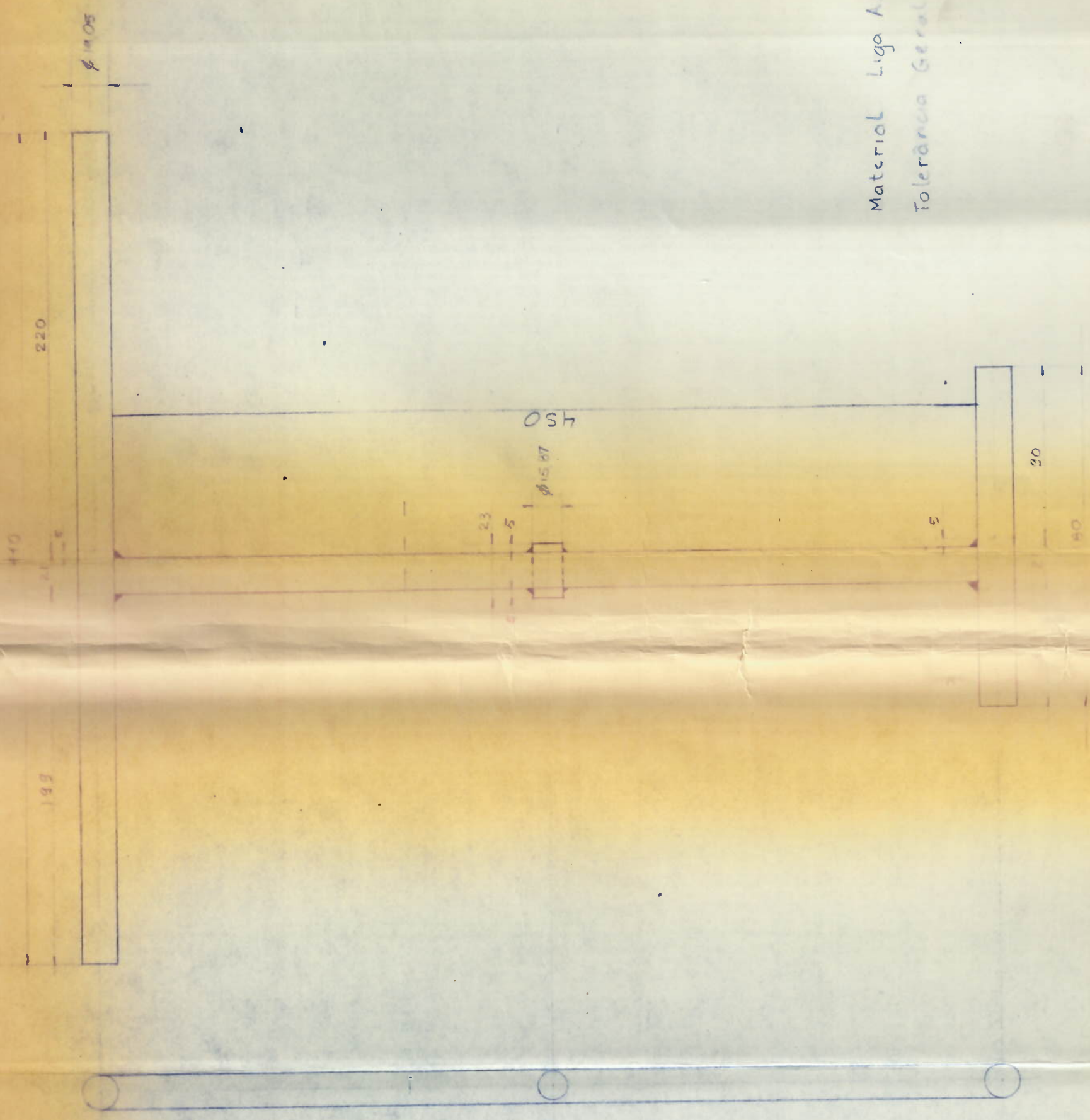
VP M		Material	Rev
2000	Projeto 1422	001	1000
125	"Assento"		000-8



material: tubo Ax (Liga 6063)
(diâmetro 3/4)

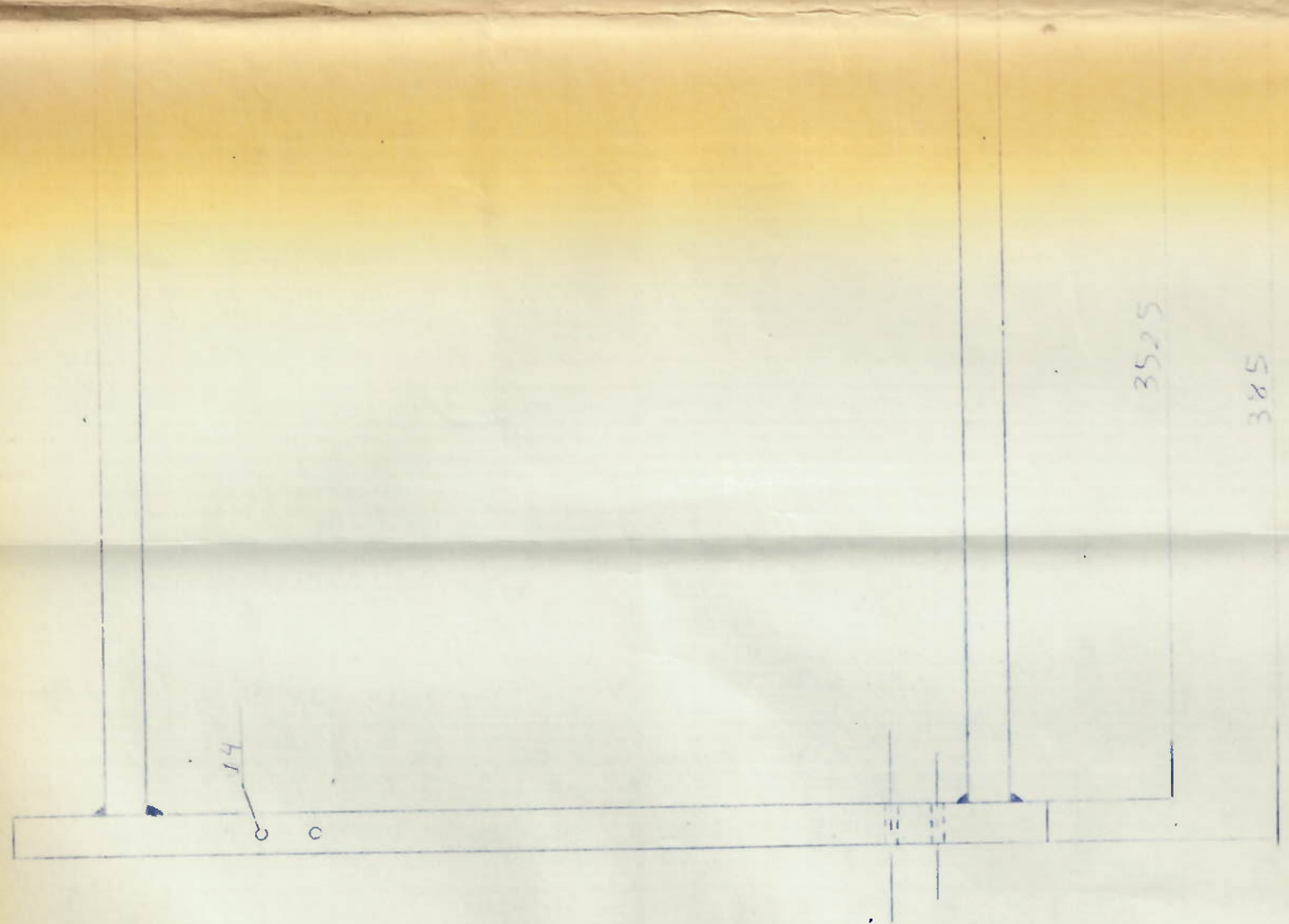
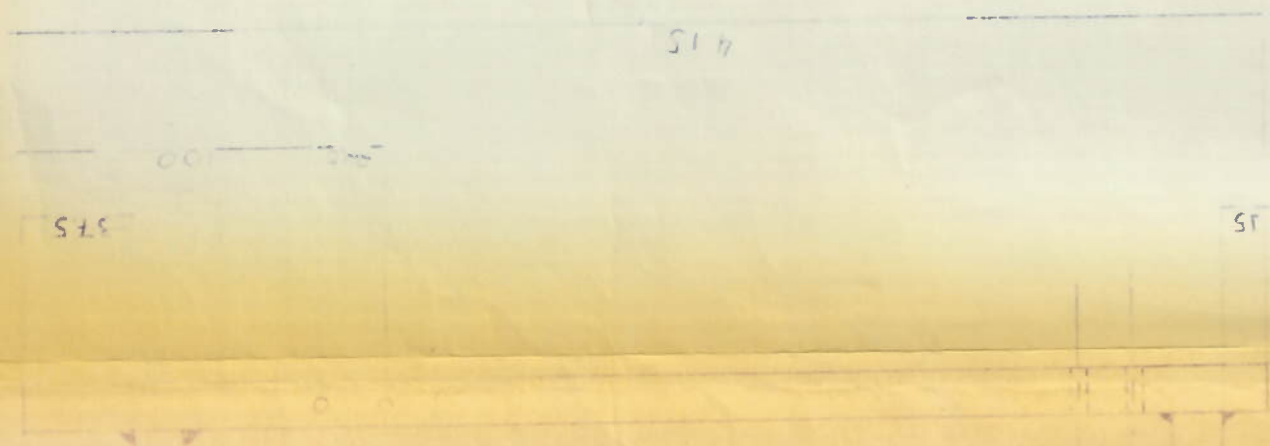
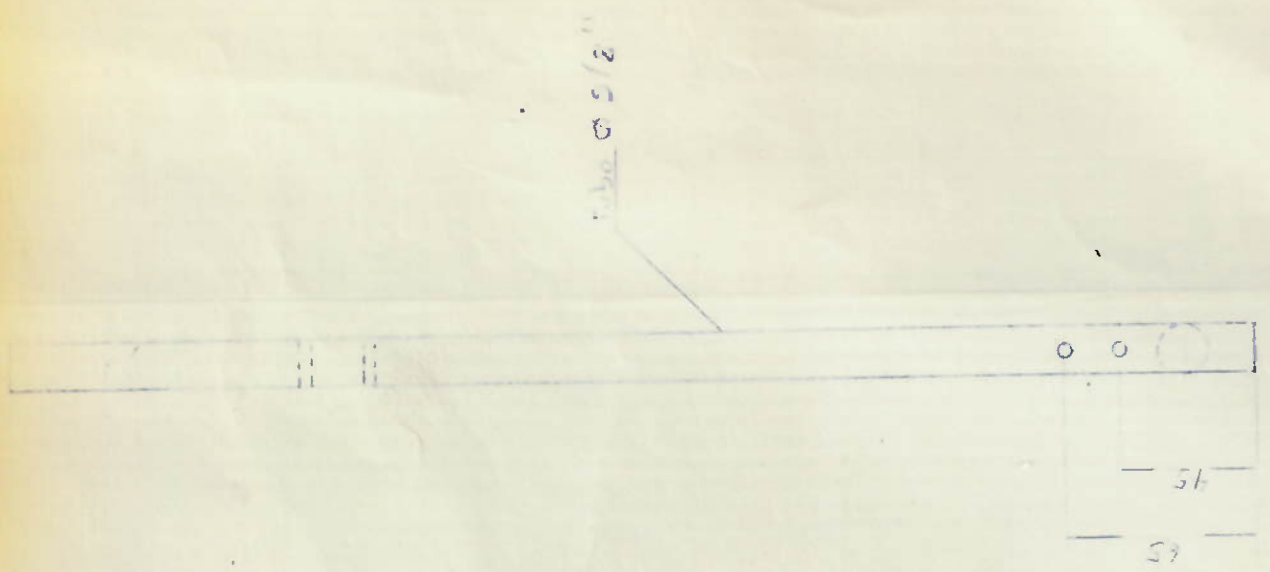
tolerância geral: $\pm 1\text{mm}$

	VPM	Mecânica	Prof. Morillo
PNC-581	Projeto Mecânico II		EPUEP
ESCALA 1:5	Desenho de Fabricação "Estrutura"		DEZ/89

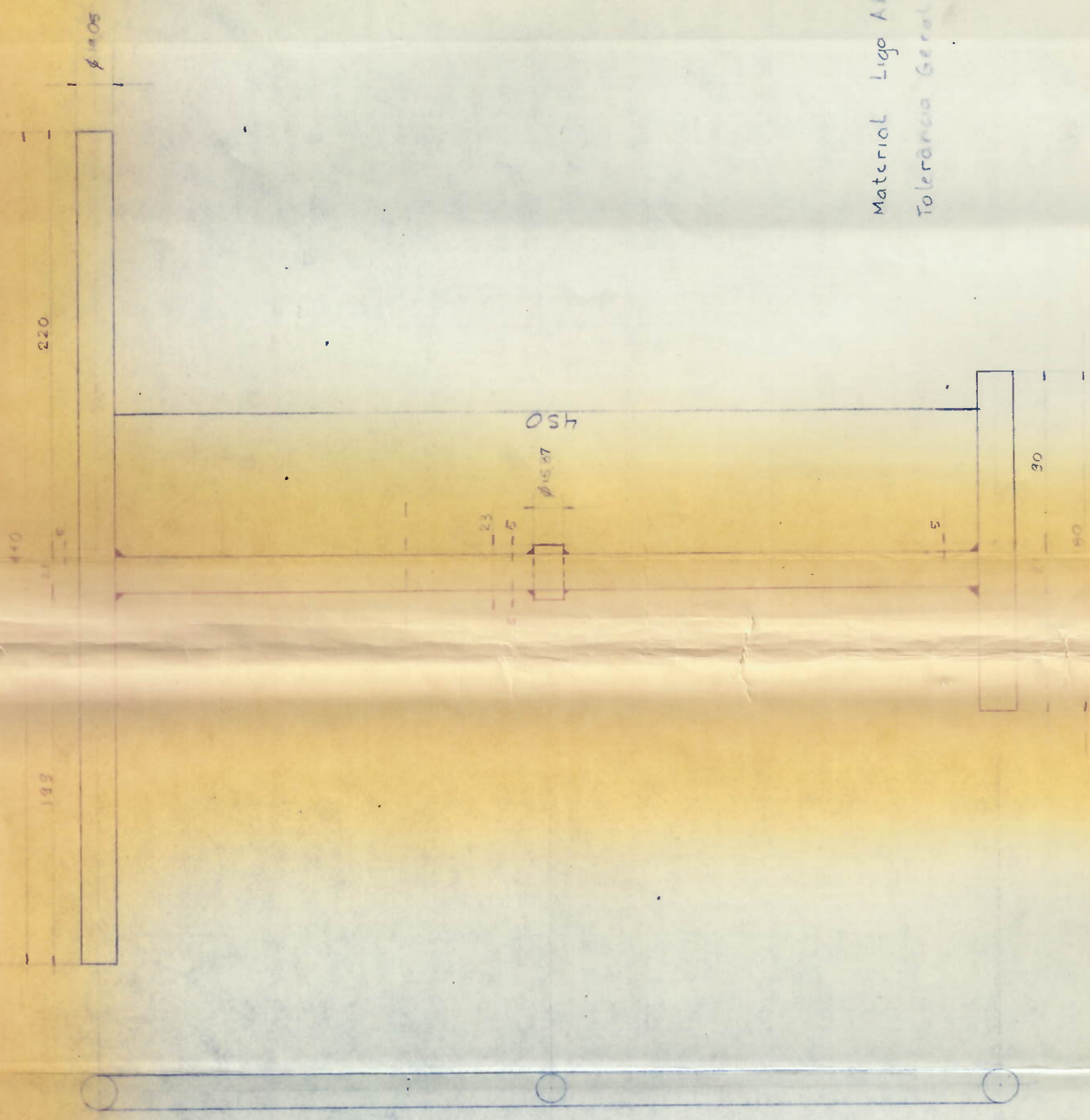


Material Liga AL-6063
Tolerância Geral ± 0.5 mm

VPM		Prof.
PMI-581	Projeto Mecânico	ET-08
ESCALA	Desenho de Fabricação	DET 172
1:2.5	"Cruzeta"	



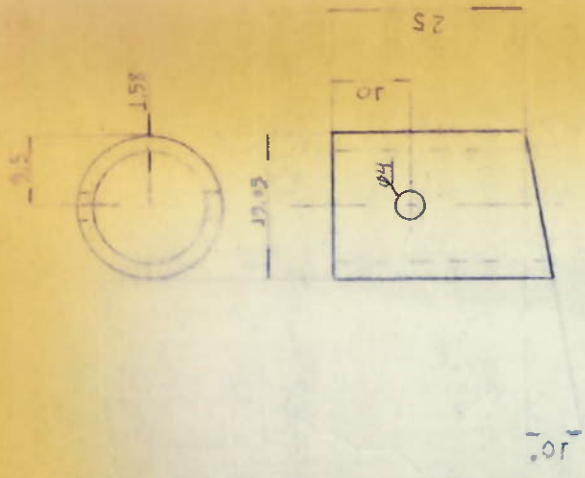
Prof. Mapa	Mecânica	V P M	Projeto Mecânico
125	Encosto	DEZ 189	ENAP



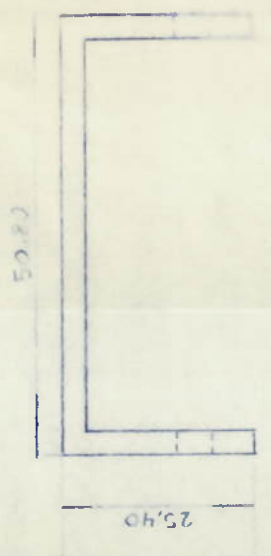
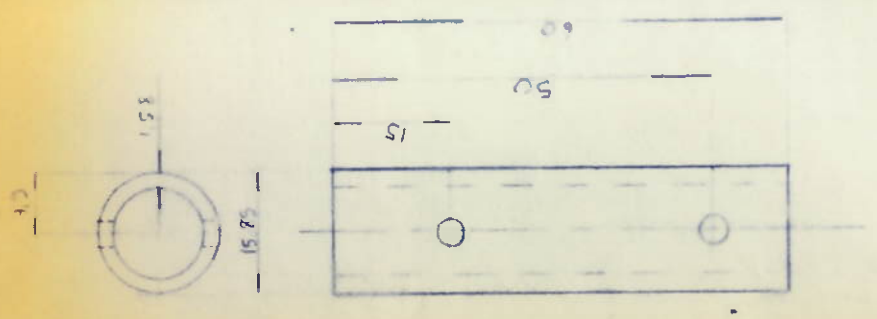
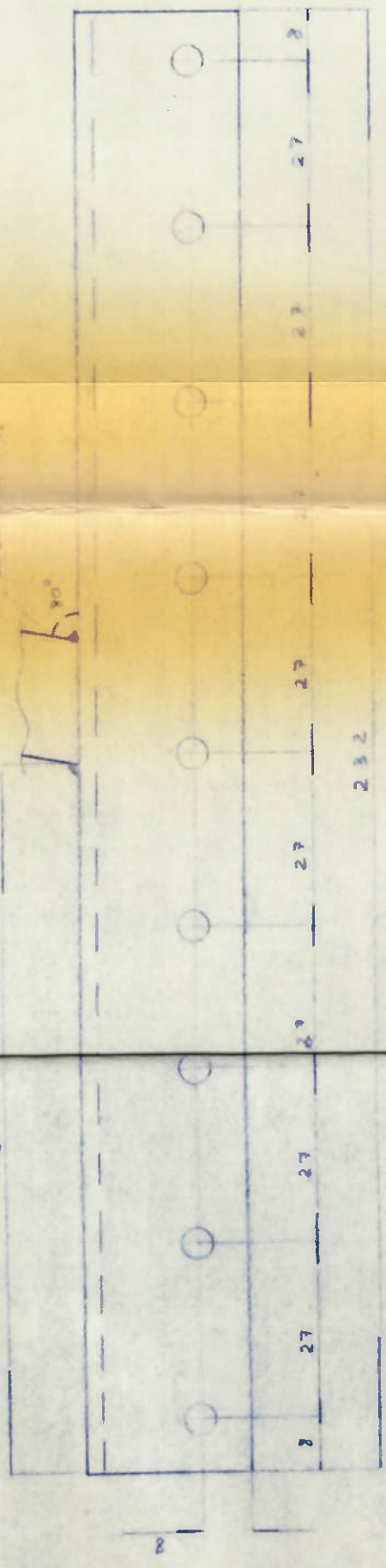
Material Ligo AL-6063
Tolerancia Geral ± 0.5

	VPM	Projeto de Mecânica	Prof. de Mecânica
PM-581			EPUB
ESCALA	1:2.5	Desenho de Fabricação	
		"Cruzeta"	DEZ/92

Subconjunto A



115



Qtd	Material	Qtd	Material	Qtd	Material
2	Tubo em Alumínio 6063				
2	Tubo em Alumínio 6063				
2	Perfil L em Alumínio 6063				
		VPM			
Projeto Mecânico II					
Desenho para subconjunto					
1	desenho - Trazon				

Dec-89



Fun!





-foto
mod'occe'







Photo
w/ride!

