

Pedro Barbosa Rodrigues
Arlindo Figueiredo e Silva

ÍNDICE

NOTAS DE LEITURA.....	3
GLOSSÁRIO DE TERMOS	4
1. TIPOS DE CADEIRAS DE RODAS:	
NOMENCLATURA E DEFINIÇÕES	7
Introdução	7
Tipos de cadeiras de rodas.....	7
Nomenclatura e definições	8
2. DESEMPENHO	9
Introdução	9
Critérios de desempenho	9
Resistência ao rolamento	9
Controlo e manobrabilidade	10
Facilidade de arrumação e transporte.....	11
Segurança	11
Factores que determinam o desempenho	12
Estruturas de cadeiras de rodas	12
Tipos de estrutura	12
Estruturas que possibilitam o fecho no plano vertical	13
Estruturas que possibilitam o fecho no plano horizontal	13
Estrutura rígida	13
Estrutura rígida versus articulada	13
Materiais usados.....	14
Métodos construtivos	15
Sistemas de suspensão da estrutura	15
Inspeção da estrutura	16
Rodas motrizes.....	16
Tipos e materiais dos pneus	17
Desempenho do pneu	17
Tipos de jantes e sua performance relativa.....	19
Posicionamento e fixação das rodas motrizes à estrutura.....	20
Rodízios.....	21
Posicionamento anterior ou posterior dos rodízios	22
Flutuação dos rodízios.....	22
Tipos de rodízios.....	22
Tipo e posicionamento das hastes e garfos	23

3. NORMALIZAÇÃO ANSI-RESNA SOBRE CADEIRAS	
DE RODAS.....	24
Introdução	24
Normas existentes	25
Como são testadas as cadeiras ?	25
Normas de performance.....	26
Peso – ANSI/RESNA Parte 5	26
Estabilidade – ANSI/RESNA Parte 1	27
Durabilidade – ANSI/RESNA Parte 8	28
Manobrabilidade – ANSI/RESNA Parte 5.....	29
Normas de segurança	30
Resistência estática e ao impacto – ANSI/RESNA Parte 8.....	30
Inflamabilidade – ANSI/RESNA Parte 16	32
Travões – ANSI/RESNA Parte 3	32
Normas de medição de dimensões	33
Dimensões globais – ANSI/RESNA Parte 5	33
Dimensões do assento – ANSI/RESNA Parte 7.....	34
4. ADQUIRIR UMA CADEIRA ADAPTADA ÀS SUAS	
DIMENSÕES E CAPACIDADES MOTORAS	35
Introdução	35
Que dimensões deve ter a cadeira	35
Largura do assento	36
Comprimento (ou profundidade) do assento	36
Altura da superfície do assento	36
Altura das costas	37
Distância do assento ao apoio de pés	37
Altura do apoio de braços	37
Distância da frente do apoio de braços até às costas	38
Comprimento do apoio de braços.....	38
Largura entre apoios de braços.....	38
Altura do apoio de cabeça	38
Flexibilidade do utilizador	39
Ângulo entre as pernas e o assento	39
Ângulo do assento	39
Ângulo das costas.....	39
Capacidade motora	40
Diâmetro da roda traseira	40
Diâmetro do aro de tracção	41
Posição horizontal do eixo traseiro	41

5. ENDEREÇOS NA INTERNET	42
Introdução	42
Institutos de normalização	42
Instituições estatais e privadas	42
Fabricantes	43
Vendedores	45
Acessórios	46
REFERÊNCIAS	47

NOTAS DE LEITURA

Este documento é dirigido às pessoas que necessitam de usar, temporária ou permanentemente, uma cadeira de rodas e tem por objectivo informá-las sobre os aspectos relacionados com a utilização e escolha de uma cadeira de rodas manual. A informação contida neste documento pode ainda ter interesse para os profissionais ligados à reabilitação. O documento encontra-se dividido em cinco capítulos:

Tipos de cadeiras de rodas: nomenclatura e definições – apresenta os diferentes tipos de cadeiras de rodas existentes no mercado, particularizando a nomenclatura utilizada para as cadeiras de rodas manuais de uso quotidiano.

Desempenho – analisa diferentes factores que contribuem para o bom desempenho de uma cadeira de rodas. Analisa ainda a relação entre estes factores e os vários componentes de uma cadeira de rodas.

Normas – apresenta um resumo das normas que se aplicam à construção ou utilização de cadeiras de rodas, destacando alguns detalhes de informação que devem estar disponíveis nos catálogos das cadeiras de rodas, com vista à sua correcta selecção.

Adaptação ao indivíduo – Indica quais as dimensões corporais dum utilizador de cadeiras de rodas a ter em consideração para o seu correcto ajuste.

Endereços na Internet – Lista alguns endereços disponíveis na Internet, considerados de interesse para os utilizadores de cadeiras de rodas ou para os profissionais ligados à reabilitação.

Cada capítulo constitui um módulo autónomo que pode ser lido separadamente.

É de todo o interesse que os leitores nos escrevam, fazendo-nos chegar as suas ideias e comentários com vista ao futuro e constante melhoramento deste documento e aos objectivos que orientaram a sua produção.

Podem contactar-nos através do endereço postal:

Eng. Arlindo Figueiredo e Silva
(ou)
Prof. Pedro Barbosa Rodrigues

Instituto Superior Técnico
Departamento de Engenharia Mecânica
Secção de Projecto Mecânico
Av. Rovisco Pais, 1
1049-001 LISBOA

ou através do endereço electrónico:

Arlindo Silva – asilva@alfa.ist.utl.pt
Pedro Rodrigues – pbrpc@alfa.ist.utl.pt

GLOSSÁRIO DE TERMOS

ANSI – American National Standards Institute (Instituto Nacional Americano de Normalização).

Camber – ângulo que as rodas motrizes fazem entre si, na vertical, quando a cadeira é vista de frente.

Cadeira de rodas

Do tipo clássico – cadeira de rodas caracterizada pelo seu aspecto robusto e pesado, geralmente em aço cromado, permitindo o fecho, sem rodas destacáveis, e de baixo custo.

Leve – cadeira de rodas caracterizada pelo seu aspecto atraente, construída em alumínio ou outro material mais leve que o aço, em geral mais manobrável e mais cara que as de tipo clássico.

Componentes da cadeira de rodas

Almofada – acessório a colocar sobre o assento da cadeira, de uso obrigatório ou dispensável, consoante o utilizador.

Apoio de braços – parte da cadeira que serve de apoio e de descanso para os braços do utilizador, podendo ser fixo ou amovível para facilitar as transferências.

Apoio de pernas – parte da cadeira que suporta o peso das pernas do utilizador e as protege contra impactos.

Apoio de pés – parte da cadeira que serve de apoio aos pés do utilizador (por vezes também conhecida como patim), podendo ser fixa à estrutura da cadeira ou amovível.

Aro de tracção – tubo em forma de círculo, acoplado às rodas motrizes para permitir ao utilizador propulsionar a sua cadeira.

Assento – parte da cadeira que suporta o peso do utilizador sentado, dando apoio às coxas.

Costas – parte da cadeira de rodas que serve de apoio às costas do utilizador.

Cruzeta – parte da cadeira em forma de “X”, por baixo do assento, que permite a articulação para o fecho da estrutura.

Cubo da roda – elemento da ligação entre a roda e a estrutura.

Estrutura da cadeira – parte da cadeira que suporta todos os acessórios e componentes da cadeira.

Garfo do rodízio – Parte que liga a roda à haste do rodízio.

Haste do rodízio – parte vertical do rodízio que liga o garfo à estrutura da cadeira ou à placa de fixação do rodízio, permitindo a rotação do garfo.

Jante – parte da roda que suporta o pneu.

Placa de fixação da roda motriz – parte da cadeira que permite fixar a roda motriz à estrutura e ajustar o seu posicionamento na horizontal e/ou na vertical. Pode não estar presente.

Placa de fixação do ângulo do assento – parte da cadeira que permite ajustar o ângulo entre o assento e as costas. Não existente numa cadeira de ângulo fixo.

Placa de fixação dos rodízios – parte da cadeira que permite a fixação e/ou o ajuste dos rodízios à estrutura. Pode não permitir o ajuste, sendo apenas usada para fixação permanente.

Protecção contra impacto – peça opcional, em geral de plástico, para evitar danos (riscos) provocados por impactos na estrutura.

Raios da roda – elementos de ligação entre o cubo da roda e a jante da roda.

Roda motriz (grande ou de tracção) – roda maior da cadeira, posicionada, em geral, atrás.

Rodízio – refere-se à roda propriamente dita ou ao conjunto roda-garfo-haste, colocado, em geral, na frente da cadeira.

Sistema de remoção da roda – sistema alojado no cubo da roda, que permite remover manualmente a roda motriz sem o auxílio de ferramentas. Também conhecido como “quick-release”.

Suporte (ou apoio) do assento – apoios que suportam e ligam o assento da cadeira à estrutura, quando uma cadeira articulada se encontra aberta.

Travão – peça fundamental que permite estacionar a cadeira, sem deslizamento, actuando em geral nas rodas motrizes. Pode ser de accionamento manual por alavanca.

Controlo – ver “manobrabilidade”.

CR – abreviatura de “cadeira de rodas”.

CR’s – abreviatura de “cadeiras de rodas”.

Desempenho da cadeira – é a eficácia com que o seu utilizador pode executar as tarefas do dia-a-dia, por recurso à cadeira.

Durabilidade – capacidade da cadeira resistir ao longo do tempo aos esforços a que está sujeita no seu uso diário.

Estrutura de fecho vertical – estrutura que permite o fecho da cadeira no plano vertical, sendo possível “empurrar” a cadeira fechada.

Do tipo clássico – utiliza uma cruzeta vertical que liga a parte inferior da estrutura ao assento, saindo do tubo do assento, de cada lado da cadeira, um ou dois tubos que deslizam dentro dos tubos da estrutura, permitindo um fecho sempre alinhado com a vertical.

Do tipo “cadeira de realizador” – utiliza o tipo de fecho normalmente usado nas cadeiras de madeira com assento e costas de lona usadas pelos realizadores e produtores cinematográficos. Permite o fecho da cadeira com um número mais reduzido de peças móveis.

Estrutura de fecho horizontal – estrutura que permite o fecho da cadeira no plano horizontal, com rebatimento das costas sobre o banco, ou com rebatimento das costas e dos apoios de pernas e apoios de pés sobre o banco.

Estrutura rígida – estrutura que não permite o fecho da cadeira, ou seja, que não possui articulações.

Flutuação dos rodízios – vibração do rodízio em torno da haste, particularmente visível quando a cadeira de rodas rola com alguma velocidade.

ISO – International Organization for Standardization (Organização Internacional para a Normalização).

Manobrabilidade – facilidade com que uma cadeira de rodas pode ser manobrada e/ou ser rodada em torno do seu eixo de rotação.

Ocupante – ver “utilizador”.

Pneu maciço – pneu sem câmara de ar, feito de um único material maciço ou com um rasto preenchido com espuma, para evitar furos.

“Quick-release” – ver sistema de remoção da roda.

Rigidez da estrutura – maior ou menor facilidade com que a estrutura se deforma quando sujeita aos esforços da utilização diária da cadeira.

Resistência ao rolamento – força que é necessário exercer sobre a cadeira para que esta, quando em movimento num plano horizontal, mantenha a sua velocidade (não desacelere).

RESNA – Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America (Sociedade Norte-Americana de Ajudas Técnicas e Engenharia de Reabilitação).

Roda pneumática – roda constituída por um rasto de borracha e por uma câmara de ar entre o rasto e a jante, que se encontra a uma pressão superior à atmosférica.

Transferência – acto de entrar ou sair da cadeira, com ou sem auxílio de terceiros.

Utilizador – pessoa que ocupa e utiliza a cadeira de rodas.

TIPOS DE CADEIRAS DE RODAS: NOMENCLATURA E DEFINIÇÕES

Introdução

Uma cadeira de rodas (CR) pode ser considerada como uma extensão do corpo do seu utilizador, na medida em que lhe possibilita efectuar tarefas que de outra forma lhe estariam vedadas. Existem inúmeros modelos de CR's de modo a desempenharem uma grande variedade de tarefas. A sua diversidade torna difícil falar de uma CR sem dizer, à partida, de que tipo de cadeira se trata.

A nomenclatura associada às CR's encontra-se perfeitamente normalizada na língua inglesa mas, na língua portuguesa, não existe nenhum glossário (pelo menos do conhecimento dos autores) que descreva exaustivamente uma CR, atribuindo um nome inequívoco a cada componente.

Neste capítulo tentar-se-á uniformizar o vocabulário associado às CR's dando simultaneamente uma panorâmica geral dos tipos de CR's existentes no mercado, a nível mundial.

Tipos de cadeiras de rodas

Como referido, as CR's variam consoante a aplicação a que se destinam. Neste capítulo serão apresentados alguns tipos de CR's mais frequentemente utilizados.

Começaremos por aquela a que passaremos a designar por CR do tipo clássico (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Estas cadeiras caracterizam-se pelo seu aspecto robusto, são quase sempre em aço cromado, podem-se fechar, e não têm rodas de tracção destacáveis.

Estas características resultam numa cadeira pesada mas de baixo custo, razão pela qual é frequentemente adquirida mesmo em situações de utilização diária da CR.

Estas cadeiras adaptam-se facilmente a quase todas as situações, razão porque são muito usadas em hospitais, aeroportos e outros serviços públicos.

Para a mesma intensidade de aplicação (quotidiana) existem outros tipos de CR's, em geral construídas em materiais mais leves, como o alumínio, que podem ser rígidas ou dobráveis. A **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** e a **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** mostram exemplos destes tipos de cadeiras.

São cadeiras associadas a pessoas de espírito jovem que privilegiam a mobilidade, estando disponíveis em cores vivas. Apresentam basicamente a mesma funcionalidade que as cadeiras clássicas, mas são muito mais leves e manobráveis. Quase todas apresentam a possibilidade de remover as rodas de tracção, o que facilita o seu armazenamento e manuseamento, por exemplo, para arrumação num carro [1,2].

A **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** mostra uma CR com suspensão nas quatro rodas destinada a uma utilização em terrenos acidentados. A **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** mostra outra variante de CR, movida através de uma pedaleira acoplada a uma única roda dianteira, servindo as rodas traseiras apenas de apoio à locomoção, desenvolvida para responder a requisitos de utilização ligados a uma vida ao ar livre.

Existem ainda CR's totalmente adaptadas não a aplicações atípicas, mas a dimensões atípicas do utilizador, por exemplo, a crianças. São cadeiras semelhantes às de adulto, de dimensões melhor adaptadas aos utilizadores a que se destinam.

Da mesma forma, existem CR's especialmente concebidas para uma utilização exclusivamente domiciliária. A **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** mostra uma cadeira destinada a uma pessoa que, não podendo mover-se pelos seus próprios meios, dispensa o uso de rodas grandes atrás com aro de tracção, sendo por isso menos comprida e com maior manobrabilidade.

As CR destinadas ao desporto apresentam características próprias consoante a modalidade a que se destinam. Aqui a diversidade é ain-

da maior, mas as CR's têm no entanto vários aspectos em comum: um ângulo de camber bastante elevado, rodízios de pequena dimensão, estruturas rígidas, costas muito baixas, comprimento reduzido e, por vezes, apenas um rodízio à frente.

Apenas como exemplo a **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** mostra uma cadeira de atletismo [3] e a **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** mostra uma CR de basquetebol.

Nomenclatura e definições

Uma CR é constituída por diversos componentes que serão referidos sistematicamente ao longo deste texto e cuja localização, função e designação serão explicadas neste capítulo. As normas europeias ISO e as normas americanas RESNA incluem um glossário de termos descritivos dos componentes de uma CR [4,5]. Os autores desconhecem qualquer compilação de termos técnicos sobre cadeiras de rodas em língua portuguesa.

A **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** mostra os principais componentes de uma cadeira de rodas e as suas designações utilizadas ao longo deste texto. Um glossário de termos também contido neste documento completa o texto.

Da observação das figuras anteriores, pode ajuizar-se da diversidade de CR's disponíveis no mercado. Contudo, em todas elas, determinados componentes repetem-se ou são sempre muito semelhantes. As rodas motrizes, por exemplo, quando existem, são sempre de tama-

nho apreciável e quase sempre estão colocadas atrás. Os aros de tracção também estão sempre presentes, variando em diâmetro de cadeira para cadeira.

Os rodízios, embora variando muito em tamanho, são de dimensões muito menores que as rodas de tracção e são quase sempre colocados à frente.

Os apoios de pernas estão sempre presentes, quer incorporados na própria estrutura da CR, quer independentes e destacáveis. Os apoios de pés também são uma constante, incorporados rigidamente na estrutura, oscilantes ou destacáveis, para facilidade de transferência, ou ainda como peça única para os dois pés.

Há outros componentes que nem sempre estão presentes, como os apoios de braços ou as pegadas. As próprias costas das CR's podem apresentar dimensões muito diversas, variando em altura e inclinação.

O componente das CR's que apresenta mais variações é, contudo, a sua própria estrutura, ou seja, o corpo da cadeira, ao qual todos os componentes se ligam [6]. A estrutura é determinada pela função mais relevante a desempenhar pela cadeira. Existem três tipos básicos de estruturas:

- ❑ Estruturas que possibilitam o fecho no plano vertical
- ❑ Estruturas que possibilitam o fecho no plano horizontal
- ❑ Estruturas rígidas

As estruturas que possibilitam o fecho no plano vertical podem ainda dividir-se em dois grupos. As que possuem um fecho do tipo clássico e as que possuem um fecho do tipo "cadeira de realizador".

A estrutura de fecho vertical do tipo clássico (ver a **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, a **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** e a **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**) consiste numa cruzeta vertical que liga a parte inferior da estrutura ao assento, saindo depois dois tubos verticais de cada lado do assento (ver destaque da **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**), que deslizam dentro dos tubos da estrutura, permitindo o fecho da CR sempre alinhado com a vertical.

A estrutura de fecho vertical tipo “cadeira de realizador” (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**) permite o fecho da cadeira de rodas com um número mais reduzido de peças móveis (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**) e sem recurso ao sistema de tubos deslizantes. Estas cadeiras, por fecharem em forma de harmónio, apresentam sempre alguma folga no tecido das costas o que pode ser uma desvantagem para alguns utilizadores.

A estrutura de fecho horizontal permite o rebatimento das costas sobre o banco (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**) e, em alguns casos, o rebatimento dos apoios de pernas para baixo do assento (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

As estruturas totalmente rígidas encontram-se quase exclusivamente nas cadeiras de desporto (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Praticamente todas as cadeiras de utilização quotidiana conhecidas como “rígidas”, oferecem, na realidade, a possibilidade de rebatimento das costas sobre o banco.

2

DESEMPENHO

Introdução

Uma cadeira de rodas (CR) é uma ajuda técnica necessária a pessoas que perderam, temporária ou permanentemente, o uso dos membros inferiores. O bom desempenho de uma CR mede-se pela forma como reduz os constrangimentos do seu utilizador e pela sua adequação a cada tipo de situação [7]. É claro que o conceito de bom desempenho varia consoante os hábitos e limitações do utilizador e conforme a utilização a que a CR se destina.

Neste capítulo apresenta-se o conceito de desempenho e os factores que o afectam, para CR's de utilização quotidiana (as mais representativas). Em seguida, mostra-se como estes factores são dependentes dos componentes que constituem a cadeira, nomeadamente: a estrutura, o material utilizado na estrutura, as rodas motrizes e os rodízios.

Os conceitos aqui apresentados e discutidos também são, em parte, aplicáveis a outros tipos de CR. Ao longo do texto apresentam-se várias tabelas resumo, explicando como cada componente de uma CR influencia cada critério de desempenho.

Critérios de desempenho

O desempenho de uma CR para utilização quotidiana, quando definido numa perspectiva de mobilidade, é a eficácia com que o seu utilizador pode executar as tarefas do seu dia-a-dia.

O desempenho de uma cadeira de rodas depende da sua concepção e do tipo de componentes utilizados no seu fabrico. Assim, frequentemente, um modelo de CR é um compromisso entre variáveis de projecto, maximizando um determinado critério de desempenho [8] mas, em contrapartida, registando uma perda de desempenho segundo outro critério.

Na ausência de um critério normalizado para quantificar o desempenho de uma CR, os mais frequentemente utilizados para o avaliar são:

- ❑ Resistência ao rolamento;
- ❑ Controlo e manobrabilidade;
- ❑ Facilidade de arrumação e transporte;
- ❑ Segurança.

Resistência ao rolamento

A resistência ao rolamento é igual à força necessária para manter em movimento uma CR, numa trajectória recta e horizontal. A resistência ao rolamento é dependente da superfície onde rola a CR, do peso do conjunto da cadeira com o seu ocupante, da distribuição do peso entre as rodas de tracção e os rodízios, do alinhamento entre as rodas, do material de que são feitos os pneus, do seu diâmetro e espessura e do atrito nos veios das rodas e rodízios.

A **superfície onde a CR rola** faz aumentar tanto mais a resistência ao rolamento quanto maior for a sua rugosidade e menor a sua dureza. Por exemplo, é mais difícil movimentar uma CR num passeio público empedrado do que no alcatrão de uma estrada. A dureza da superfície também é importante: por exemplo, é quase impossível movimentar uma CR em cima de areia.

O **peso da CR** tem uma contribuição marginal para a resistência ao rolamento: por exemplo, duplicando o peso da cadeira de rodas e mantendo o peso do utilizador, o aumento de resistência ao rolamento não ultrapassa os 8%. Contudo, o seu contributo é importante para iniciar o movimento ou para a paragem da CR, devido à maior inércia de uma CR pesada.

A **distribuição de peso entre as rodas de tracção e os rodízios** tem um papel crucial na resistência ao rolamento. Uma maior incidência de peso sobre as rodas de tracção diminui a resistência ao rolamento.

Muito mais importantes são o **material de que são feitos os pneus** e a sua pressão, no caso de rodas pneumáticas, ou a sua dureza, no caso de rodas em borracha ou plástico maciços. Assim, a resistência ao rolamento aumenta com a diminuição da pressão das rodas pneumáticas (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**) e com o uso de pneus maciços.

A resistência ao rolamento aumenta com a diminuição do **diâmetro dos pneus** e com o aumento da **espessura dos pneus**.

O **desalinhamento entre as rodas**, resultado de um desalinhamento da estrutura da CR, aumenta muito a resistência ao rolamento, sendo porventura o factor mais importante de todos os aqui focados. Este desalinhamento das rodas pode ter origem no aparecimento de folgas

na estrutura da CR após utilização prolongada ou numa reduzida qualidade de construção da CR.

O **atrito nos veios** das rodas e dos rodízios também aumenta a resistência ao rolamento, podendo ter origem no uso de rolamentos de fraca qualidade ou numa manutenção descuidada de rolamentos não blindados.

Controlo e manobrabilidade

Considera-se manobrabilidade como a facilidade com que uma CR pode ser manobrada e/ou ser rodada em torno do seu eixo de rotação (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

Existem várias maneiras de fazer rodar uma CR: uma roda de tracção a rodar mais depressa que outra, uma roda parada e outra a rodar, ou cada roda a rodar em sentidos diferentes.

A rotação da CR, implica o prévio alinhamento dos rodízios através da rotação em torno da haste (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). A manobrabilidade é por isso função de duas componentes, uma relacionada com as rodas de tracção e a outra relacionada com os rodízios.

Em termos práticos, para tornar uma CR mais manobrável, é necessário distribuir maioritariamente o peso da CR e do seu ocupante sobre as rodas motrizes, reduzindo a percentagem do peso que é suportada pelos rodízios (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Esta distribuição de pesos é conseguida pelo posicionamento da roda traseira mais à frente na estrutura da CR.

A distribuição de peso entre as rodas de tracção e os rodízios também afecta o controlo da CR. Com o peso maioritariamente distribuído nas rodas de tracção consegue-se que a CR seja mais fácil de conduzir em superfícies inclinadas, reduzindo a tendência da CR para seguir o declive descendente (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

Verifica-se assim que o controlo e manobrabilidade da CR são significativamente melhorados com o peso maioritariamente distribuído sobre as rodas de tracção. Contudo, esta distribuição de peso origina

uma maior tendência para a instabilização, quando a CR sobe um declive [9].

A instabilização é a tendência que a cadeira tem para cair para trás, ou de “fazer um cavalinho” [10,11] (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Esta estabilidade está associada ao eixo de inclinação (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

O controlo e manobrabilidade de uma CR é portanto inversamente proporcional à sua estabilidade.

A estabilidade lateral da CR também é importante quando se atravessa um declive. A estabilidade em relação ao eixo de rolamento é aumentada, baixando o centro de gravidade e introduzindo camber [12] nas rodas de tracção (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

A introdução de camber nas rodas de tracção aumenta a largura da CR apenas ao nível do chão. A introdução de camber facilita ainda a operação de empurrar o aro de tracção [13], uma vez que este fica mais próximo do corpo do ocupante e os seus braços ficam paralelos ao aro de tracção (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

A largura total da cadeira deve ser mantida o mais pequena possível para permitir uma maior acessibilidade da CR a espaços de mais difícil acesso, pelo que o camber também não deve ser demasiado, sob pena de comprometer a acessibilidade.

Por fim, o controlo e manobrabilidade da CR são fortemente dependentes da rigidez da estrutura da CR. Quanto mais rígida for a estrutura duma CR, mais fácil será controlá-la e manobrá-la. Em princípio, uma cadeira que pode ser fechada será sempre menos rígida que uma cadeira que não se fecha.

Facilidade de arrumação e transporte

Dois factores são determinantes na capacidade de arrumação e transporte da CR: a dimensão da CR quando fechada e o peso mínimo da CR. O peso mínimo será o da cadeira total, se nenhuma das

partes for amovível, ou o peso da estrutura sem as rodas de tracção, no caso destas serem destacáveis.

A Tabela 1 mostra as gamas de valores habituais para estes factores, para cadeiras com rodas de tracção pneumáticas destacáveis e com a possibilidade de fecharem. Estes valores são apenas indicativos e não abrangem todos os tipos de CR disponíveis no mercado.

Como é óbvio, a CR que tiver o menor peso e as menores dimensões quando fechada, será aquela que mais facilmente pode ser arrumada ou transportada.

	Peso Total (kg)	Peso estrutura	Peso Rodas tr.	Largura fechada	Compr. fechada
Clássica	25	15	5	27cm	110cm
Leve	6 - 13	1 - 8	5	25cm	110cm

Tabela 1: Valores típicos de dimensões e pesos de cadeiras de rodas

Segurança

A segurança é um dos factores primordiais na escolha de uma CR [14], podendo ser caracterizada por diversos factores. Os mais importantes são a resistência estática e ao impacto, a inflamabilidade dos materiais de construção e a eficácia dos travões.

A resistência estática de uma CR é a sua capacidade de resistir ao peso do seu ocupante e/ou a determinados movimentos que este possa executar.

A resistência ao impacto é a capacidade que a CR tem de resistir a esforços tais como o embate de um rodízio num passeio, a queda da cadeira sobre a roda de tracção, embates no assento e nas costas, por movimento do utilizador, e choques do aro de tracção, por exemplo, com soleiras de portas.

A inflamabilidade é a facilidade com que qualquer componente da CR pode começar a arder na presença de uma fonte de ignição como, por exemplo, uma ponta de cigarro.

A eficácia dos travões deve ser tal que, quando actuados, a CR não se deva deslocar. Esta característica é fundamental nas transferências de e para a CR, ou no estacionamento da mesma.

A segurança será máxima quando a resistência estática, a resistência ao impacto e a eficácia dos travões forem máximas e a inflamabilidade for mínima.

A recordar sobre o desempenho de uma cadeira de rodas

1. A resistência ao rolamento é influenciada pelo material, diâmetro e espessura das rodas, pelo seu alinhamento, pelo peso total (cadeira+ocupante) e sua distribuição e pela rugosidade e dureza da superfície do terreno onde a cadeira se desloca.
2. O controlo e manobrabilidade são influenciados pela posição do centro de gravidade do conjunto cadeira de rodas-utilizador em relação aos três eixos principais da cadeira: o de rotação, o de rolamento e o de inclinação. A rigidez da cadeira é de grande importância para o controlo e manobrabilidade da cadeira, estando associado ao tipo de estrutura da cadeira.
3. A facilidade de arrumação e transporte está relacionada com as dimensões da cadeira de rodas, quando fechada, e com o seu peso.
4. A segurança de uma cadeira de rodas está relacionada com a resistência estática e ao impacto, com a inflamabilidade dos seus componentes e com a eficácia dos seus travões.

Factores que determinam o desempenho

Os factores que determinam o desempenho têm directamente a ver com os diversos componentes de uma CR [8,15]. Estes componentes podem dividir-se em três grandes grupos:

- ❑ A estrutura
- ❑ As rodas motrizes
- ❑ Os rodízios

Em seguida foca-se separadamente cada um destes componentes.

Estruturas de cadeiras de rodas

A estrutura é a parte da CR que suporta o peso do utilizador e onde estão ligadas as rodas, os rodízios, os apoios de pés e braços, o assento e as costas.

A grande maioria das estruturas é fabricada em aço ou em alumínio, em geral soldado, apresentando ou não a possibilidade de fecho para arrumação e transporte. Existem inúmeros tipos de estruturas, correspondendo a diferentes tipos de utilização, tais como: cadeiras para uso diário, de corrida, de ténis, de basketball, etc.

No âmbito deste documento discutem-se fundamentalmente os modelos de CR para uso diário, com rodas de tracção atrás e rodízios à frente. Para obter informação relativa a outros tipos de CR, sugere-se a consulta dos endereços de Internet indicados no final deste livro.

Tipos de estrutura

Podem assim dividir-se as estruturas em 3 grandes tipos:

- ❑ Estruturas que possibilitam o fecho no plano vertical

- ❑ Estruturas que possibilitam o fecho no plano horizontal
- ❑ Estrutura rígida

Cada um destes tipos de estrutura tem as suas particularidades, afectando grandemente o desempenho da CR.

Estruturas que possibilitam o fecho no plano vertical

Existem dois tipos de fecho vertical: o fecho vertical clássico e o fecho vertical tipo cadeira de realizador. A diferença entre estes dois tipos de fecho está esquematizada na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** e pode ver-se em cadeiras reais na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** para o tipo clássico e na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** para o tipo cadeira de realizador, tendo sido explicado no capítulo 1.

Os dois braços articulados do tipo clássico encontram-se nas cadeiras de aço clássicas e permitem o fecho da cadeira mantendo as estruturas laterais sempre paralelas.

O tipo cadeira de realizador, que em geral se encontra nas mais actuais cadeiras de alumínio, tem menos partes móveis e leva as estruturas laterais da cadeira a descreverem um ângulo com a vertical durante o fecho (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

Estes dois tipos de articulação, sendo aparentemente muito semelhantes, divergem em dois aspectos: no peso, sendo mais pesado o tipo clássico por ter maior número de peças; e na folga necessariamente existente no pano das costas numa cadeira com articulação do tipo cadeira de realizador, pelo facto de durante a abertura e fecho da cadeira haver uma altura em que a distância entre os dois tubos das costas estão mais afastados que na posição totalmente aberta. Se não existir esta folga, a cadeira poderá não abrir nem fechar convenientemente [16].

Por vezes, o fecho do tipo cadeira de realizador apresenta folgas, levando a um comportamento pouco rígido da estrutura e a um maior esforço do ocupante para movimentar a CR. Devido a estas folgas, a estrutura da cadeira pode apresentar desalinhamentos no plano vertical (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**) e no pla-

no horizontal (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

Existe a possibilidade de a CR ter duas cruzetas verticais em vez de uma só. O sistema de duas cruzetas é em geral usado apenas com o fecho do tipo cadeira de realizador por, aparentemente, oferecer mais rigidez. O problema de falta de rigidez seria ultrapassado se os apoios dos braços articulados fossem rígidos e não flexíveis, como se verifica em algumas cadeiras que usam duas cruzetas. De facto, se estes apoios (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**) forem rígidos, as folgas inerentes ao fecho do tipo cadeira de realizador são anulados [17].

Estruturas que possibilitam o fecho no plano horizontal

Algumas estruturas que rebatem as costas sobre o assento são apelidadas de rígidas. Uma estrutura que possibilita o fecho no plano horizontal permite a remoção, pelo menos, das rodas de tracção.

Uma CR que fecha totalmente na horizontal pode ver-se na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, correspondendo à cadeira já apresentada anteriormente na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** Esta cadeira dobra-se totalmente sobre o assento: as costas rebatem assim como os apoios de pernas. A solução mais comum, porém, é o rebatimento simples das costas sobre o assento.

Estrutura rígida

Este tipo de estruturas está praticamente restringido às CR de competição, embora geralmente também sejam conhecidas como rígidas as CR que rebatem as costas sobre o assento. Pode ver-se uma cadeira deste tipo, na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** Nestes casos é normal os apoios de pernas serem amovíveis, para facilitar o transporte da estrutura fechada.

Estrutura rígida versus articulada

O conceito da estrutura articulada surgiu com a necessidade de transporte e arrumação da CR's.

O conceito de estrutura rígida desenvolveu-se a partir das cadeiras de desporto, onde o utilizador procura um peso mínimo e uma grande rigidez da estrutura, sendo a arrumação e transporte um problema secundário.

A mudança dos hábitos diários dos utilizadores de CR's e a introdução de alterações profundas em automóveis, para a condução por pessoas com deficiências, aliadas a alterações na própria concepção da CR reduziram, em parte, a necessidade da estrutura articulada.

Característica	Resistência ao rolamento	Controlo e manobrabilidade	Arrumação e transporte
Fecho vertical tipo clássico	+	-	+
Fecho vertical tipo cadeira de realizador	+	-	+
Fecho horizontal	-	+	+
Estrutura rígida	-	+	-

Tabela 2: Comparação entre tipos de estruturas

É intuitivamente percebido que uma estrutura rígida requer menos esforço por parte do utilizador para a sua propulsão do que uma estrutura articulada. Embora este aspecto não tenha sido quantificado, é fisicamente perceptível que, quanto mais partes móveis e pinos de articulação uma estrutura tiver, mais fácil será o aparecimento de folgas, diminuindo a rigidez total da CR e aumentando o esforço necessário à sua propulsão. Aliado a isto, e para o mesmo material de construção, uma estrutura articulada é sempre mais pesada que uma estrutura rígida, por possuir mais peças, independentemente do material em que é feita e das opções que engloba [18].

A Tabela 2 mostra a comparação entre os tipos de fecho, no que diz respeito a três parâmetros de desempenho.

Materiais usados

Os materiais mais comuns ainda hoje usados na construção da estrutura de CR's são o **aço** e o **alumínio**.

O aço, é um material de muito baixo custo e de fácil soldadura, mas requer um tratamento para evitar a corrosão: este tratamento pode ser uma cromagem ou uma pintura.

O alumínio é resistente à corrosão, podendo ser pintado ou anodizado, mas possui menor soldabilidade. As ligas de alumínio normalmente usadas possuem resistência mecânica menor que a dos aços, facto que é compensado aumentando a espessura do tubo usado na construção.

Pode também ser usado um **aço ligado** com Crómio e Molibdénio, que tem elevada resistência mecânica, permitindo a redução do diâmetro ou da espessura de tubo usado na estrutura da CR.

As ligas de **titânio**, também muito usadas na estrutura de CR, são mais leves que os aços e os aluminios e possuem excelente resistência à corrosão e resistência mecânica. O titânio é 40% mais leve que o aço mas é também muito mais caro.

Materiais compósitos tais como **grafite em resina epoxy** estão actualmente a ser introduzidos na construção de CR manuais. São materiais que permitem a construção de CR com peso reduzido, são muito rígidos e resistentes, e amortecem bem vibrações e choques, resultando num rolamento bastante suave da CR. As estruturas assim construídas apresentam em geral tubos de secção elíptica para maximizar a resistência e a rigidez das CR's e ao mesmo tempo diminuir o seu peso.

Consegue-se construir uma estrutura igualmente resistente em qualquer destes materiais, variando apenas a espessura ou o diâmetro do tubo usado.

A Tabela 3 apresenta alguns valores típicos de resistência, rigidez e peso para os materiais discutidos anteriormente.

	Resist. (MPa)	Rigidez (MPa)	Peso (Kg/m³)	Razão Res./Peso	Razão Rig./Peso
Aço	400	200 000	7860	0.05	25.4

Alumínio	310	70 000	2710	0.11	25.8
Aço ligado	1000	200 000	7860	0.13	25.4
Titânio	700	115 000	4730	0.15	24.3
Grafite/Epoxy	300	190 000	1590	0.18	119.5

Tabela 3: Alguns valores de propriedades de materiais de construção de cadeiras

O peso típico de uma CR varia muito, consoante o seu material de construção e o seu tipo de estrutura. A Tabela 4 mostra alguns valores mínimos, máximos e típicos, para cada caso.

Estes valores dizem apenas respeito à estrutura, deixando de parte as rodas, os rodízios e os apoios de pés e de braços. Estes elementos podem ter um contributo importante no peso total da cadeira (uma vez que alguns deles são indispensáveis), em especial no caso de estruturas muito leves.

Material	Peso min. (Kg)	Peso máx.	Peso típico
Aço	5	25	15
Alumínio	2	18	8
Titânio	—	—	12
Grafite/Epoxy	—	—	1

Tabela 4: Alguns valores de peso de estruturas de cadeiras

Por exemplo, como pesos típicos, podemos apontar 2,5kg para cada roda pneumática, 1kg para cada rodízio pneumático, 1kg para cada apoio de pés giratório e 500g para cada apoio de braços, totalizando 10kg extra a adicionar ao peso da estrutura, caso esta possua todos estes componentes.

Métodos construtivos

A maioria das estruturas de CR são fabricadas em tubos soldados. Estes tubos têm espessuras que podem variar entre 0,8 e 2,5mm, e diâmetros exteriores variando entre 20 e 40mm. Nas estruturas em

aço, a correcção de defeitos é realizada por brazagem. O tubo é simultaneamente o elemento de construção mais barato e mais eficiente para as condições desejadas. Um tubo cilíndrico oco é mais resistente em flexão do que uma barra cilíndrica maciça com o mesma quantidade de material (mesmo peso).

As estruturas em compósito são em geral obtidas numa única peça, não havendo necessidade de nenhum processo de ligação.

Existem fabricantes que utilizam peças de material plástico para fazer as uniões da estrutura, em vez de usar soldadura (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Algumas cadeiras para usos específicos, por exemplo para uso exclusivo em interiores, fabricadas em alumínio, podem ser totalmente rebitadas ou aparafusadas com uniões de plástico.

Existem também CR's que utilizam peças fundidas ou extrudidas. A **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** mostra exemplos dessas peças.

Sistemas de suspensão da estrutura

Quando as CR's são utilizadas em terrenos muito irregulares, podem incluir sistemas de suspensão da estrutura (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Estes sistemas, englobando molas e amortecedores, destinam-se a absorver vibrações e choques provocados pelo solo [19].

O sistema de suspensão pode também servir para garantir que todas as rodas estão constantemente em contacto com o solo, impedindo ou reduzindo o perigo de mergulho ou de queda lateral da CR.

Estes sistemas apresentam como inconveniente o seu excessivo peso em relação ao peso total do conjunto.

O uso de almofadas no assento e de rodas pneumáticas pode obviar ao inconveniente dum piso irregular, proporcionando o conforto e a protecção desejados sem recurso a suspensão.

Os sistemas de suspensão são mais usados em CR's eléctricas. Devido ao maior peso destas cadeiras, a suspensão torna-se um requisito para garantir um conforto que não se consegue obter apenas com almofadas e rodas pneumáticas.

Inspecção da estrutura

Existem vários testes muito simples que podem ser feitos para verificar se a estrutura de uma CR é suficientemente rígida e apresenta um alinhamento perfeito:

1. Numa superfície plana, verifique se todas as rodas tocam o chão estando a cadeira com e sem ocupante;
2. Com o ocupante sentado na CR, meça o desalinhamento das rodas (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**);
3. Com o ocupante sentado na CR, meça o alinhamento vertical dos rodízios (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**);
4. Examine todas as juntas e pinos ajustando todas as folgas existentes;
5. Verifique se a CR se fecha facilmente. Se não fechar, poderá haver empenamento de alguns dos componentes;
6. Empurre levemente a cadeira numa superfície horizontal e lisa e verifique se esta avança em linha recta.

Se passar todos estes testes, a estrutura terá rigidez e qualidade de construção suficientes para proporcionar uma boa utilização. Contudo, estes testes simples não garantem a durabilidade da CR.

Rodas motrizes

Nas CR manuais, as rodas motrizes são sempre as rodas grandes que, em geral, estão posicionadas atrás (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** e **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Embora existam casos em que as rodas motrizes estão colocadas à frente (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**), este tipo de cadeiras é pouco usado e o presente texto não se irá debruçar sobre elas. Estas cadeiras apresentam maior manobrabilidade mas colocam sérias dificuldades em operações de transferência.

A recordar sobre estruturas de cadeiras de rodas

1. Existem cadeiras não articuladas (rígidas).
2. Existem vários tipos de fecho nas cadeiras articuladas.
3. Estruturas não articuladas são em geral mais leves e de mais fácil propulsão.
4. A falta de rigidez numa estrutura resulta no desalinhamento das rodas, no seu desgaste prematuro, e consequentemente numa maior dificuldade de propulsão.
5. A maior parte das estruturas são construídas em tubo de alumínio ou de aço inoxidável.
6. As estruturas em compósito são mais leves, mais rígidas e mais caras.
7. O peso da estrutura de uma cadeira pode variar entre 1 kg e 30 kg.
8. Os pesos listados nos catálogos podem não incluir o peso dos componentes amovíveis.

Nas CR para adultos, o aro da roda é em geral de 24 polegadas de diâmetro. No entanto, pode variar entre as 12 (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**) e as 26 polegadas, conforme a utilização que se pretende dar à cadeira. Uma roda de 12 polegadas é usada em cadeiras de interiores ou quando é explicitamente necessário um assistente para empurrar a cadeira, dada a impossibilidade do próprio ocupante o fazer. A escolha de rodas entre 24 e 26 polegadas tem mais a ver com a altura do utilizador do que com qualquer outro factor.

A espessura dos pneus pode também variar entre 7/8 de polegada e 2 polegadas. As rodas mais finas serão mais apropriadas para cadeiras

de competição, enquanto as mais grossas serão indicadas para terrenos bastante irregulares.

Tipos e materiais dos pneus

Rodas pneumáticas. As rodas pneumáticas são compostas por um pneu e uma câmara de ar. A resistência ao rolamento e o conforto (capacidade de absorver os impactos resultantes das irregularidades do piso) destes pneus depende em grande parte da pressão a que eles se encontram.

Tipicamente, a pressão destes pneus pode variar entre 40 a 60 psi, consoante o fabricante e o tipo de utilização a que se destinam. Algumas rodas, de menor espessura, destinadas a cadeiras de atletismo, podem apresentar pressões máximas da ordem dos 110 psi.

Quanto maior for a pressão, menor será a resistência ao rolamento e menor será também a capacidade da roda absorver as irregularidades do piso (menor conforto). O valor da pressão indicado resulta, por isso, dum compromisso adaptado a cada indivíduo [19].

As rodas pneumáticas são susceptíveis a furos. Quando acontece um furo, tem que se substituir ou reparar a câmara de ar, sendo necessário desmontar a roda, retirar o pneu e reparar o furo.

Uma roda pneumática é mais leve que uma em pneu maciço, em cerca de 400g, apresentando vantagens em termos de inércia e manobrabilidade.

Rodas em pneu maciço. As rodas com este tipo de pneu não têm câmara de ar e por isso não furam. No entanto, proporcionam menos conforto ao utilizador, por serem mais duras que as pneumáticas e costumam apresentar maior resistência ao rolamento [20].

Existem dois tipos distintos de pneus maciços: os totalmente sólidos, moldados em plástico ou borracha maciças e os semi-pneumáticos, que são formados por um pneu exterior preenchido no interior com espuma de poliuretano.

Os pneus maciços, totalmente sólidos, são fabricados a partir de uma barra extrudida de grande comprimento que é depois cortada e colada

para formar o diâmetro pretendido. A zona da colagem, se não for bem feita, pode ser facilmente detectável, apresentando nesse caso uma irregularidade que transmite vibrações à estrutura durante a rotação pelo seu contacto com o solo. Além disso, como têm que ser esticados para a montagem na jante, acontece frequentemente saltarem da jante em andamento, pois a borracha ou o plástico tendem a relaxar com o tempo.

Os pneus semi-pneumáticos, representam um compromisso entre os pneumáticos e os totalmente sólidos em termos de conforto do utilizador e manobrabilidade da cadeira.

Materiais usados nos pneus. Os pneus das rodas podem ser fabricados em borracha natural ou em borracha sintética vulcanizadas.

A borracha sintética é constituída por copolímeros de poliisopreno, polibutadieno e poliestireno vulcanizados, ou ainda poliuretano.

Para não deixarem marcas negras nas mãos do utilizador, como aconteceria com pneus normais, a borracha empregue nos pneus de uma CR não possui carbono, sendo este substituído por barro. Devido a esta alteração, não só não têm cor preta como perdem alguma resistência ao desgaste.

Desempenho do pneu

As características de desempenho do pneu incluem: peso, resistência ao rolamento, coeficiente de atrito estático, elasticidade, absorção de impacto, resistência ao desgaste e resistência à compressão prolongada.

Resistência ao rolamento. A resistência ao rolamento já foi definida no início deste capítulo. Uma grande deformação do pneu contribui para o aumento da resistência ao rolamento.

Uma maneira de diminuir a resistência ao rolamento é diminuir a superfície de contacto entre o pneu e o solo: no caso de pneumáticos, isto significa mais pressão de ar ou volume de pneu menor (pneu mais fino); no caso de pneus maciços, significa um material mais duro ou um pneu mais fino.

Uma boa maneira de aferir a maior ou menor resistência ao rolamento de um pneu em relação a outro, é deixá-lo cair de alguma altura para o chão (devidamente montado na roda): aquele que ressaltar mais alto será o que apresenta menor resistência ao rolamento. Um pneu demasiado duro vai, no entanto, comprometer o conforto do utilizador da CR e vai desgastar-se mais depressa.

A resistência ao rolamento aumenta ainda ligeiramente com o peso da CR e com a redução do diâmetro da roda.

A variação de velocidade não afecta a resistência ao rolamento, no intervalo de velocidades a que uma CR geralmente opera.

Coefficiente de atrito estático. Embora o próprio solo seja determinante no maior ou menor atrito sentido entre o pneu e o chão, as características do pneu também condicionam esse atrito. O atrito estático é importante, podendo indicar se uma CR, quando travada numa superfície inclinada, escorregará ou não. Este aspecto é crítico quando é, por exemplo, necessário subir rampas ou rolar em solo molhado.

Um pneu recortado apresentará maior atrito estático que um pneu liso, sem que isto se traduza numa maior resistência ao rolamento.

Existem normas especialmente dedicadas à medição do coeficiente de atrito entre os pneus e o solo. Estas normas serão mencionadas no capítulo seguinte.

Não existe uma diferença significativa do coeficiente de atrito estático entre os diversos tipos de pneus. No entanto, se um pneumático tiver uma pressão anormalmente baixa, o atrito entre o pneu e o chão será maior porque existe mais pneu em contacto com o solo.

A **elasticidade** do pneu quantifica a deformação que o pneu sofre quando sujeito a uma carga. Uma maior elasticidade proporcionará maior conforto e absorção de vibrações e impactos mas aumentará a resistência ao rolamento.

A **resistência ao desgaste** foi testada em vários tipos de pneus tendo-se concluído que a borracha apresenta o maior desgaste, enquanto o poliuretano sólido é o material que se desgasta mais lentamente. Contudo, um factor que aumenta significativamente o desgaste, sobrepondo-se ao efeito do material, é o desalinhamento da estrutura.

A **resistência à compressão prolongada** é a facilidade com que o pneu recupera essa deformação, retomando a sua forma original. Se um pneu estiver sujeito ao mesmo tipo de esforço durante um período longo de tempo (ex: cadeira parada sujeita ao seu próprio peso ou cadeira travada), apresentará deformação. Se o pneu não recuperar, irá apresentar uma deformação localizada que se irá sentir durante o rolamento, causando desconforto e resistência ao rolamento. Este fenómeno é sentido quase exclusivamente em pneus maciços. Os pneumáticos recuperam imediatamente a deformação localizada.

A Tabela 5 resume as vantagens e desvantagens de cada tipo de pneu no desempenho.

Tipo de roda	Resist. rolamento	Atrito Estát.	Elasticidade	Resist.comp. prolongada	Resist. desgaste
Pneumática	+	0	+	+	-
Maciça total. sólida	-	0	-	-	+
Semi-pneumática	-	0	-	-	+

Tabela 5: Comparação entre os diversos tipos de pneu

Tipos de jantes e sua performance relativa

A jante da roda de uma CR pode dividir-se em quatro partes: o aro onde assenta o pneu (jante), o aro de tracção, os raios e o cubo, que incorpora os rolamentos e o eixo da roda.

Há dois tipos fundamentais de jantes: o tipo raiado e o tipo moldado.

As jantes raiadas são, em geral, metálicas, em alumínio anodizado ou em aço, inoxidável ou cromado, com raios que ligam o cubo ao aro.

As jantes moldadas incluem o aro, o cubo e os raios numa única peça. Podem ser fabricadas em magnésio fundido ou num plástico injetado.

Em termos de dimensões, as jantes mais usadas são as de 24 polegadas, mas podem variar de 12 até 26 polegadas, devendo o tamanho ser escolhido tendo em conta diferentes factores: a distância do assento ao solo, a posição dos pés do utilizador em relação ao solo e a necessidade das mãos do utilizador chegarem ou não ao aro de tracção.

Aro de tracção. O utilizador que propuliona a própria cadeira aplica a sua força no aro de tracção, que está ligado à jante. Se o utilizador não puder fazer a propulsão da cadeira pelos seus próprios meios, pode até não existir aro de tracção.

Existem vários diâmetros possíveis para os aros de tracção. A escolha do tamanho e do tipo de aro de tracção depende do tipo de deficiência do utilizador. Para alguns utilizadores, podem ser instalados pitons no aro de tracção para facilitar a propulsão da cadeira. **A Erro! A origem da referência não foi encontrada.** mostra um aro de tracção normal montado numa roda e um aro de tracção com pitons.

Os aros de tracção mais comuns são fabricados a partir de tubos cilíndricos de 20mm de diâmetro, moldados num arco que se liga à jante por quatro (ou mais) pequenas peças soldadas ou rebitadas.

Se o diâmetro do aro de tracção for muito mais pequeno que o diâmetro da roda (situação mais frequente nas cadeiras de rodas de despor-

A recordar sobre pneus:

1. Rodas pneumáticas oferecem:

- ❑ maior conforto
- ❑ alguma resistência ao rolamento
- ❑ rápido desgaste do pneu
- ❑ elevada manutenção
- ❑ baixo peso

2. Pneus maciços oferecem:

- ❑ menor conforto
- ❑ elevada resistência ao rolamento
- ❑ baixo desgaste do pneu
- ❑ baixa manutenção
- ❑ saltam da jante facilmente

3. A resistência ao rolamento aumenta ligeiramente com o peso da cadeira e a diminuição do diâmetro da roda.

4. Os pneus de espuma de poliuretano são os mais leves e os de borracha maciça os mais pesados.

5. Os pneus maciços são os que apresentam menor resistência à compressão prolongada.

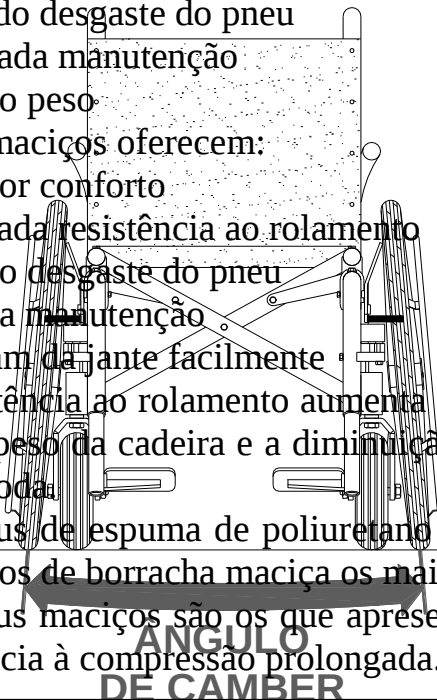


Figura 1: Jantes com camber

to), o aro pode estar directamente ligado aos raios da roda e não à jante.

Jante raiada. As jantes raiadas costumam ter cerca de 30 raios, podendo estes ser radiais ou cruzados (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** e **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

O cruzamento ou não dos raios irá afectar o conforto e a manobrabilidade da CR. O sistema cruzado oferece um rolamento mais suave devido à flexão dos raios. Os raios devem ser cruzados se a propulsão partir do cubo e for transmitida à jante através dos raios. A maioria das CR's, no entanto, não se encontram nesta situação, porque o aro de tracção está directamente ligado à jante.

Se as rodas tiverem camber (inclinação relativa ao eixo de rolamento – ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** e Figura 1), os raios devem ser cruzados, porque assim a roda encontra-se suportada por mais raios, tendo maior rigidez.

Se a cadeira não tiver camber, os raios radiais tornam a roda mais rígida, além de serem mais fáceis de colocar e de substituir. Têm ainda a grande vantagem de não “entalarem” os dedos dos seus utilizadores durante a propulsão da cadeira.

Apesar da jante com raios cruzados apresentar uma maior durabilidade, porque distribui o peso da CR por mais raios, o seu uso não é muito frequente porque admite a possibilidade do utilizador entalar os dedos facilmente na jante.

As jantes raiadas, em geral, requerem alguma manutenção, uma vez que os raios podem deformar-se e ficar “soltos”, o que origina o empeno da jante, a rápida degradação dos restantes raios e um desconforto apreciável de rolamento.

Jante moldada. As jantes moldadas têm um número pequeno de braços, comparadas com o número de raios das jantes raiadas (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

Estas jantes são mais rígidas e proporcionam um rolamento mais duro que as jantes raiadas, sendo também mais pesadas.

São praticamente isentas de manutenção sendo fabricadas por fundição de magnésio ou em plástico injectado. Podem também ser construídas em fibra de carbono com resina epoxy (com apenas quatro braços), ganhando em rigidez e leveza.

Cubo da roda. O cubo da roda é usado para ancorar os raios da jante e suportar o eixo e os rolamentos da roda (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

Os rolamentos que melhor se adaptam para este tipo de aplicação são os rolamentos de precisão, selados. Não requerem manutenção e devem ser substituídos quando danificados.

Por vezes, em especial nas jantes moldadas, a cavidade onde se encontra alojado o rolamento relaxa e o rolamento fica livre. Neste caso, deve substituir-se ou tentar-se reparar a jante.

O cubo incorpora o eixo, que pode ser fixo ou amovível. No caso mais simples do eixo fixo, este é roscado em ambas as extremidades para que possa ser montado e apertado directamente à estrutura da cadeira e ao cubo da roda, não sendo portanto possível removê-lo sem o auxílio de ferramentas.

No caso do eixo amovível, este contém um mecanismo que permite separar toda a roda da estrutura apenas pressionando um botão (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Este sistema é também conhecido como “Quick-release”.

Estes botões “Quick-release” devem, sempre que possível, estar retraídos dentro do cubo para não aumentar a largura total da cadeira e não provocarem lesões nos utilizadores.

Existem também sistemas de alavanca que accionam o referido botão e facilitam a remoção da roda para utilizadores com dificuldades de manuseamento.

Posicionamento e fixação das rodas motrizes à estrutura

A performance da cadeira depende em grande parte da forma como as rodas são colocadas na estrutura (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

O sistema de fixação das rodas tem que garantir o seu alinhamento. O alinhamento das rodas é verificado, com o utilizador sentado na CR, através da medição da diferença entre W1 e W2 (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Se a diferença entre estes dois valores for grande, a CR apresentará uma grande resistência ao rolamento e os pneus irão sofrer um desgaste anormal.

O sistema de fixação também deve permitir o ajuste do ângulo de camber (ver Figura 1). O camber das rodas motrizes é importante, pois além de melhorar a estabilidade lateral da cadeira, aproxima o aro de tracção do utilizador, melhorando a tracção.

O ângulo de camber pode atingir os 18°. Valores superiores irão aumentar a resistência ao rolamento assim como comprometer a passagem da CR em sítios estreitos, pois o camber promove o afastamento das rodas ao nível do solo. A existência de camber também irá aproximar o aro de tracção do tronco do utilizador, reduzindo a largura da cadeira ao nível da zona onde se faz a tracção e protegendo mais as mãos do utilizador, ao passar por portas, por exemplo.

O ângulo de camber pode ser criado pela introdução de anilhas entre as placas de fixação da roda e a própria estrutura da CR. Não será possível introduzir camber por este método nos sistemas da **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**A e B, mas pode ser introduzido nos restantes sistemas da mesma figura.

O sistema de fixação pode também permitir o ajuste das rodas na posição horizontal e/ou vertical. Por exemplo, a um amputado dos membros inferiores, devem colocar-se as rodas traseiras mais atrás na estrutura da CR, pois se não se fizer isso, existe o risco da CR ter excessiva tendência para tombar para trás (fazer cavalinho) [21].

O posicionamento da roda traseira é fixo na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**A, é móvel na vertical para o sistema da **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**B e móvel na horizontal para o sistema da **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**F. Os restantes sistemas possibilitam o ajuste tanto na horizontal como na vertical.

Se as rodas apresentarem camber, é também crucial garantir um bom posicionamento dos rodízios, pois o posicionamento de uns influencia o alinhamento das outras e vice-versa [22].

O posicionamento mais acima ou mais abaixo das rodas motrizes pode levar a que a haste do rodízio (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**) deixe de ficar perpendicular ao solo. Sempre que se faça um ajuste no posicionamento das rodas motrizes, devem verificar-se os rodízios.

A recordar sobre jantes e cubos de roda:

1. Rolamentos selados reduzem a manutenção e diminuem a resistência ao rolamento.
2. Jantes com raios radiais são mais rígidas que jantes com raios cruzados.
3. As jantes moldadas não precisam de manutenção e pesam mais que as raiadas.
4. O desalinhamento das rodas é prejudicial para o desgaste dos pneus e resistência ao rolamento.
5. É necessário um cuidado particular no alinhamento quando as rodas possuem camber.
6. O camber melhora a estabilidade lateral, não afecta a resistência ao rolamento mas aumenta a largura da CR ao nível do solo.
7. Levantar ou baixar o nível de fixação das jantes em relação à estrutura, se as rodas possuírem camber, introduz um desalinhamento que é corrigido pelo ajuste dos rodízios.

Rodízios

Os rodízios são em geral colocados na frente da estrutura de uma CR (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**) e são constituídos pelos seguintes componentes: roda, garfo, haste e rolamentos da haste (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

Tal como as rodas motrizes, os rodízios podem ter rodas pneumáticas ou maciças, construídas em vários materiais.

O garfo e a haste estão rigidamente ligados e suportam os rodízios. São componentes dos mais susceptíveis ao dano porque, conjunta-

mente com os apoios de pés, suportam os impactos frontais de uma CR. O garfo suporta o eixo onde rola a roda, sendo o eixo ligado a este por duas porcas, uma de cada lado. A haste é suportada por dois rolamentos montados numa caixa aparafusada ou soldada à estrutura da CR.

Posicionamento anterior ou posterior dos rodízios

O posicionamento dos rodízios na frente da estrutura da CR resulta num sistema inerentemente estável, isto é, se a CR rolar em linha recta e atingir um obstáculo ela terá tendência a auto-corriger a sua trajectória, minimizando o desvio em relação à sua trajectória inicial.

Se pelo contrário, os rodízios forem colocados atrás, a CR, ao atingir um obstáculo com uma das rodas, terá tendência a rodar sobre si própria, ficando os rodízios virados para a frente (e a CR andar para trás).

O posicionamento dos rodízios atrás melhora a manobrabilidade em espaços apertados e permite uma maior liberdade ao nível de pés e pernas do utilizador, mas pode dificultar, ou mesmo impedir, as operações de transferência.

Flutuação dos rodízios

A flutuação dos rodízios entende-se como a vibração da roda em torno da haste. Este fenómeno é particularmente visível quando a CR rola com alguma velocidade (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

A flutuação aumenta a resistência ao rolamento e pode tornar-se perigosa porque torna o comportamento da CR imprevisível. O fenómeno de flutuação pode ser originado pela falta de perpendicularidade da haste com o solo e é tanto mais acentuado quanto maiores forem as dimensões do rodízio.

Este fenómeno pode ser atenuado de várias maneiras: aumentando a resistência à rotação em torno da haste (introduzindo um maior aperto das porcas ou introduzindo amortecimento); aumentando a excentricidade (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**); ou ainda diminuindo o diâmetro das rodas.

O aumento da resistência à rotação em torno da haste tem contudo a desvantagem imediata de constranger a manobrabilidade da CR, enquanto o aumento da excentricidade aumenta a circunferência de rotação dos rodízios, podendo causar interferência entre estes e as rodas traseiras ou entre os rodízios e os apoios de pés.

Tipos de rodízios

Existem vários tipos de rodízios utilizados vulgarmente em CR's, distinguindo-se pelo tipo de pneu e pelo diâmetro da roda.

O diâmetro das rodas pode variar entre 3 e 8 polegadas. A escolha do tamanho de roda é ditada pelo estilo de vida do utilizador e pela aplicação da cadeira (dia-a-dia ou desporto).

Podem ser divididos em três grandes grupos: rodízios de 8 polegadas (pneumáticos), rodízios de 5 ou 6 polegadas (pneumáticos ou sólidos) e rodízios de 3 polegadas (sólidos).

Os rodízios de 8 polegadas são os usualmente empregues nas CR's universais (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** e **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Como têm uma dimensão apreciável e são pneumáticos, são ideais para terrenos acidentados, relvados, etc., pois possuem uma boa capacidade de absorção de impactos, mas tendem a flutuar e tornam a rotação da CR algo difícil.

Os rodízios de 5 ou 6 polegadas (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**) são uma boa alternativa aos anteriores, pois continuam a trabalhar bem em superfícies acidentadas e absorvem relativamente bem os impactos, sendo mais fáceis de manobrar. São cada vez mais a opção standard em CR's.

Quanto aos rodízios sólidos de 3 polegadas, são empregues em CR destinadas a utilizadores extremamente activos (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** e **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). São excelentes em termos de baixa resistência ao rolamento e rotação da CR, permitem a construção de estruturas mais compactas por não criarem interferência com os apoios de pés e possuem menor tendência para a flutuação. Requerem, no entanto, que o utilizador distribua maioritariamente o seu peso sobre as rodas motrizes,

dado que a absorção de impacto destes rodízios é muito reduzida [23].

Tipo e posicionamento das hastes e garfos

Existem dois tipos básicos de garfos: os garfos em aço estampado e

A recordar sobre rodízios:

1. Para melhor estabilidade da cadeira, os rodízios devem ser colocados à frente.
2. A haste do rodízio deve ser sempre perpendicular ao solo.
3. Quanto maior for o rodízio, menor será o esforço despendido para ultrapassar obstáculos.
4. A flutuação das rodas é eliminada por:
 - ❑ aumento da excentricidade
 - ❑ aumento da resistência à rotação em torno da haste
 - ❑ diminuição do peso e tamanho das rodas
5. Rodízios pneumáticos melhoram o conforto mas aumentam a manutenção e a resistência ao rolamento.
6. A necessidade de usar rodízios pneumáticos aumenta com o aumento da componente do peso suportada pelos rodízios.
7. Os rodízios sólidos, de pequeno diâmetro, diminuem a resistência ao rolamento e não afetam o conforto, desde que o peso da cadeira esteja maioritariamente concentrado sobre as rodas motrizes.

os garfos em alumínio extrudido.

O primeiro tipo é usado quase exclusivamente nas CR's do tipo universal (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

Os restantes modelos de CR's utilizam diversas versões dos garfos de alumínio (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** e **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**), mais leves e com uma resistência semelhante à de aço.

As hastes são quase sempre em aço, que pode ser microligado com cromo para aumentar a sua resistência à corrosão.

A fixação da haste à estrutura da CR pode ser feita através de uma peça soldada, sem ajuste, ou através de uma peça aparafusada que permite o ajuste da inclinação da haste em relação ao solo (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). A haste deve ser sempre ajustada de forma a estar perpendicular em relação ao solo.

As hastes e os garfos são componentes que frequentemente se danificam com os inevitáveis impactos em passeios e desníveis. Este dano, que em geral se identifica pela torção ou flexão do garfo ou da haste, resulta na incapacidade da CR manter uma trajectória rectilínea [24]. Alguns construtores, para tentarem minimizar este dano, introduziram sistemas de amortecimento de impacto, substituindo o garfo por uma barra de torção ou introduzindo uma mola de compressão entre o garfo e a haste, para absorver parte da energia de impacto.

3

NORMALIZAÇÃO ANSI-RESNA SOBRE CADEIRAS DE RODAS

Introdução

Adquirir uma cadeira de rodas pode ser uma tarefa árdua, considerando que o leque de opções é bastante alargado.

A primeira coisa que um futuro utilizador de uma cadeira de rodas tenta geralmente fazer é comparar diversas características, tais como o peso ou as dimensões de várias cadeiras de rodas, fazendo a sua escolha com base em sucessivas comparações.

Porém, se cada fabricante usar uma forma diferente de caracterizar o seu produto, o futuro utilizador estará a comparar propriedades não comparáveis, porque não foram avaliadas nem reportadas do mesmo modo pelos diferentes fabricantes.

Por exemplo, se um fabricante considerar que a largura do assento da sua cadeira de rodas é a distância medida entre os dois tubos do assento pelo lado de dentro, um segundo fabricante fizer a mesma medição pelo lado de fora e um terceiro considerar a largura do assento como a distância entre apoios de braços, os valores para a largura do assento da cadeira de rodas podem variar entre 45 e 50 centímetros, ainda que a largura útil do assento seja idêntica nas três cadeiras.

Para resolver esta inconsistência foram elaboradas normas unificadoras de procedimentos e estabelecedoras de regras, para que todos os fabricantes e todos os utilizadores estejam em uníssono no que res-

peita à comparação entre características e performances de cadeiras de rodas.

Nos Estados Unidos da América, o Comité de Normalização de Cadeiras de Rodas - ANSI/RESNA – trabalha, desde 1979, para fornecer ao consumidor informação objectiva acerca das características e da performance de cadeiras de rodas.

O comité foi formado por membros de duas instituições: a RESNA (Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America) e a ANSI (American National Standards Institute).

As normas desenvolvidas por este comité não são mais que procedimentos de teste aplicáveis a todas as cadeiras de rodas, manuais ou motorizadas, ou apenas a cadeiras de rodas motorizadas. Na Europa existem normas equivalentes emitidas pela ISO (International Organization for Standardization).

Alguns procedimentos de teste sugerem critérios de performance mínima em durabilidade e segurança, enquanto outros servem apenas para a obtenção de resultados para comparação entre diferentes cadeiras.

A informação obtida com estas normas irá ajudar o utilizador a fazer uma escolha mais cómoda, apoiando-se num melhor conhecimento da sua cadeira de rodas e respectivos componentes [25].

Na óptica do fabricante, a informação obtida pela aplicação das normas ajuda-o a melhorar o seu produto. Note-se, contudo, que a grande maioria das normas é de aplicação voluntária e, por isso, os fabricantes nem sempre são obrigados a seguir as recomendações constantes das normas. Cabe ao utilizador pressioná-los, insistindo na utilização das normas, para dispor de um termo de comparação entre cadeiras de diferentes proveniências.

Se determinada cadeira de rodas não respeitar as normas em vigor, ou não as utilizar nos seus descritivos de catálogo, estará automaticamente em desvantagem face às restantes.

Normas existentes

Apresenta-se em seguida uma lista das normas ANSI/RESNA respeitantes a cadeiras de rodas [5]. Existem outras normas exclusivamente para cadeiras de rodas motorizadas, que não serão tratadas neste texto.

Parte 0: Nomenclatura, Termos e Definições. Esta norma estabelece todos os termos técnicos e definições usados nas normas subsequentes.

1: Determinação da Estabilidade Estática. Descreve o teste para determinação da estabilidade da cadeira de rodas quando rola sobre um declive.

3: Determinação da Eficiência dos Travões. Esta norma descreve a forma de avaliar a eficiência dos travões de uma cadeira de rodas.

5: Determinação de Dimensões Globais, Peso e Espaço de Viragem. Esta norma estabelece o modo standard de medição do comprimento total, da largura e da altura da cadeira, em posição aberta e fechada, o seu peso, o espaço necessário para fazer uma rotação sobre si mesma e uma inversão de marcha.

7: Determinação das Dimensões do Assento e das Rodas. Nesta norma são estabelecidos os procedimentos que permitem medir as dimensões relativas a assentos, costas e rodas, pertinentes para adaptação da cadeira à sua utilização.

8: Resistência Estática, ao Impacto e à Fadiga. Descreve o teste para quantificar a resistência de uma cadeira de rodas, bem como a sua durabilidade.

11: Bonecos de Teste. Nesta norma definem-se as dimensões e o peso dos bonecos de teste necessários para a realização de ensaios, simulando situações em que as cadeiras se encontram ocupadas.

13: Determinação do Coeficiente de Atrito das Superfícies de Teste. Este procedimento estabelece a rugosidade da superfície a ser usada em todos os testes em que o coeficiente de atrito seja importante.

15: Directivas para Divulgação de Informação. Esta norma estabelece a informação que os fabricantes devem divulgar nos seus folhetos e catálogos e o seu modo de apresentação.

16: Resistência à Ignição das Partes Estofadas. Descreve o teste para medir a rapidez com que o material usado nos assentos e costas da cadeira de rodas irá arder, no caso de incêndio.

93: Dimensões Globais Máximas de Cadeiras de Rodas. Esta norma estabelece dimensões máximas de cadeiras de rodas para aplicações diferenciadas e determinados critérios de acessibilidade.

Como são testadas as cadeiras ?

Alguns dos testes impõem níveis mínimos de performance e de segurança, como é o caso dos testes de inflamabilidade, dos testes de resistência estática e dos de resistência ao impacto. Estes testes são, por isso mesmo, do tipo passa/não passa.

Outros testes destinam-se apenas à quantificação de parâmetros relativos à cadeira de rodas. Os resultados obtidos destinam-se apenas à comparação entre diferentes cadeiras, não havendo pois nenhum valor mínimo a atingir.

A maioria dos testes é realizada com a ajuda de um boneco de teste colocado na cadeira, de modo a representar adequadamente o utilizador. Os resultados obtidos a partir de testes com cadeiras “carregadas” destinam-se a simular a realidade de um modo preciso.

Se a cadeira a testar possuir componentes ajustáveis, o fabricante deve ajustar a configuração da cadeira de modo a obter os valores ex-

tremos para as condições de um dado teste. Por exemplo, o posicionamento do eixo traseiro de uma cadeira afecta a sua estabilidade. Neste caso, o fabricante deve testar a sua cadeira na sua configuração mais estável e na sua configuração menos estável, fornecendo uma gama de valores e não apenas um único para a situação mais favorável.

Os fabricantes que seguem as normas ANSI/RESNA especificam os resultados dos testes das cadeiras nos seus catálogos, de acordo com essas normas.

Os fabricante têm ainda que efectuar testes sobre os quais não são obrigados a publicar resultados. O utilizador pode, no entanto, pedir essa informação aos fabricantes.

As normas supracitadas podem ser classificadas em três grandes grupos: normas de performance, normas de segurança e normas de medição de dimensões.

Normas de performance

Existem no mercado centenas de cadeiras de rodas. O futuro utilizador quererá comparar diferentes opções e tentará saber, à priori, qual a performance da sua futura cadeira de rodas.

As normas ANSI/RESNA ocupam-se de quatro aspectos que afectam a performance de uma cadeira de rodas:

- ☐ Peso
- ☐ Estabilidade
- ☐ Durabilidade – resistência à fadiga
- ☐ Manobrabilidade

O fabricante deverá fornecer valores para cada um destes testes. Não existem, nestes casos, valores mínimos a atingir. Cabe ao futuro utili-

zador avaliar se os resultados apresentados pelo fabricante se adequam às suas capacidades motoras e modo de vida.

Se o utilizador já tiver experiência na utilização duma cadeira de rodas, ser-lhe-á muito mais fácil a comparação de valores, uma vez que já terá um termo de comparação.

Se a sua experiência com cadeiras de rodas é nula, a comparação de valores entre diferentes cadeiras será necessariamente mais abstracta.

Peso – ANSI/RESNA Parte 5

Um utilizador deseja sempre comparar os pesos das cadeiras existentes no mercado.

O peso de uma cadeira é importante se ela tiver que ser arrumada, pelo próprio, no carro, ou se tiver que ser arrumada na mala do carro por um seu assistente.

Convém saber, à priori, quem será o seu assistente, se ele for necessário, uma vez que o peso da cadeira de rodas deverá ser adequado às capacidades físicas dessa pessoa.

A Parte 5 das normas ANSI/RESNA mede o peso total de uma cadeira de rodas equipada em quilogramas, com apoios de braços e pés, rodas e rodízios.

Valores a divulgar pelo fabricante

Nome do teste	Resultado do teste
Peso total da cadeira com acessórios	_____kg

Como informação adicional, cuja divulgação não é obrigatória pela norma, o fabricante pode fornecer o peso de cada um dos componentes opcionais.

Interpretação dos resultados: Os resultados obtidos com este teste ajudam a comparar os pesos de cadeiras de diferentes fabricantes. Com estes resultados é fácil identificar as cadeiras mais pesadas e as

cadeiras ultra leves, mas mais importante ainda é encontrar as cadeiras cujo peso está dentro dos limites fixados pelo utilizador.

O conhecimento do peso de cada acessório isolado também pode ajudar na escolha. No caso da cadeira totalmente equipada (com apoios de braços e de pés, rodas grandes e rodízios) ser demasiado pesada e o utilizador não necessitar de alguns componentes standard, pode pedir ao fabricante o peso da estrutura sem acessórios e acrescentar os que lhe interessam.

Um componente que altera significativamente o peso da cadeira são as rodas motrizes. É necessário saber que tipo de rodas o fabricante considera como equipamento de base. Os diferentes tipos de pneus, o tipo de jante, etc., podem fazer a diferença no peso total (ver Capítulo 2).

O peso do utilizador representa, por si só, a parte mais importante do conjunto cadeira-utilizador. Uma pequena poupança de peso na cadeira de rodas pode não produzir diferenças significativas na performance global da cadeia de rodas, sendo apenas importante se a cadeira tiver que ser levantada pelo utilizador ou por um assistente.

Estabilidade – ANSI/RESNA Parte 1

A estabilidade é uma das características mais importantes de uma cadeira de rodas [9,10,12,26,27]. O ambiente onde o utilizador se move, em especial se for em exteriores, está repleto de superfícies inclinadas, degraus, passeios, elevações, etc.

A estabilidade da cadeira é medida com a cadeira travada e destravada, mas é também um bom indicador da estabilidade da cadeira em movimento.

Se o utilizador tiver alguma experiência com cadeiras de rodas ou se tiver uma vida muito activa, pode revelar preferência por uma cadeira pouco estável (que faça um “cavalinho” com facilidade) com uma pequena deslocação do seu peso para trás.

Outros utilizadores, por serem de idade mais avançada ou por se sentirem menos à vontade, ou ainda por não terem boa mobilidade do tronco, podem preferir uma cadeira mais estável.

Valores a divulgar pelo fabricante

Direcção de Instabilização		Ângulo de Instabilização	
		Menos estável	Mais estável
Em descida	Rodízios travados		
	Rodízios destravados		
Em subida	Rodas travadas		
	Rodas destravadas		
	Dispositivos anti-instabilização		
Lateral	Esquerda		
	Direita		

Interpretação dos resultados: Durante o teste, a cadeira é travada e o boneco de teste que simula o utilizador está sentado com as mãos no aro de tracção. Quanto menor for o ângulo de instabilização atingido durante o ensaio, mais instável será a cadeira.

A cadeira instabiliza quando, ao aumentar o ângulo do declive, uma ou mais rodas da cadeira levantam do chão. Uma cadeira que instabiliza mais facilmente, será mais fácil de manobrar e terá menos tendência a rodar sobre si mesma e seguir o declive descendente quando rolar perpendicularmente ao declive (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

A tendência para instabilizar nas subidas pode ser contrariada com um balanceamento do tronco do utilizador para a frente (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Quando o peso do corpo se encontra sobre as rodas traseiras, a cadeira fica mais instável. Quando o peso é deslocado para a frente, quer através do balanceamento do tronco, quer através do deslocamento da roda traseira mais para trás, a cadeira de rodas fica mais estável.

As cadeiras com um ângulo de instabilização maior em subida, serão mais estáveis mas também mais difíceis de manobrar e terão maior tendência a rodar sobre si mesmas e seguir o declive descendente.

O fabricante deve testar sempre a cadeira nas configurações menos estável e mais estável. Cada uma destas configurações está devidamente especificada na norma, discriminando a posição relativa de todos os componentes ajustáveis da cadeira e que de algum modo influenciem a estabilidade.

Uma cadeira com um ângulo de instabilização pequeno em descida será uma cadeira instável, no sentido em que facilmente “empina para a frente”.

Quando o utilizador desce uma rampa ou um degrau, pode ter necessidade de balancear o tronco para trás para evitar a instabilização da cadeira para a frente. Se o utilizador não tiver um bom controlo do tronco ou a cadeira de rodas tiver um encosto muito alto, o balanceamento do tronco será mais difícil. Neste caso, deve ser adoptada uma cadeira com um maior ângulo de instabilização em descida.

Algumas cadeiras de rodas oferecem um número fixo de posições das rodas, enquanto outras oferecem dispositivos inteiramente ajustáveis, quer horizontal quer verticalmente. Ajustando a roda mais para a frente, decresce a distância entre eixos e, conseqüentemente a estabilidade da cadeira. O ajustamento horizontal dos rodízios terá um efeito idêntico ao ajustamento das rodas: quanto menor for a distância entre eixos, mais instável será a cadeira, tanto em subida como em descida.

Uma cadeira com um ângulo de instabilização lateral pequeno será pouco estável nesta direcção. Uma cadeira com estas características tombará de lado facilmente quando atravessar uma superfície inclinada ou quando o seu ocupante se inclinar demasiado para um dos lados. Uma gama de valores para o ângulo de instabilização lateral pode indicar que a cadeira de rodas possui camber ajustável nas rodas, ou seja, que a sua largura ao nível do solo é variável.

O aumento do camber (ver Figura 1) aumentará a estabilidade lateral da cadeira, aumentando também a sua largura total, podendo dificultar a passagem da cadeira através de portas ou passagens estreitas.

Os resultados divulgados pelo fabricante são válidos apenas para as condições em que o teste foi feito. Se o utilizador quiser montar rodas diferentes na sua cadeira, a estabilidade será alterada.

Por exemplo, rodas de menor diâmetro ou rodízios de maior diâmetro farão com que a cadeira fique, logo à partida, ligeiramente inclinada para trás, reduzindo substancialmente o ângulo de instabilização em subida. Isto deve ser compensado durante a montagem dos novos componentes.

Existem pequenos acessórios que evitam a instabilização em subida. Consistem em dois patins montados na parte traseira da cadeira de rodas (dispositivos anti-instabilização). Embora evitem que a cadeira tombe para trás (instabilize), muitos utilizadores preferem não os usar porque dificultam a transposição de obstáculos (por exemplo, ao descer um passeio, a cadeira pode ficar assente nos rodízios e nos patins traseiros, ficando a roda no ar) e são de acesso quase impossível para o utilizador quando sentado na cadeira, o que impossibilita a sua montagem e desmontagem pelo próprio.

Será importante notar que os ângulos de instabilização não são uma indicação da qualidade da cadeira mas sim uma questão de preferência do utilizador.

Durabilidade – ANSI/RESNA Parte 8

Para a maior parte dos utilizadores, a compra de uma cadeira de rodas é um investimento significativo. A última coisa que o comprador deseja é que a sua cadeira se “desintegre” ao fim de uma semana de uso em exterior, a subir e descer passeios, a passar por terrenos irregulares, a entrar e sair do carro, etc. Por isso, no acto da compra, frequentemente se questiona quanto tempo é que durará a cadeira.

A durabilidade de uma cadeira é importante, quer o seu utilizador seja um indivíduo muito ou pouco activo. O investimento da compra deve ser compensado com uma grande durabilidade da cadeira. Mais importante ainda, se um componente da cadeira se parte, o utilizador pode sofrer danos corporais ou pode ficar imobilizado.

Os testes de fadiga têm como objectivo determinar a durabilidade da cadeira como um todo, sujeitando-a a um grande número de ciclos

durante os quais a cadeira é testada em condições que simulam um percurso em exterior [28].

A cadeira, com o boneco de teste sentado, é posicionada em cima de dois grandes tambores que rodam por acção de um motor eléctrico. As rodas da cadeira vão rodando ao mesmo tempo que os tambores rodam. Os tambores possuem travessas salientes para que a cadeira embata neles, ultrapassando-os. Um dos tambores roda mais depressa que o outro, fazendo com que os embates sejam assimétricos. A cadeira deve rolar sobre os tambores durante um mínimo de 200.000 ciclos.

Um segundo teste de fadiga é o teste de queda do passeio. Neste teste, a cadeira com o boneco de teste devidamente instalado, é deixada cair de uma altura aproximadamente igual a 5 centímetros. Este procedimento repete-se a cada 30 ciclos que a cadeira efectua em cima dos tambores.

O fabricante deve divulgar o número de ciclos efectuados pela cadeira em cima dos tambores e o número de quedas que a cadeira efectua sem que nenhum componente vital fracture.

Valores a divulgar pelo fabricante

Nome do teste	Resultado do teste
Fadiga nos tambores	_____ ciclos
Quedas de passeio	_____ ciclos

Interpretação dos resultados : Se o fabricante divulgar um número de ciclos muito elevado, quer dizer que a cadeira possui uma grande durabilidade. Contudo, se o fabricante divulgar o número mínimo de ciclos previsto no teste, isso pode querer dizer apenas que a cadeira, pura e simplesmente, não foi testada para além desse número de ciclos, ou seja, a norma não obriga o fabricante a testar a sua cadeira até um componente vital se partir nem o fabricante é obrigado a divulgar quantos ciclos são necessários para que a sua cadeira parta.

Se, durante o teste, um parafuso da estrutura se soltar ou um encaixe sair do sítio, essa pequena avaria é reparada e o ensaio continua até que um componente vital se parta. Um componente vital é considerado qualquer parte da cadeira que, quando partida, impeça a utilização normal da cadeira sem um arranjo demorado ou dispendioso.

O material de que é feita a estrutura da cadeira, podendo afectar substancialmente a durabilidade da cadeira, não é o único factor a ter em conta. Embora cada tipo de material possua uma resistência própria, o projecto da própria estrutura varia tanto de fabricante para fabricante que é impossível atribuir a durabilidade apenas ao material de que é feita a estrutura.

A espessura do tubo usado na construção, a forma do tubo (oval, cilíndrico ou rectangular), o tipo e qualidade do processo de ligação entre tubos (soldadura, rebite ou parafuso), são apenas alguns factores que influenciam a durabilidade da cadeira.

Um dos componentes que afecta sensivelmente a durabilidade de uma cadeira é o tipo de rodízios. Todo e qualquer obstáculo é sentido primeiro pelos rodízios (por estarem quase sempre colocados à frente) e os esforços são transmitidos por eles a toda a estrutura. Como os rodízios podem ter diâmetros pequenos, qualquer irregularidade do terreno pode constituir um obstáculo, sendo, por isso, os rodízios, os componentes que mais quebram numa cadeira de rodas.

Um diâmetro aumentado e uma roda pneumática de dimensões razoáveis contribuirão para melhor absorver as vibrações e pancadas provocadas pelos obstáculos, causando menos desconforto ao utilizador e aumentando a durabilidade da cadeira. Contudo, existem outras desvantagens inerentes a um rodízio de grandes dimensões, que foram já focadas atrás, como sejam, a maior resistência ao rolamento e a tendência para a flutuação dos rodízios.

Manobrabilidade – ANSI/RESNA Parte 5

A manobrabilidade de uma cadeira de rodas é de importância capital quando o utilizador da cadeira se move em espaços reduzidos ou de difícil acesso.

O utilizador da cadeira deve garantir que a sua cadeira tem acesso a todos os locais que habitualmente frequenta, não esquecendo aqueles que eventualmente pode vir a frequentar e que, por tradição, são exíguos, como sejam quartos de hotel, pequenos apartamentos, escritórios, elevadores, casas de banho públicas, etc.

A manobrabilidade é quantificada através de dois valores: o raio mínimo de rotação e o espaço mínimo de viragem (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

O raio mínimo de rotação é o raio do menor círculo dentro do qual a cadeira consegue rodar sobre si mesma.

O espaço de viragem é a largura do mínimo corredor dentro do qual a cadeira consegue fazer inversão de marcha em três manobras. Ambos os resultados devem ter uma precisão até às dezenas de milímetros.

Valores a divulgar pelo fabricante

Nome do teste	Resultado do teste
Raio mínimo de rotação	_____ milímetros
Espaço mínimo de viragem	_____ milímetros

Interpretação dos resultados : Os resultados deste teste são essenciais se o utilizador vive ou trabalha em espaços exíguos. Se no seu dia-a-dia o utilizador vai frequentar corredores estreitos, por exemplo, será necessário garantir que a sua cadeira consegue fazer inversão de marcha nesse espaço, ou seja, deve adquirir uma cadeira cujo espaço de viragem seja inferior à largura desse tal corredor estreito.

É bom recordar que, por vezes os apoios de pés e pernas são destacáveis, podendo ser removidos se a cadeira não conseguir inverter a sua marcha normalmente.

A dimensão dos rodízios pode também ser importante nestas alturas, uma vez que, quando retirados os apoios de pés, serão estes outros elementos os que poderão dificultar a manobra, devendo ser, nestes casos, o mais pequenos possível, quer para que não embarrem nas paredes, quer para que não embarrem nas próprias pernas e pés do utilizador.

Normas de segurança

A maior parte do tempo, o utilizador da cadeira de rodas tem controlo total sobre a sua cadeira. No entanto se o utilizador sujeitar a cadeira

a esforços para os quais a cadeira não foi pensada, pode perder o controlo sobre a cadeira, com as naturais consequências [29,30].

É de extrema importância que o fabricante possa garantir alguma segurança ao utilizador das suas cadeiras de rodas, obrigando os seus produtos a respeitar alguns requisitos mínimos.

Deste modo, o utilizador da cadeira de rodas saberá que se o uso da cadeira não for propositadamente descuidado ou mesmo danoso, a cadeira aguentará com segurança todas as situações quotidianas.

Para garantir um projecto seguro de uma cadeira de rodas, as normas ANSI/RESNA submetem a cadeira a esforços ou condições que podem resultar em dano quer para a cadeira quer para o seu ocupante.

Os resultados destes testes são do tipo passa/não passa, ou seja, estabelecem valores mínimos a respeitar pela cadeira testada. As áreas consideradas de segurança e como tal objecto de testes são:

- ❑ Resistência estática e ao impacto
- ❑ Inflamabilidade
- ❑ Travões

Os testes de resistência estática de uma cadeira de rodas simulam e quantificam a resistência da cadeira e dos seus componentes sob acção de cargas elevadas que podem ocorrer ocasionalmente.

Os testes de impacto determinam a resistência da cadeira e dos seus componentes a cargas de impacto, como sejam o embate num obstáculo com os apoios de pés ou os rodízios ou a queda de uma parte ou de toda a cadeira de rodas no chão quando está a ser transportada. Um bom exemplo do que pode suceder com frequência no dia-a-dia é a transposição de um passeio, como na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**

Resistência estática e ao impacto – ANSI/RESNA Parte 8

Todos os dias, o utilizador submete a sua cadeira de rodas a esforços de vária ordem de grandeza e é do seu interesse saber até que ponto

a sua cadeira de rodas os aguentará. Estas situações surgem até involuntariamente quando, por exemplo, o utilizador, ou a pessoa que o assiste, bate acidentalmente num degrau com os apoios de pés ou com os rodízios.

Um simples embate do aro de tracção na soleira de uma porta, pode deixar uma marca suficientemente profunda no aro para que o utilizador se corte da próxima vez que tentar travar a cadeira de rodas re-tendo o aro de tracção com as mãos.

Por vezes torna-se necessário içar o utilizador em conjunto com a sua cadeira, por uma escada, e as pessoas que o assistem podem pegar acidentalmente na cadeira pelos apoios de braços e pelos apoios de pés. Para serem seguros, estes componentes têm que se desencaixar automática e imediatamente da estrutura ou então que suportar o peso da cadeira e do seu ocupante durante o transporte.

Os testes de resistência estática pretendem determinar a resistência da cadeira de rodas e dos seus componentes, quando submetidos a esforços particularmente elevados, que poderão ocorrer ocasionalmente durante a sua utilização. No teste utiliza-se um dispositivo standard para aplicação de uma única carga a um determinado componente. Se esse componente, ou qualquer outra parte da cadeira, ceder, partindo-se, deformando-se demasiado ou desajustando-se de tal modo que a cadeira ou o componente deixem de poder desempenhar a sua função com precisão, considera-se que a cadeira ou componente não passou o teste.

Os testes de resistência ao impacto pretendem determinar a resistência da cadeira de rodas e dos seus componentes quando submetidos a esforços de impacto. O teste recorre a um pêndulo com uma massa standard, que se faz embater no componente a testar. Adicionalmente, faz-se rolar a cadeira de encontro a um obstáculo, ou deixa-se cair toda, ou parte, da cadeira de uma determinada altura para o chão. Se esse componente, ou qualquer outra parte da cadeira, ceder, partindo-se, deformando-se demasiado ou desajustando-se de tal modo que a cadeira ou o componente deixem de poder desempenhar a sua função com precisão, considera-se que a cadeira ou componente não passou o teste.

O resultado destes testes “passa/não passa”, indica se a cadeira continua funcional depois de efectuado o teste. As forças a aplicar e as

alturas de queda estão devidamente normalizadas, mas o fabricante pode efectuar os testes com forças e alturas de queda diferentes.

Valores a divulgar pelo fabricante

Nome do teste	Resultado do teste
Testes de resistência estática	passa / não passa
Testes de resistência ao impacto	passa / não passa

Interpretação dos resultados: Os testes de resistência estática e de resistência ao impacto são uma bateria de testes que devem ser efectuados na sua totalidade (ver tabela abaixo). Basta que um deles dê resultado negativo, para a cadeira não passar na categoria correspondente. Se a cadeira passar em todos os testes, será provável que suporte uma utilização quotidiana normal onde existam solicitações semelhantes às que foram testadas.

TESTES ESTÁTICOS (Acção)	OBJECTIVO DO TESTE E SITUAÇÃO REAL SIMULADA	RESULTADO
Apoio de braços para baixo	O apoio de braços continua a poder remover-se e ajustar-se depois de ser empurrado para baixo	Passa/ não passa
Apoio de pés para baixo	O apoio de pés retorna à sua posição e continua a ser removível, e/ou rotativo, quando o seu ocupante faz uma extensão ou se apoia sobre ele	Passa/ não passa
Alavanca de inclinação para baixo	A alavanca não dobra nem parte depois de ser actuada para que a cadeira ultrapasse um obstáculo	Passa/ não passa
Pegas das mãozeiras para trás	A pega de mão destinada ao assistente que empurra a cadeira não sai quando é aplicada uma força para trás	Passa/ não passa
Apoio de braços para cima	O apoio de braços não se deforma nem parte quando é puxado para cima, suportando o peso da cadeira e do utilizador	Passa/ não passa
Apoio de pés para cima	O apoio de pés não se deforma nem parte quando é puxado para cima, suportando o peso da cadeira e do utilizador	Passa/ não passa

(Continua)

(Continuação)

Mãozeiras para cima	O apoio de braços não se deforma nem parte quando é puxado para cima, suportando o peso da cadeira e do utilizador	Passa/ não passa
TESTES IMPACTO (Acção)	OBJECTIVO DO TESTE E SITUAÇÃO REAL SIMULADA	RESULTADO
Impacto nas costas	As costas da cadeira resistem à aplicação de um impacto, não se notando rotura ou deformação permanente do pano nem da estrutura	Passa/ não passa
Impacto no aro de tracção	O aro de tracção resiste a um impacto sem se deformar permanentemente nem fracturar	Passa/ não passa
Impacto nos rodízios	O rodízio não se deforma nem fractura por acção de um impacto, continuando a rodar em torno da haste	Passa/ não passa
Impacto longitudinal no apoio de pés	O apoio de pés suporta o impacto sem se deformar ou fracturar, continuando a ser removível, e/ou rotativo	Passa/ não passa
Impacto lateral no apoio de pés	O apoio de pés suporta o impacto sem se deformar ou fracturar, continuando a ser removível, e/ou rotativo	Passa/ não passa

Inflamabilidade – ANSI/RESNA Parte 16

Se o utilizador, os seus amigos, ou os seus colegas de trabalho ou alguém das suas relações tem o hábito de fumar, é importante tomar atenção aos resultados deste teste.

Um cigarro largado no assento da cadeira de rodas pode fazer arder totalmente a cadeira! Um ambiente de trabalho onde se lida diariamente com soldadura, com matérias quentes, ou incandescentes é um perigo potencial para o utilizador de uma cadeira de rodas.

O teste efectuado é do tipo “passa/não passa” e destina-se a averiguar se o assento da cadeira de rodas é resistente ao fogo, isto é, se quando queimado localmente o pano é totalmente consumido pelo fogo ou se o fogo se extingue, não alastrando por todo o pano.

Valores a divulgar pelo fabricante

Nome do teste	Resultado do teste
Resistência à ignição	passa / não passa

Interpretação dos resultados : Este teste aplica-se apenas ao assento fornecido de origem pelo fabricante e não a qualquer tipo de almofada que seja adicionada posteriormente pelo utilizador. Se o utilizador é fumador ou frequenta locais onde existem fumadores ou qualquer tipo de ignição, deve ter particular atenção ao resultado deste teste.

Travões – ANSI/RESNA Parte 3

Os travões de uma cadeira de rodas são simplesmente travões de estacionamento e devem ser projectados de modo a que as rodas não rolem quando a CR está parada.

Se o utilizador parar a meio de uma rampa, por exemplo, para falar com alguém, pode usar os travões para travar a cadeira e usar as suas próprias mãos para outra tarefa qualquer. Será de esperar que os travões sejam eficientes ao ponto de impedir que a cadeira role pela rampa abaixo.

Valores a divulgar pelo fabricante

Nome do teste	Resultado do teste
Cadeira travada em descida	____ graus
Cadeira travada em subida	____ graus

Interpretação dos resultados: O teste é efectuado com a cadeira travada, em cima de uma superfície standard inclinada e com o boneco de teste devidamente sentado. O teste é realizado em duas etapas, uma com a cadeira na direcção da subida e outra na direcção da descida. Com este teste avalia-se o ângulo de inclinação da superfície para o qual a cadeira começa a rolar, escorregar ou instabilizar.

Quanto maior for o ângulo atingido, menor será a probabilidade da cadeira de rodas rolar, escorregar ou instabilizar quando travada numa rampa.

É importante notar que os travões impedem as rodas de rolar mas não as impedem de escorregar. Os travões também não servem para fazer parar a cadeira quando em andamento. São apenas travões de estacionamento.

Normas de medição de dimensões

A medição exacta das dimensões de uma cadeira de rodas é uma das informações que os fabricantes são obrigados a reportar e a avaliar segundo procedimentos bem estabelecidos. As dimensões do assento, costas e rodas das cadeiras são medidas com um boneco de teste devidamente sentado na cadeira. Deste modo, mede-se a cadeira como ela de facto será usada, já que as dimensões de uma cadeira desocupada podem ser diferentes das de uma com ocupante. Estas medições devem ser posteriormente confrontadas com as medições feitas instalando o futuro utilizador da cadeira, para que se consiga uma cadeira perfeitamente adaptada a essa pessoa.

As dimensões a medir são:

- ☐ Dimensões globais
- ☐ Dimensões do assento, costas e rodas

As dimensões globais têm a ver com o tamanho exterior da cadeira de rodas, quando aberta e quando fechada.

Dimensões globais – ANSI/RESNA Parte 5

Se o utilizador vive num apartamento com uma casa de banho muito pequena, ou se as portas e corredores são muito apertados, é necessário conhecer as dimensões globais de sua (potencial) cadeira de rodas.

Estas dimensões determinam, à partida, a possibilidade de acesso a todas as áreas importantes da habitação ou do local de trabalho, e de transporte da cadeira no carro do seu utilizador.

A parte 5 das normas ANSI/RESNA estabelece os procedimentos para a medição das dimensões globais de uma cadeira de rodas quando aberta e quando fechada. Estas dimensões são apresentadas como as dimensões máximas da mínima caixa que consiga conter a cadeira de rodas. Estas medições efectuam-se com a cadeira desocupada.

Valores a divulgar pelo fabricante

Nome do teste	Resultado do teste
Comprimento total c/ apoios de pernas e pés	_____ milímetros
Comprimento total s/ apoios de pernas e pés	_____ milímetros
Largura total	_____ milímetros
Altura total com assento na vertical	_____ milímetros
Comprimento mínimo da cadeira dobrada	_____ milímetros
Largura mínima da cadeira dobrada	_____ milímetros
Altura mínima da cadeira dobrada	_____ milímetros
Volume mínimo da cadeira dobrada	_____ milímetros

Interpretação dos resultados : Em primeiro lugar convém uma vez mais salientar as vantagens deste teste, em particular, possibilitar a comparação das dimensões de cadeiras de rodas de diferentes fabricantes e ter a certeza que se estão a comparar valores que foram obtidos do mesmo modo.

As dimensões totais fornecem-nos o tamanho da cadeira de rodas com todos os seus componentes incorporados. Esta informação ajuda o utilizador a saber se a cadeira de rodas passará em sítios estreitos como portas e elevadores, em sua casa ou no seu emprego.

O comprimento total da cadeira será obviamente maior se os pés do utilizador ultrapassarem o extremo frontal dos apoios de pés, como normalmente acontece.

Se a distância entre eixos da cadeira de rodas for ajustável, deve divulgar-se um intervalo de valores para o comprimento total. Se isto acontecer, é um indício de que a cadeira de rodas possui um posicionamento ajustável das rodas e/ou dos rodízios. O mesmo acontece com a largura total: se forem divulgados intervalos de valores isto quer dizer que a cadeira possui rodas com camber ajustável.

Estes valores, tal como os dos testes de manobrabilidade, ajudam a escolher uma cadeira que não imponha barreiras à deslocação do seu utilizador, dentro do seu espaço quotidiano.

As dimensões da cadeira fechada são importantes sobretudo para o transporte e arrumação. Estas dimensões determinam se a cadeira cabe na mala ou no banco de trás do carro, ou num sítio próprio para a sua arrumação.

O volume mínimo da cadeira dobrada é medido com todos os acessórios retirados (desde que possam ser retirados sem o auxílio de ferramentas) e colocados no interior da cadeira dobrada. O volume mínimo representa o tamanho mínimo da caixa necessária para empacotar a cadeira.

Existem várias cadeiras que podem ser quase totalmente desmontadas, facilitando o seu transporte e arrumação.

Se a cadeira de rodas é desmontável, pode ser interessante saber as dimensões do seu maior componente. Embora esta informação não seja de divulgação obrigatória por parte dos fabricantes, pode ser fornecida quando requerida pelo futuro utilizador.

Dimensões do assento – ANSI/RESNA Parte 7

A informação obtida pela aplicação desta norma é porventura a de maior importância, de todas as que já foram referidas.

Nem todas as cadeiras de rodas estão preparadas para se adaptar a todos os utilizadores, independentemente do seu peso, dimensões e proporções. Uma cadeira de rodas indevidamente adaptada ao seu utilizador, causará desconforto, problemas físicos e uma má performance global.

A parte 7 das normas ANSI/RESNA trata da medição de todas as dimensões da cadeira de rodas devidamente carregada com um boneco de teste: assento, costas, pernas e rodas; informações essas que são necessárias para a boa adaptação de um indivíduo a uma cadeira de rodas. Para cadeiras de rodas ajustáveis, são divulgados os valores máximos e mínimos atingíveis.

Valores a divulgar pelo fabricante

Nome do teste	Resultado do teste
Ângulo do plano do assento	_____ milímetros

Largura máxima do assento	_____ milímetros
Comprimento (profundidade) do assento	_____ milímetros
Distância frontal da superfície do assento ao chão	_____ milímetros
Ângulo das costas com a vertical	_____ milímetros
Altura das costas	_____ milímetros
Distância entre o assento e o apoio de pés	_____ milímetros
Ângulo entre a superfície do assento e as pernas	_____ milímetros
Distância entre o apoio de braços e o assento	_____ milímetros
Distância entre as costas e a parte frontal do apoio de braços	_____ milímetros
Diâmetro do aro de tracção	_____ milímetros
Localização horizontal do eixo das rodas	_____ milímetros

Interpretação dos resultados : Embora a norma especifique outras medições a efectuar, a sua divulgação não é obrigatória por parte do fabricante.

Conhecidas as próprias dimensões do utilizador, os resultados destes testes fornecerão os dados necessários para a escolha da cadeira de rodas que lhe é apropriada. Um intervalo de valores indicará um componente que é ajustável, logo, se a dimensão que interessa ao utilizador está compreendida dentro desses valores, quer dizer que a cadeira em questão se lhe pode adaptar.

É de recordar que, se o utilizador não estiver perfeitamente adaptado à sua cadeira de rodas, nunca poderá tirar total partido dela, para além dos problemas físicos que poderá, a prazo, acumular e do desconforto que daí advirá.

4

ADQUIRIR UMA CADEIRA ADAPTADA ÀS SUAS DIMENSÕES E CAPACIDADES MOTORAS

Introdução

De modo a conseguir uma cadeira que lhe esteja perfeitamente ajustada, o utilizador necessita saber, para além do seu peso e altura, algumas dimensões do seu corpo quando sentado [31-33].

A flexibilidade do utilizador (quão fácil lhe é flectir ou estender os braços e pernas ou dobrar o tronco sobre as pernas) é muito importante e pode afectar o modo como lidará com a sua cadeira.

A sua capacidade de manter sempre a mesma postura na cadeira de rodas também irá influenciar a escolha da cadeira.

A maior ou menor capacidade do utilizador se poder mover sozinho com a sua cadeira de rodas também deve ser investigada. Essa capacidade depende não só da força física do utilizador mas também da posição e diâmetro, tanto da roda traseira como do aro de tracção que nela está montado.

Que dimensões deve ter a cadeira

Quando o futuro utilizador mede o seu corpo, é importante que o faça sentado numa cadeira que seja semelhante àquela que de facto irá usar: por exemplo, se quiser usar uma cadeira de rodas com um assento flexível, deve efectuar as medições do seu corpo sentado numa cadeira de assento flexível; se quiser usar uma cadeira de rodas com assento e costas rígidos, deve efectuar as medições do seu corpo sentado numa cadeira de assento e costas rígidos; se quiser usar uma almofada na sua cadeiras de rodas, deve sentar-se numa almofada do mesmo tipo, quando fizer a medição do seu corpo, garantindo que inclui as dimensões da almofada nas medidas.

As medições que devem ser feitas são [34]:

- ☐ Largura do assento
- ☐ Comprimento do assento
- ☐ Altura da superfície do assento
- ☐ Altura das costas
- ☐ Distância do assento ao apoio de pés

Se pretender usar apoios de braços e/ou de cabeça, ainda necessitará medir o seguinte:

- ☐ Altura do apoio de braços
- ☐ Distância da frente do apoio de braços até às costas
- ☐ Comprimento do apoio de braços
- ☐ Largura entre apoios de braços
- ☐ Altura do apoio de cabeça

Sem o advento da normalização, cada fabricante teria a sua maneira de medir quer a cadeira quer o utilizador. As medições efectuadas para uma determinada cadeira não seriam válidas para uma cadeira de outro fabricante.

Para além disso, os fabricantes são agora obrigados a medir as suas cadeiras com um ocupante sentado, uma vez que as dimensões podem ser diferentes com a cadeira vazia e com um ocupante, em especial se o assento e costas forem feitos em material flexível. Neste caso, o material das costas e assento pode ceder, obrigando a estrutura da cadeira a fechar-se ligeiramente sobre si mesma e alterando as suas dimensões.

As normas ANSI/RESNA obrigam os fabricantes a medir as suas cadeiras de rodas com um boneco de teste sentado. O boneco de teste deve representar aproximadamente o utilizador a quem a cadeira de destina, estando normalizadas quatro classes de peso: adulto grande (100kg), adulto normal (75kg), adulto pequeno (50kg) e criança (25kg).

A especificação de uma cadeira de rodas desta forma será mais precisa, reduzindo a incidência de escolhas mal feitas e a necessidade de ajustes após a compra da cadeira.

Largura do assento

Por questões de acessibilidade e manobrabilidade, uma cadeira de rodas deve ser o mais estreita possível, desde que não origine pressões indesejáveis nas ancas e coxas do utilizador.

Um aumento da largura do assento (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**) vai forçosamente originar um aumento na largura total da cadeira. Uma cadeira com largura maior do que a necessária, só se poderá justificar pela maior estabilidade que proporciona ao seu utilizador.

Outro aspecto a ter em conta é a roupa que o utilizador usa no seu dia-a-dia. Se usar sistematicamente fato, será talvez desejável que a cadeira tenha um assento um pouco mais largo para poder acomodar esse tipo de vestuário.

Comprimento (ou profundidade) do assento

O assento deve ser suficientemente longo para dar apoio a toda a coxa, havendo assim uma melhor distribuição do peso e uma menor probabilidade de aparecimento de queimaduras de pressão.

Se o assento for demasiado longo, a extremidade frontal irá entrar em contacto com a dobra do joelho, podendo incomodar o utilizador.

O material de que são feitas as costas também terá influência no comprimento efectivo do assento: se as costas da cadeira forem de material flexível, o assento terá um comprimento efectivo maior do que no caso em que as costas são rígidas. No primeiro caso as costas da cadeira irão ceder um pouco e o utilizador tenderá a sentar-se mais atrás.

O comprimento do assento (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**) poderá ainda ser maior se o utilizador necessitar de suportes para a dobra do joelho. Se estes suportes não forem incluídos à partida, o comprimento do assento poderá ser tão grande que o utilizador não se conseguirá sentar com as nádegas encostadas às costas da cadeira, originando uma postura deficiente e posterior desconforto.

Altura da superfície do assento

O assento da cadeira de rodas deve ser suficientemente alto em relação ao solo para poder acomodar o comprimento das pernas da pessoa e suficientemente baixo para que as pernas possam ser acomodadas por baixo de mesas ou de secretárias (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

Algumas pessoas preferem uma altura de assento maior para poderem olhar mais ao nível dos olhos dos interlocutores que se encontram de pé.

Se a cadeira possuir um assento flexível, a altura do assento será ligeiramente mais baixa que a de um assento rígido e a altura da cadeira de rodas divulgada pelo fabricante não incluirá uma hipotética almofada. Se o utilizador necessitar de uma almofada, deve medir a al-

tura do assento ao chão sentado na almofada que irá usar e, se possível, no mesmo tipo de assento que irá usar (flexível ou rígido).

Se a altura do assento ao solo for demasiado pequena e o utilizador tiver que usar apoios de pés, estes podem ficar demasiado próximos do solo, ou mesmo arrastar pelo chão, por exemplo, ao descer passeios. Por outro lado, um assento demasiado alto pode dificultar muito as transferências de e para a cadeira de rodas.

Uma modificação da altura do assento irá também modificar o modo de propulsão, caso seja o próprio utilizador a mover a sua cadeira de rodas. Um assento mais alto irá deixar o aro de tracção mais afastado das mãos.

Finalmente, a altura do assento será importante para hemiplégicos (que movem a cadeira de rodas com os pés). Para estes utilizadores será conveniente uma cadeira com um assento mais baixo.

Altura das costas

A altura das costas (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**), tal como todas as outras dimensões da cadeira, tem que se coadunar com o utilizador, não só pelas dimensões do seu corpo, mas também pelas suas preferências. Alguns utilizadores preferem que as costas da cadeira sejam baixas, para facilitar a mobilidade do tronco ou porque, simplesmente, as acham mais estéticas. Uma cadeira de rodas com costas mais altas suportará melhor o utilizador que tenha menor mobilidade do tronco.

Independentemente da altura das costas, o utilizador deve certificar-se de que a estrutura metálica das costas não interfere com o seu movimento de braços, ao mover a cadeira.

A altura de costas divulgada pelo fabricante não inclui qualquer almofada no assento. Quando o utilizador mede a altura de costas necessária para a sua cadeira, deve estar sentado numa almofada igual à que irá utilizar e inclui-la na medição.

Uma cadeira de rodas com um assento flexível terá também uma altura de costas ligeiramente superior àquela que o fabricante divulga, devido à deformação que existe quando o utilizador se senta na ca-

deira. Obviamente, as costas de uma cadeira com assento rígido terão exactamente a altura divulgada pelo fabricante.

Distância do assento ao apoio de pés

O fabricante divulgará a distância desde o assento até ao apoio de pés sem o uso de almofadas (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Se o utilizador quiser verificar se as suas pernas têm espaço suficiente na cadeira de rodas pretendida, deve medir esta distância desde a base dos sapatos até à superfície do assento, imediatamente abaixo da almofada, que deverá estar colocada na cadeira.

Se o apoio de pés for ajustável, o seu comprimento terá uma gama de valores. Se as pernas não se adaptarem a esta gama de valores, há que escolher outro tipo de apoio dentro da multiplicidade disponível. Se, mesmo assim, as pernas do utilizador forem demasiado longas ou demasiado curtas, pode pôr-se a hipótese de escolha dum tipo diferente de estrutura de cadeira de rodas.

Existem estruturas de cadeiras de rodas especiais para pessoas extremamente altas ou extremamente baixas. Pessoas com pernas muito longas podem ainda recorrer a uma altura de assento mais elevada ou a um ângulo entre assento e costas mais fechado.

Uma vez escolhido o tipo de apoio de pés adequado, deve prever-se um espaço de cerca de 5 centímetros entre o apoio de pés e o chão, para evitar que os apoios toquem no chão. Dados todos estes constrangimentos, é melhor escolher primeiro o tipo de apoio de pés e o seu comprimento, antes mesmo de escolher a altura do assento em relação ao chão.

O apoio de pés é talvez o componente de uma cadeira de rodas que mais variantes apresenta.

Altura do apoio de braços

Os fabricantes divulgam a distância entre a superfície superior do apoio de braços e a superfície do assento (**Erro! A origem da refe-**

rência não foi encontrada.). A medição feita num assento flexível poderá ser mais elevada devido à deformação do assento, quando ocupado.

Para determinar a altura de apoio de braços que realmente necessita, o utilizador deve sentar-se na almofada que irá utilizar na cadeira de rodas, sobre uma superfície do mesmo tipo daquela que pretende adquirir com a cadeira de rodas, deixar o braço descair na vertical, dobrado a 90° pelo cotovelo e medir a distância desde a parte de baixo do seu cotovelo até ao assento, imediatamente abaixo da almofada.

Existem apoios de braços ajustáveis em altura. Um apoio de braços demasiado alto dará origem a uma postura com os ombros elevados e um apoio de braços demasiado baixo dará origem a uma postura de ombros muito relaxada, ou até a subluxação dos ombros para aqueles que não possuam uma boa musculatura a esse nível.

O utilizador deve por isso assegurar-se que escolhe uma altura de apoio de braços adequada, evitando problemas físicos devido à má postura dos ombros. Alguns utilizadores preferem não usar apoios de braços, descansando os braços sobre as pernas.

Distância da frente do apoio de braços até às costas

A distância desde as costas da cadeira até à frente do apoio de braços é importante quando o utilizador se apoia no apoio de braços para fazer a sua própria transferência da e para a cadeira de rodas (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Se esta distância for demasiado pequena, não oferece o apoio necessário para efectuar a transferência e se for demasiado grande impede a transferência. Neste caso, pode ainda impedir que a cadeira de rodas se possa aproximar de uma mesa ou de uma secretária.

Um material flexível nas costas da cadeira, mais uma vez irá implicar uma medida ligeiramente diferente da divulgada pelo fabricante.

Comprimento do apoio de braços

O comprimento do apoio de braços entende-se pelo comprimento da parte estofada deste apoio (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). O utilizador, quando sentado na sua cadeira de rodas, deve ter um apoio de braços que suporte convenientemente os braços, desde o cotovelo até ao pulso.

Se o utilizador usar uma bandeja na cadeira, o apoio de braços deve oferecer um suporte adequado para este tabuleiro.

Largura entre apoios de braços

A distância entre os apoios de braços é importante apenas quando os apoios de braços são directamente soldados à estrutura. Neste caso, a parte almofadada dos apoios pode reduzir o espaço do assento e dificultar as transferências.

Como no caso dos apoios de pés, os apoios de braços também estão geralmente disponíveis em grande variedade de formatos e de formas de remoção.

Altura do apoio de cabeça

Se uma cadeira estiver disponível com apoio de cabeça, as normas obrigam o fabricante a divulgar a altura do centro deste apoio ao assento (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Se o apoio de cabeça for ajustável em altura, o fabricante divulgará uma gama de valores.

O utilizador deve determinar a que altura deve ficar o apoio de cabeça sentando-se na almofada que usará na cadeira de rodas e medindo a distância desde a parte traseira do seu crânio até à superfície inferior da almofada. Mais uma vez, o uso de um material flexível no assento irá ter como consequência uma altura do apoio de cabeça maior que no caso de um assento rígido.

Outra medida que pode ter interesse é a distância a que o apoio de cabeça está das costas, medida na horizontal. Esta medida permite perceber se o apoio de cabeça está mais à frente, mais atrás ou em

linha com as costas da cadeira. Embora este valor não seja de divulgação obrigatória pelo fabricante, o utilizador pode pedi-lo.

Existem apoios de cabeça que também são ajustáveis nesta dimensão, oferecendo uma gama de valores de distância entre o apoio e as costas da cadeira.

Flexibilidade do utilizador

A flexibilidade ao nível das ancas condiciona o ângulo a utilizar entre assento e costas da cadeira.

Se as costas da cadeira se mantiverem verticais em relação ao solo e o assento estiver ligeiramente inclinado para trás, o utilizador necessitará de flectir o tronco sobre as pernas para conseguir sentar-se na cadeira de rodas. Se a flexibilidade das ancas não for suficiente, o utilizador pode não conseguir adaptar-se a este tipo de estrutura.

Pelo contrário, se a flexibilidade das ancas não for muito grande, o utilizador pode estar interessado numa cadeira com o ângulo das costas ajustáveis, para que possa reclinar as costas e assim conseguir um ângulo entre tronco e pernas que melhor se adapte às suas necessidades.

Alguns utilizadores afirmam que um assento inclinado para trás ajuda a manter o equilíbrio e a estabilidade da cadeira.

É igualmente importante estar atento à flexibilidade dos joelhos e dos tornozelos. Alguns fabricantes disponibilizam as suas cadeiras com os apoios de pés muito próximos da frente do assento (quase na vertical). Estes apoios de pés resultam em cadeiras de rodas com um comprimento total menor e consequentemente com maior manobrabilidade mas, para as poder utilizar, o utilizador deve possuir uma boa flexibilidade ao nível dos joelhos.

Ângulo entre as pernas e o assento

A flexibilidade do utilizador ao nível dos joelhos, terá que ser tanto maior quanto menor for o ângulo entre as suas pernas e o assento (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Se a flexibilidade dos joelhos não for muito grande, o utilizador deve procurar uma cadeira com um ângulo que se adeque bem à sua situação (maior). É de ter em atenção que quanto maior for este ângulo, maior será o comprimento total da cadeira de rodas.

Ângulo do assento

O ângulo do assento é medido em relação à horizontal, podendo ser negativo, positivo ou nulo (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

Se o ângulo for nulo, o assento é perfeitamente horizontal. Um ângulo de assento positivo indica um assento que é inclinado para trás (a parte da frente é mais alta que a parte de trás). Ângulos positivos do assento combinados com costas da cadeira na vertical, exigem uma boa flexibilidade das ancas.

Um ângulo negativo do assento significa um assento inclinado para a frente (a parte da frente do assento é mais baixa que a parte de trás) e são especialmente usados pelos utilizadores com pouca flexibilidade das ancas.

Alguns utilizadores preferem o ângulo positivo do assento, sentado-se com os joelhos mais altos que as ancas. Se a curto prazo conseguem uma maior estabilidade do tronco, a longo prazo poderão sofrer de encurvadura da espinha e fortes dores nas costas.

Ângulo das costas

O ângulo das costas é medido em relação à vertical (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Um ângulo nulo significa que as costas da cadeira de rodas se encontram perfeitamente verticais. Se o ângulo das costas é positivo, isto significa que as costas da cadeira estão inclinadas para trás.

Um grande ângulo positivo pode ser necessário se a flexibilidade das ancas for fraca, resultando numa cadeira demasiado comprida.

Existem costas de cadeiras de rodas que podem ser ajustadas tanto para ângulos positivos como para ângulos negativos. Um ângulo negativo das costas requer uma boa flexibilidade das ancas.

Quanto menor for o ângulo das costas da cadeira, mais direitas se apresentarão as costas do utilizador. Alguns utilizadores gostam de ângulos negativos das costas da cadeira por lhes dar uma maior estabilidade, embora a longo prazo não seja essa a posição mais confortável.

Capacidade motora

Este capítulo diz respeito aos utilizadores de cadeiras de rodas que têm a capacidade motora suficiente para mover a sua própria cadeira sem ajuda de terceiros. Em casos especiais de pessoas que sofrem de hemiplegia, a propulsão pode ser feita com os pés. Geralmente, esta propulsão é efectuada pelos braços e mãos sobre o aro de tracção montado nas rodas traseiras.

A facilidade com que se chega ao aro de tracção e se acciona o aro de tracção afecta a eficiência da propulsão [35]. Existem três medidas que determinam a maior ou menor facilidade de propulsão da cadeira de rodas:

- ❑ Diâmetro da roda traseira
- ❑ Diâmetro do aro de tracção
- ❑ Posição horizontal do eixo traseiro

Algumas destas dimensões estão intimamente ligadas a outras já focadas, como sejam a altura do assento, ou o comprimento total da cadeira, que afecta a manobrabilidade da mesma.

Diâmetro da roda traseira

A maior parte as cadeiras possui rodas de 24 polegadas e um aro de tracção de 20 a 21 polegadas. Para a maior parte dos utilizadores estes valores colocam a roda e o aro de tracção numa boa posição para que a propulsão da cadeira de rodas seja eficiente. Contudo, se o utilizador tiver escolhido um assento muito alto ou muito baixo, ou se tiver braços muito longos ou muito curtos, pode ter que optar por rodas e/ou aros de tracção de tamanhos diferentes do normal.

Rodas com menores diâmetros serão mais eficientes se o utilizador tiver braços muito longos, porque assim o utilizador não terá que dobrar tanto o cotovelo e o ombro para alcançar o topo do aro de tracção. Em oposição, rodas de maiores diâmetros (26 ou mesmo 28 polegadas) aproximam a roda das mãos do utilizador, sendo preferíveis se o utilizador tiver braços muito curtos ou um assento muito alto (por exemplo, para garantir que os apoios de pés não batem no chão).

A maior proximidade do aro de tracção também promove uma menor amplitude de movimento dos braços, para a mesma propulsão.

Diâmetro do aro de tracção

Alguns atletas preferem um aro de tracção de dimensões reduzidas porque um pequeno movimento do aro de tracção dará uma maior velocidade à cadeira de rodas, requerendo, contudo, um maior esforço. Para além disso, conseguem, assim, manter permanentemente o contacto com o aro de tracção, melhorando a eficiência da propulsão e maximizando a velocidade atingida [36-38].

O utilizador deve, no entanto, experimentar aros de tracção de vários diâmetros e com vários revestimentos [39], para perceber qual o que melhor se adapta às suas necessidades.

Um aro de tracção muito pequeno pode provocar ferimentos de vária ordem nas mãos, uma vez que exige mais força para mover a cadeira de rodas e permite a deslocação a maiores velocidades. Para além disso, para o utilizador conseguir chegar a um aro de tracção de pequeno diâmetro tem que possuir um assento muito baixo, o que não é muito prático numa utilização quotidiana da cadeira.

Posição horizontal do eixo traseiro

Para além do diâmetro das rodas, a localização horizontal do eixo da roda afecta a facilidade com que o utilizador chega ao aro de tracção.

A localização horizontal do eixo traseiro é medida em relação à intersecção do assento com as costas da cadeira. Um valor positivo indica uma colocação do eixo à frente desta intersecção, enquanto um valor negativo indica uma posição do eixo traseiro atrás da mesma intersecção.

Se o fabricante fornecer uma gama de valores, então a posição do eixo traseiro é ajustável. Este ajustamento da posição do eixo traseiro requer, em geral, o uso de ferramentas.

Uma roda montada à frente da intersecção entre o assento e as costas, será de mais fácil propulsão pelo utilizador, mas este terá que possuir uma boa mobilidade do tronco, porque a estabilidade da ca-

deira será mais pequena: a distribuição de pesos na cadeira está muito concentrada na roda traseira, sendo muito fácil fazer um cavaleiro. Além disso, o comprimento total da cadeira será mais reduzido, conferindo-lhe melhor manobrabilidade, a cadeira terá menor tendência para seguir as inclinações quando as atravessar na perpendicular e as rodas traseiras terão mais tracção (menos tendência para escorregar) porque existe uma maior percentagem do peso sobre elas.

Uma roda montada atrás da intersecção entre o assento e as costas proporcionará maior estabilidade, maior comprimento total da cadeira, menor manobrabilidade e maior dificuldade em chegar ao aro de tracção. A tendência para seguir a inclinação quando a atravessa na perpendicular será aumentada e as rodas traseiras apresentarão maior tendência para derrapar porque existe uma menor percentagem de peso sobre elas.

Para utilizadores amputados dos membros inferiores, é necessário montar as rodas atrás das costas da cadeira, porque a distribuição de pesos do seu corpo faz com que a cadeira fique demasiado instável, já que o peso sobre as rodas da frente é praticamente nulo.

Como grande parte das cadeiras de rodas possuem eixos traseiros ajustáveis na horizontal, o utilizador pode ir montando o eixo traseiro mais para a frente à medida que se vai habituando à sua cadeira.

5

ENDEREÇOS NA INTERNET

Introdução

Numa era a que se determinou chamar da “informação e das telecomunicações”, cheia de referências a uma “rede” que ninguém vê mas que toda a gente consulta chamada **INTERNET**, seria uma grave falha não a referir neste trabalho. Neste capítulo, juntam-se alguns endereços cuja consulta pode complementar a informação deste livro. Como senão, a língua inglesa é de conhecimento obrigatório...

Esta lista de *sites* da Internet não é, de modo algum, completa. Para quem tiver tempo ou interesse, pode ir ao motor de procura Web Crawler (<http://webcrawler.com>) e no campo de procura (search), escreva pura e simplesmente “wheelchairs”, “clikando” com o rato no botão “search”. Como resultado, obtém centenas de *sites* relacionados com cadeiras de rodas. Pode também tentar “rehabilitation” em vez de “wheelchairs”: obterá como resposta milhares de *sites* que estão relacionados com reabilitação.

Institutos de normalização

ISO – International Organization for Standardization

É esta a instituição, a nível mundial, que regulamenta a produção de normas sobre os mais variados assuntos, inclusivamente, em cadeiras de rodas e todo o tipo de material relacionado com reabilitação.

Têm origem nesta instituição as normas ISO que servem de base às normas ANSI/RESNA abordadas no capítulo 3.

<http://www.iso.ch>

ANSI - American National Standards Institute

Instituto Americano de normalização, em colaboração com o qual foram elaboradas as normas ANSI/RESNA de cadeiras de rodas.

<http://web.ansi.org>

IPQ – Instituto Português da Qualidade

O instituto responsável pela normalização, a nível nacional, através do qual se podem adquirir todos os tipos de normas, nacionais ou estrangeiras.

<http://www.ipq.pt>

Instituições estatais e privadas

RESNA - Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America

Esta é uma instituição Norte Americana com grande peso na área da reabilitação, mesmo a nível mundial. Realiza uma conferência annual, de grande prestígio, e comercializa um número elevado de publicações. Faz também a acreditação de técnicos especializados em reabilitação, ministrando cursos para esse efeito.

<http://www.resna.org>

PARALYZED VETERANS OF AMERICA

Página da associação Paralyzed Veterans of America. Encontram-se neste site notícias sobre assuntos de interesse para as pessoas com lesões na coluna, informações de revistas da especialidade e sobre edições da associação.

<http://www.pva.org>

UNITED STATES QUAD RUGBY ASSOCIATION

Página da Associação Americana de Quad Rugby, um desporto em franco crescimento, não só nos Estados Unidos. Possui muita informação sobre este desporto, como, por exemplo, as regras do jogo e as suas origens.

<http://www.quadrugby.com/toc.htm>

AMERICAN PARALYSIS ASSOCIATION

Página da Associação Americana para a Paralisia, estritamente ligada às Fundações Christopher Reeve, Kent Waldrep e Stifel onde se podem encontrar centros de discussão e publicações específicas. Esta Associação, em ligação com as três fundações citadas, tem como objectivo a cura para a paralisia provocada por lesões na coluna.

<http://www.apacure.com>

WORLD ASSOCIATION OF PERSONS WITH DISABILITIES

Página onde se pode conversar sobre assuntos comuns. Além disso pode ser lido em Francês, Alemão, Italiano, Castelhana, Inglês (língua base do site) e Português, embora as traduções não sejam de grande qualidade.

<http://www.wapd.org>

CLEAVERS MOBILITY CENTER

O objectivo dos realizadores desta página é fornecer informação detalhada sobre alguns modelos de cadeiras de rodas. Infelizmente alguma informação só está disponível no Reino Unido e Irlanda, já que esta segue por carta para o destinatário.

<http://www.cleaver.co.uk>

IGC INTERNET

Este é um local de conversa e aconselhamento entre pessoas com deficiências. Também tem *links* para outras páginas de Instituições e Organizações ligadas ao ramo da reabilitação.

<http://www.igc.org/pwd/wheel.htm>

CENTRO DE REABILITAÇÃO PROFISSIONAL DE GAIA

A única página Portuguesa desta lista é da responsabilidade do Centro de Reabilitação Profissional de Gaia. O centro tem como função ajudar profissionalmente os deficientes motores.

<http://www.crpgaia.pt>

Fabricantes

21TH CENTURY SCIENTIFIC INC.

Esta página é da responsabilidade da 21th Century Scientific, Inc, produtores de cadeiras de rodas eléctricas.

<http://www.wheelchairs.com>

BALDER USA

A Balder USA é o representante da empresa Sueca Balder, fabricante de cadeiras de rodas eléctricas.

<http://www.balderusa.com>

BEACH WHEELCHAIRS OF PENSACOLA CALIFORNIA

Neste site vende-se uma cadeira de rodas manual especialmente desenhada para poder andar sobre areia.

<http://www.beachwheelchair.com>

BEACH WHEELS, INC.

Mais um fabricante de cadeiras de rodas manuais para a praia.

<http://www.beachwheelchair.com>

COMFORT ORTHOPEDIC CO. LTD

Empresa produtora de material ortopédico, incluindo cadeiras de rodas manuais e eléctricas, baseada em Taiwan. Apresenta um catálogo dos seus produtos, mas não apresenta preços.

<http://www.comfort.com.tw>

DAESE IND. CO. LTD

A Daese é um construtor Coreano. Disponibiliza um catálogo de produtos desta companhia, onde se podem ver as características de cada um deles. O preço não está disponível.

http://www.daese.com/dase_com/index.html

EAGLE SPORTCHAIRS

Empresa construtora de cadeiras de rodas manuais para todos os tipos de usos, incluindo cadeiras para desporto. Apresenta um catálogo com especificações, mas não disponibiliza fotografias das cadeiras. Os preços, no entanto, são referidos.

<http://www.harb.net/EagleSportschairs>

EUROFLEX

Empresa Sueca fabricante de cadeiras de rodas de trabalho, cadeiras de rodas eléctricas, e cadeiras de rodas especialmente desenhadas para crianças.

<http://www.euroflex.se/e/mainframe.htm>

EVAC+CHAIR CORPORATION

Empresa fabricante de cadeiras para evacuação rápida de pessoas com deficiências, em caso de incêndio ou outro tipo de catástrofe.

<http://www.evac-chair.com>

GENDRON INC.

Fabricantes de produtos hospitalares, incluindo cadeiras de rodas manuais. Possui um catálogo, sem preços, dos seus produtos.

<http://www.gendroninc.com>

GUNNELL INC.

Mais um fabricante de produtos hospitalares. Incluem-se cadeiras de rodas e todos os tipos de acessórios. Produzem cadeiras de rodas manuais reclináveis.

<http://www.gunnell-inc.com>

INVACARE

Esta empresa comercializa um enorme leque de produtos ligados à reabilitação, entre os quais se encontram as cadeiras de rodas Action. Disponibiliza o seu catálogo, contendo especificações e acessórios.

<http://www.invacare.com>

LIFESTAND

Fabricante de cadeiras de rodas que permitem às pessoas andarem na posição vertical já existem.

<http://www.lifestand.tm.fr>

LEVO AG

A Levo é uma empresa Suíça que fabrica cadeiras manuais e eléctricas que permitem ao seu utilizador mover-se numa posição vertical.

<http://www.levo.ch>

MAGIC MOBILITY

Fabricante Australiano de cadeiras de rodas. Tem disponível uma cadeira de rodas com tracção às quatro rodas. O site contém as especificações técnicas das cadeiras de rodas, bem como várias fotos.

<http://www.magicmobility.com.au>

MIKI KOREA CO. LTD

Fabricante Coreano de cadeiras de rodas manuais.

<http://www.wheelchair.co.kr>

MOGO WHEELCHAIRS

A empresa Mogo fabrica cadeiras de rodas com estilo inovador. A sua filosofia é fabricar cadeiras ao estilo de cada um. Para a Mogo as cadeiras deixaram de ser objectos iguais a si próprios. Também permitem ao cliente escolher acessórios dentro de um vasto leque de opções para equipar a cadeira conforme as necessidades.

<http://www.mogowheelchairs.com.au>

OPTIWAY TECHNOLOGY INC.

A empresa Optiway produz scooters para pessoas com problemas de mobilidade. Nalgumas condições, as scooters podem substituir as cadeiras de rodas eléctricas. Pode-se pedir um catálogo pelo correio.

<http://www.optiway.com>

PALMER INDUSTRIES

Fabricante Americano de scooters individuais e para duas pessoas. Possui um catálogo com preços e especificações.

<http://www.palmerind.com>

PERMOBIL

A Permobil é uma empresa Sueca que produz cadeiras de rodas eléctricas. O catálogo está disponível.

<http://www.permobil.se>

RGK WHEELCHAIRS

A empresa RGK fabrica cadeiras de rodas. Pode-se encontrar o catálogo da empresa e fazer encomendas de cadeiras e acessórios. Tem links a outras páginas sobre o mesmo assunto.

<http://www.rgk-wheelchairs.co.uk>

SPORTEL AB

Fabricante de uma cadeira eléctrica especial para desporto.

http://www.sportel.se/test_uk.htm

THE STEVEN MOTOR CHAIR

Empresa Americana fabricante de cadeiras de rodas eléctricas. Todas as especificações técnicas das cadeiras estão disponíveis.

<http://www.foothill.net/~todds/Steven.htm>

SUNRISE MEDICAL

A Sunrise Medical é o construtor de várias marcas conhecidas de cadeiras de rodas, como Quickie, Breezy e Zippie. Possui um catálogo de produtos onde se podem ver fotografias das cadeiras de rodas e algumas especificações.

<http://www.sunrisemedical.com>

Vendedores

ALLEGRO HOME HEALTH CARE SUPPLIES

Loja aberta na Internet com todo o tipo de material para pessoas com deficiências, com possibilidade de compra directa e descontos consideráveis.

<http://www.goallegro.com>

BETTER CARE MEDICAL, INC.

Esta empresa é fornecedora de ajudas técnicas e vende na Internet produtos como cadeiras de rodas, scooters, elevadores, camas especiais, equipamento para casa de banho, etc.

<http://www.bettercaremedical.com>

LIVERMORE MEDICAL SUPPLIES

Fornecedores de vários produtos de várias marcas: cadeiras de rodas, scooters, baterias e outros acessórios.

<http://www.livmedsup.com>

MOBILITY UNLIMITED

Fornecedor de serviços e equipamentos de reabilitação, tais como cadeiras de rodas, scooters, andarilhos, etc., de várias marcas.

<http://www.mobilityunlimited.com>

ORTHOCO L.L.C.

Esta é a página da Orthoco L.L.C. que tem uma loja de acessórios para cadeiras de rodas. Também vende on-line cadeiras de rodas.

<http://www.orthoco.com>

REHAB DESIGNS INC

Fornecedor de equipamentos e serviços de reabilitação. Possui um catálogo muito vasto de cadeiras de rodas manuais e eléctricas, com *links* directos para os catálogos dos fabricantes, com a nota positiva de fornecer um preço para cada cadeira. Este site merece uma visita demorada.

<http://www.rehabdesigns.com>

REHABILITATION DESIGNS INC

Mais um fornecedor de serviços na área da reabilitação. Além de comercializar produtos de outros fabricantes, também produz alguns acessórios feitos à medida do utilizador.

<http://www.wheel-chairs.com>

ROLCONTROL PRODUCTS

A Rolcontrol vende directamente cadeiras de rodas manuais e eléctricas, novas e usadas, de várias marcas, possibilitando o teste antes da compra.

<http://www.pacificnet.net/~rolcontrol/index.html>

SCOOTER DEPOT

Vendedor de scooters e cadeiras de rodas, novas e usadas, de marcas variadas. Vende também outros equipamentos, médicos e hospitalares, bem como elevadores de scooters para transporte em carro particular ou mini-van. Os preços estão disponíveis, bem como as fotografias exemplificando o modo de operação dos elevadores.

<http://www.scooterdepot.com>

SPORTAID & MEDAID

Vendedor de grande variedade de cadeiras de rodas e todo o tipo de acessórios desde rodízios até mochilas, de numerosas marcas, disponibilizando os preços. Todos os artigos têm uma foto identificativa. Na página principal, a Sportaid diz que consegue bater qualquer preço de qualquer artigo da concorrência...

<http://www.sportaid.com>

WORLD WIDE WHEELCHAIRS AND USED MEDICAL EQUIPMENT

Vende cadeiras de rodas, material de casa de banho e outros produtos para pessoas com deficiências, em segunda mão. Possui também alguns links para outras páginas do mesmo tipo.

<http://www.usedwheelchairs.com>

Acessórios

ADVANTAGE BAG COMPANY

Empresa Americana especializada em bolsas e mochilas para adaptação a muletas e cadeiras. Pode pedir-se um catálogo por e-mail.

<http://www.wheelsource.com>

AMERICAN AIRLESS

A American Airless é uma empresa especializada em pneus maciços, quer seja para cadeiras de rodas manuais quer para cadeiras de rodas eléctricas. Oferecem uma gama de pneus para ambas as situações.

<http://www.americanairless.com/>

BODYPOINT DESIGNS, INC.

Fabricante de acessórios para cadeiras de rodas. Possui um catálogo de produtos com preço. Possui também alguns *links* para outras páginas.

<http://www.bodypoint.com>

DIESTCO MANUFACTURING COMPANY

Fabricante de todo o tipo de acessórios para cadeiras de rodas manuais e eléctricas. Possui um catálogo de produtos, com possibilidade de fazer a encomenda directamente.

<http://www.diestco.com>

HARNESS DESIGNS INC.

Fabricante de luvas para utilizadores de cadeiras de rodas manuais. Disponibiliza um catálogo com os preços, bem como as fotos dos vários modelos de luvas. Possui *links* para outras páginas de interesse.

<http://www.harnessdesigns.com>

HASELTINE SYSTEMS CORPORATION

Fabricante de embalagens para acondicionamento de cadeiras de rodas durante viagens.

<http://www.haseltine.com/>

FLOFIT WHEELCHAIR SEATING AND POSITIONING

Fabricante de almofadas para melhorar a postura numa cadeira de rodas.

<http://www.flofitmed.com>

KEMPF - KATALAVOX

A empresa Kempf desenvolveu um sistema de controlo de cadeiras de rodas eléctricas através da voz humana, chamado Katalavox. Este sistema não é restrito apenas a cadeiras de rodas eléctricas, podendo ser usado com outras aplicações. É sobretudo útil para os quadraplégicos.

<http://www.katalavox.com>

NATIONAL POWER CHAIR INC.

Fabricante Americano de motores, baterias e carregadores para cadeiras de rodas eléctricas.

<http://www.npcinc.com>

Q'STRAIT

Fabricante Americano de sistemas de segurança para cadeiras de rodas e seus ocupantes. Possui um catálogo extenso de todos os produtos, desde os vulgares cintos de segurança até um corta-cintos para situações de emergência, bem como um manual de utilização.

<http://www.qstraint.com/index0.htm>

SURELOCK

Fabricante e vendedor de um sistema de travagem de cadeiras de rodas manuais patenteado, com segurança adicional em relação aos vulgares travões das cadeiras de rodas manuais. É recomendado, segundo o seu fabricante, quando o utilizador da cadeira de rodas está, por exemplo, envolvido num trabalho industrial em que tenha que desenvolver algum esforço com a sua cadeira travada.

<http://www.ruraltel.net/surelock>

REFERÊNCIAS

1. Rodrigues, P.E.L.B. "Os aspectos inovadores do projecto da cadeira de rodas manual e da cadeira de rodas eléctrica projectadas no Instituto Superior Técnico". Congresso "Da diferença ao prazer de existir" 40º Aniversário da Liga Portuguesa de Deficientes Motores. Homenagem ao Doutor João dos Santos. Centro Cultural de Belém, Outubro de 1994. (Apresentação convidada)
2. Rodrigues, P.E.L.B., Silva, A.F. "Cadeira de rodas manual de baixo peso". Ciclo de conferências CITE. Secretariado Nacional de Reabilitação, Centro Maria Cândida da Cunha, UNHOS, Abril de 1995. (Apresentação convidada)
3. Rodrigues, P.E.L.B., Homem, P. "Desenvolvimento de uma cadeira de rodas de competição para Atlanta '96 – Modalidade de Atletismo". Ciclo de Conferências CITE. Secretariado Nacional de Reabilitação, Centro Maria Cândida da Cunha, UNHOS, Abril de 1995. (Apresentação convidada)
4. Medhat, M.A., Hobson, D.A.. "Standardization of Terminology and Descriptive Methods for Specialized Seating – A Reference Manual". Resna Press, 1992.
5. ANSI/RESNA Wheelchair Standards, Vol. 1 e 2, Resna Press, 1998
6. Bertocci, G., Karg, P., Hobson, D. "Wheeled Mobility Device Database for Transportation Safety Research and Standards". Assistive Technology, 1997 vol. 9, pag. 102-115
7. Rodrigues, P.E.L.B. "Cadeira de rodas manual e o seu desenvolvimento". I Jornadas Tecnológicas de Apoio e Reabilitação Soluções e Serviços. Acção paralela à AJUTEC 96, IV Feira Internacional de Ajudas Técnicas e Novas Tecnologias para Pessoas com Deficiências, Porto, Setembro de 1996. (Apresentação convidada)
8. Thacker, John G., Sprigel, Stephen H., Morris, Belinda O., *Understanding the Technology When Selecting Wheelchairs*. Resna Press, 1994
9. Kirby, R.L., MacLeod, D.A., "Adding Loads to Manually Propelled Wheelchairs: Computer Modelling Results of the Effect on Static Stability". Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 95 Vancouver, Canada. Junho de 1995, pag. 343-345
10. Trudel, G., Kirby, R.L., Bell, A.C., "Experimental Location of the Axis of Rotation for Rear Stability of Wheelchairs with and Without Camber". Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 95 Vancouver, Canada. Junho de 1995, pag. 346-348
11. Bruno, C., Hoffman, A.H., "Modeling the Dynamic Stability of an Occupied Wheelchair". Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 98 Minneapolis, Junho de 1998, pag. 164-166
12. Trudel, G., Kirby, R.L., "Effect of Camber on Wheelchair Stability". Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 94 Nashville, Junho de 1994, pag. 315-317
13. Buckley, S.M., Bhambhani, Y.N., Madill, H.M., "The Effects of Rear Wheel Camber on Physiological and Perceptual Responses During Simulated Wheelchair Exercise". Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 95 Vancouver, Canada. Junho de 1995, pag. 361-363
14. Bertocci, Gina, Karg, Patricia, Hobson, Douglas. "Wheeled mobility device database for transportation safety research and standards". Assistive Technology, vol 9.2/1997, Resna Press.

15. Silva, A.F., Silva, P.C. "Cadeiras de Rodas Ultra-Leves para Deficientes Motores - Da Ideia ao Protótipo". Trabalho apresentado no Instituto Politécnico de Bragança, a convite do mesmo, 10 de Maio de 1996
16. Rodrigues, P.E.L.B., Silva, A.F. "The effect of the folding mechanism on the slack of the backrest for vertical folding wheelchairs". Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 95 Vancouver, Canada. Junho de 1995, pag. 273-275
17. Rodrigues, P.E.L.B., Silva, A.F. "The influence of the frame tolerances on the rolling resistance of manual wheelchairs". European Conference on the Advancement of Rehabilitation Technology - ECART - Lisboa, Outubro de 1995, pag. 21-23
18. Rodrigues, P.E.L.B., Silva, A.F. "Relationship between frame deformation and wheel misalignment for manual wheelchairs". The Canadian Seating and Mobility Conference, Toronto, Setembro de 1996
19. Liu, D., Cooper, R., Tai, C., Rentschler, A., Dvorznak, M. "Quantitative Assessment of the Vibration Experienced by Wheelchair Users During Activities of Daily Living". Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 98 Minneapolis, Junho de 1998, pag. 134-136
20. Kauzlarich, J., Thacker, J. "The Rolling Resistance, Ride Comfort and Flame Hazard". Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 95 Vancouver, Canada. Junho de 1995, pag. 340-342
21. Kirby, R., MacLeod, D., Sampson, M., Thoren, F. "The Effect of Reaching and Leaning on Wheelchair Stability". Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 94 Nashville, Junho de 1994, pag. 321-323
22. Rodrigues, P.E.L.B., Silva, A.F., Carrilho, A., Antunes, P. "The relationship between the angle of camber and the tracking misalignment of manual wheelchairs". Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 96 Salt Lake City, Junho de 1996, pag. 244-246
23. Richter, W.M., Smith, L.G., Chizinsky, K.A., Chesney, D.A., Axelson, P.W., "Effects of Caster Type on Wheelchair Propulsion Work Requirements". Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 98 Minneapolis, Junho de 1998, pag. 140-142
24. Bertocci, G., Esteireiro, J., Thomas, C., Young, T., "Testign and evaluation of Wheelchair Caster Assemblies Subjected to Dynamic Crash Loading". Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 98 Minneapolis, Junho de 1998, pag. 34-36
25. Siekman, A.R., Axelson, P.W., "Preliminary Test Methods for Wheelchair Seating Components". Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 98 Minneapolis, Junho de 1998, pag. 161-163
26. Gaal, R.P., Pfaelzer, P.F., Hotchkiss, R.D. "Forward Dynamic Stability Test for Manual Wheelchairs". Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 96 Salt Lake City, Junho de 1996, pag. 174-176
27. Kirby, R.L., DiPersio, M., MacLeod, D.A. "When Wheelchairs Tip Backwards Beyond their Stability Limita". Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 96 Salt Lake City, Junho de 1996, pag. 180-182
28. Cooper, R., Stewart, K., VanSickle, D., Albright, S., Heil, T., Robertson, R., Flannery, M., Ensminger, G. "Manual Wheelchair ISO-ANSI/RESNA Fatigue Testing Experience". Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 94 Nashville, Junho de 1994, pag. 324-326
29. Hekstra, A. "Safety Versus Functionality, a European Discussion on Standards for Wheelchairs and Related Products". Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 94 Nashville, Junho de 1994, pag. 312-314
30. Cooper, R., McGee, H. "Wheelchair Related Accidents and Malfunctions". Rehabilitation Engineering and Assistive

Technology Society of North America - RESNA - 95 Vancouver, Canada. Junho de 1995, pag. 334-336

31. Axelson, Peter, Minkel, Jean, Chesney, Denise, *A Guide to Wheelchair Selection*. The Paralyzed Veterans of America, 1994
32. Harp, A.J., Corkran, J.T., "Rehabilitation Technology as Art: The Effect of Aesthetics on Consumer Acceptance". Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 98 Minneapolis, Junho de 1998, pag. 188-190
33. Rodrigues, P.E.L.B., Silva, A.F., Abrantes, V. "Design Parametrization of a light weight manual wheelchair for optimum user comfort using CAD/CAM". Poster apresentado no Primeiro Congresso TIDE "Rehabilitation Technologies Strategies for the European Union". Palais des Congrès, Bruxelas, Abril de 1993
34. Veenbaas, R., "A Method for Choosing the Main Measures of a Hand Propelled Wheelchair System, Based on Anthropometric Sources and Multivariate Statistics". European Conference on the Advancement of Rehabilitation Technology - ECART 2 – Estocolmo, Maio de 1993
35. Shimada, S., Boninger, M., Cooper, R., Baldwin, M., "Relationship Between Wrist Biomechanics During Wheelchair Propulsion and Median Nerve Dysfunction". Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 98 Minneapolis, Junho de 1998, pag. 128-130
36. O'Connor, T.J., Robertson, R.N., Cooper, R.A. "Three Dimensional Kinematic Analysis of Racing Wheelchair Propulsion". Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 96 Salt Lake City, Junho de 1996, pag. 232-234
37. Shimada, S., Robertson, R., Cooper, R., Boninger, M. "Kinematic Characterization of Wheelchair Propulsion". Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 96 Salt Lake City, Junho de 1996, pag. 235-237
38. Cooper, R., Boninger, M., Robertson, R., Shimada, S. "Wheelchair Pushrim Forces as a Function of Body Mass".

Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 96 Salt Lake City, Junho de 1996, pag. 235-237

39. Koontz, A., Boninger, M., Baldwin, M., Cooper, R., O'Connor, T., "Effect of Vinyl Coated Pushrims on Wheelchair Propulsion Kinetics". Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America - RESNA - 98 Minneapolis, Junho de 1998, pag. 131-133