

# Os ensaios para a determinação da estabilidade estática das cadeiras de rodas



**A escolha correta de uma cadeira de rodas é de muito importante para ela proporcione um real ganho de qualidade de vida para pessoas que tem restrição de mobilidade, melhorando a sua qualidade de vida. Todas elas devem ser fabricadas conforme as normas técnicas, e uma delas determina os**



## Da Redação

A compra de uma cadeira de rodas exige que muitos pontos sejam avaliados. Nunca um produto desse tipo deve ser comprado por impulso, pois devem ser avaliados fatores técnicos, financeiros, ambientais e de interesse do usuário. É preciso considerar os objetivos do indivíduo, se quer a cadeira de rodas para ter independência de mobilidade em ambientes externos, se terá necessidade de um cuidador à disposição, se precisa que esse produto seja transportado no carro, entre outros fatores, tais como a condição física e motora, e as especificidades. Por exemplo, uma cadeira de rodas com controle ativo de estabilidade controla ou aumenta sua estabilidade (por meios eletrônicos ou outros meios) quando em repouso ou em movimento. Uma do tipo manual somente se movimenta com a força humana — e sua velocidade depende da força aplicada às argolas de propulsão. O direcionamento dela é feito pela diferença de velocidade empregada nas rodas traseiras.

Essas cadeiras de rodas se aplicam a situações em que o usuário possui nenhum ou pouco comprometimento dos membros superiores

e consegue uma boa independência com o modelo, ou à pessoas que não tem coordenação ou capacidade para dirigir uma cadeira de rodas motorizada e precisam de ajuda de um cuidador para se locomover.

Existem as com motorização para realizar os movimentos. Assim, o usuário não precisa fazer esforço para se locomover, sendo uma ótima opção para aqueles que possuem maior comprometimento dos membros superiores ou que precisam fazer maiores deslocamentos, os quais seriam muito desgastantes em uma cadeira de rodas manual.

Os motores são acionados por um controlador eletrônico que é alimentado por baterias recarregáveis. Para se locomover, o indivíduo precisa movimentar o joystick ou volante que controla proporcionalmente a velocidade e direção pela sua inclinação, podendo ser instalado em diferentes posições conforme a necessidade do usuário, possibilitando fazer manobras suaves.

Pode-se ressaltar que o dispositivo antitombo limita o ângulo de inclinação máximo de uma cadeira de rodas. Os dispositivos antitombo podem atuar nas inclinações para a frente,

para trás ou nas inclinações laterais.

Alguns dispositivos antitombo têm uma suspensão de mola. Algumas rodas de tração podem funcionar como dispositivos antitombo, mas sua função principal é tracionar. Os apoios de pés podem servir como dispositivos antitombo caso o fabricante designe que eles são intencionados a ter essa função.

Uma mudança na configuração da cadeira de rodas, ou nas suas características de controle, a fim de aumentar a estabilidade, não é considerada um dispositivo antitombo. Assim, define-se o ângulo de tombamento da cadeira de rodas como o ângulo da plataforma de ensaio em relação à horizontal, no qual a projeção vertical do centro de massa se move para fora de um polígono que conecta os pontos de contato de todas as rodas de tração (a ser avaliado por uma medida empírica).

O momento em que a cadeira de rodas começa a tombar é alcançado quando as forças assumem valor zero sobre todas as rodas que estão na parte mais elevada da superfície de ensaio (ou seja, uma ponta do polígono se encontra diretamente abaixo do centro de massa).

Há uma diversidade de métodos disponíveis para determinar quando as forças assumem valor zero nas rodas que estão na parte mais elevada da superfície de ensaio. Entre os métodos, que não são os únicos, encontram-se os seguintes: a capacidade de passar pedaços de papel por baixo das rodas, identificação visual de quando as rodas desencostam da plataforma de ensaio ou o uso de instrumentos que medem força.

A NBR ISO 7176-1 de 01/2018 - Cadeiras de rodas - Parte 1: Determinação da estabilidade estática especifica os métodos de ensaio para determinação da estabilidade estática das cadeiras de rodas. Aplica-se às cadeiras de rodas manuais e motorizadas, incluindo scooters, com uma velocidade máxima igual ou menor que 15 km/h, que sirvam para prover mobilidade em ambientes internos e/ou externos para uma pessoa com deficiência cuja massa esteja dentro da faixa representada pela NBR ISO 7176-11. Para cadeiras de rodas com controle ativo de estabilidade, esta parte se aplica a um estado estável, em repouso.

Esta parte apresenta um método para medir os ângulos de tombamento (seja

no ângulo de tombamento da cadeira de rodas ou no ângulo de tombamento do dispositivo antitombo), mas este método não se aplica a cadeiras de rodas com dispositivo antitombo lateral, e não considera o derrapamento no piso. Esta parte também inclui requisitos para relatórios de ensaio e divulgação de informações.

É importante conhecer as características de estabilidade estática de uma cadeira de rodas para fins de indicação de modelo e ajustes. Alguns ocupantes precisam de mais estabilidade para manter a segurança, enquanto outros preferem cadeiras de rodas precisamente balanceadas (menor estabilidade), que são mais fáceis de manobrar. A estabilidade estática é apenas um dos fatores que afetam a estabilidade dinâmica.

Os outros fatores são a posição do operador na cadeira de rodas, sua habilidade em operar a cadeira de rodas, a maneira pela qual a cadeira de rodas é impulsionada e o ambiente no qual a cadeira de rodas é operada. Esta parte da norma especifica os ensaios nos quais a estabilidade estática é medida com os freios de estacionamento acionados, como é o caso de

uma cadeira de rodas parada em um local inclinado.

Os ensaios também são realizados com as rodas destravadas, simulando a situação em que a cadeira de rodas está parada em um local inclinado com as rodas encostadas em obstáculos, a situação em um piso nivelado com as rodas destravadas e o usuário de cadeira de rodas tentando alcançar um objeto ou instabilidade da cadeira de rodas em movimento. Também são realizados os ensaios para determinar a estabilidade estática da cadeira de rodas quando ela está impedida de tombar por algum dispositivo antitombo, seja no movimento para a frente ou para trás, e a eficiência destes dispositivos antitombo caso a cadeira de rodas se incline naquela direção.

Pode-se dizer que, teoricamente, uma cadeira de rodas ocupada é estaticamente estável, desde que a linha da força da gravidade, a partir do centro de massa, esteja dentro da área no chão que está limitada ao traçado das linhas que ligam os pontos de contato de suas rodas. A estabilidade da cadeira de rodas aumenta à medida em que aumenta o ângulo entre o plano vertical que passa pelo eixo de tombamento e o plano que contém o

centro de massa e o eixo de tombamento.

Uma cadeira de rodas tomba quando é inclinada além deste ângulo medido (ver figura) em torno do eixo de tombamento. As cadeiras de rodas podem tombar em torno do ponto de contato quando as rodas estão travadas, ou em torno do eixo da roda quando as rodas estão destravadas. Uma vez que a localização do centro de massa não é conhecida, não é possível medir diretamente o ângulo de tombamento. Portanto, este ângulo é determinado com a cadeira de rodas sobre uma plataforma de ensaio cuja inclinação é ajustável. O ângulo do plano inclinado no qual a cadeira de rodas começa a tombar é medido. O ângulo da plataforma de ensaio representa o ângulo de tombamento.

No caso de um ensaio com rodas destravadas, o eixo de tombamento recai sobre os eixos da roda, e o centro de gravidade relevante é o da cadeira de rodas ocupada, excluindo a massa das rodas destravadas sobre as quais a cadeira tomba. Uma vez que este é um efeito bastante reduzido, não é mostrado explicitamente nas figuras desta parte da NBR ISO 7176.

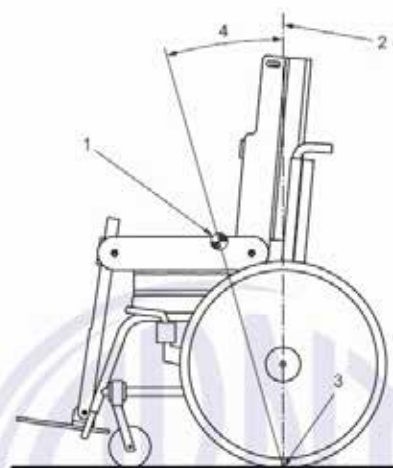
A cadeira de rodas é colocada em uma situação na qual fica em um equilíbrio

instável em torno de um eixo entre as duas rodas de tração e mais próxima do(s) mecanismo(s) antitombo.

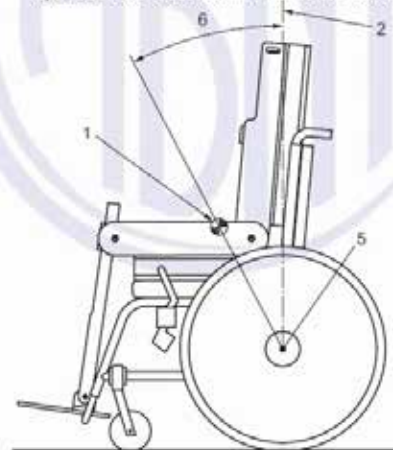
A partir deste estado, convém que a cadeira de rodas seja capaz de inclinar-se livremente até o(s) dispositivo(s) antitombo

entrem em contato com a superfície de ensaio. Observar se o dispositivo antitombo é capaz de impedir a cadeira de rodas de tombar completamente.

A plataforma de ensaio deve ser uma plataforma plana e rígida, com um ângulo



a) cadeira de rodas com as rodas travadas



b) cadeira de rodas com as rodas destravadas

#### Legenda

- 1 centro de massa da cadeira de rodas mais o boneco
- 2 vertical
- 3 eixo de tombamento quando a roda está travada
- 4 ângulo de tombamento da cadeira de rodas quando a roda está travada
- 5 eixo de tombamento quando a roda está destravada
- 6 ângulo de tombamento da cadeira de rodas quando a roda está destravada

Demonstração dos ângulos de tombamento da cadeira de rodas (exemplo de movimento para trás)

de inclinação ajustável que é suficientemente grande para acomodar a cadeira de rodas a ser ensaiada, com uma superfície que recaia entre dois planos paralelos imaginários separados por 5 mm, e que não apresenta mais do que  $0,5^\circ$  de variação na inclinação ou na inclinação cruzada ao longo de todo o ensaio. Os planos imaginários servem para prover medida de controle sobre a planicidade da plataforma de ensaio. As linhas visíveis paralelas e normais à articulação da plataforma de ensaio podem auxiliar no posicionamento da cadeira de rodas.

O ângulo de inclinação da plataforma de ensaio pode ser aumentado de maneira gradual ou contínua. Se o ângulo de inclinação aumentar de maneira gradual, durante os últimos dois ou três graus de inclinação, convém que os intervalos não sejam maiores que  $0,5^\circ$  e que não sejam tão abruptos a ponto de afetar a validade do ângulo de tombamento (seja o ângulo de tombamento da cadeira de rodas ou o ângulo do dispositivo antitombo).

Entre os intervalos de ângulo, convém que sejam feitas pausas suficientemente longas para permitir a acomodação de qualquer trepidação na cadeira de rodas. Sejam

quais forem os meios para amortecer a trepidação na cadeira de rodas, convém que eles não afetem a validade do ângulo de tombamento (seja o ângulo de tombamento da cadeira de rodas ou o ângulo de inclinação do dispositivo antitombo).

Se, em caso contrário, o ângulo de inclinação da plataforma de ensaios for aumentado de maneira contínua, durante os dois ou três últimos graus de inclinação antes de o ângulo de tombamento ser alcançado, convém que a velocidade da inclinação não exceda  $0,5^\circ/s$ . O calço é um meio de impedir uma roda

destravada, ou um dispositivo antitombo, de girar e que não afete a liberdade da cadeira de rodas de se inclinar em torno do eixo da roda com o limitador. As superfícies do calço que entram em contato com a roda devem ser perpendiculares ao plano de ensaio.

A altura do calço deve ser suficiente para impedir a rolagem das rodas durante o ensaio. Colocar uma barreira rígida em contato com as rodas que estão na parte mais baixa da superfície de ensaio é um método aceitável de ensaio, quando as rodas que estão na parte mais baixa da superfície de





ensaio estão destravadas. O limitador de deslizamento é o meio de impedir o deslizamento de uma roda travada, ou de um dispositivo antitombo, que não afeta a liberdade da cadeira de rodas de inclinar-se em torno do ponto de contato da roda ou haste do antitombo, sujeitas à limitação. Colocar uma barreira rígida em contato com as rodas que estão na parte mais baixa da superfície de ensaio não é um método aceitável de ensaio, quando as rodas que estão na parte mais baixa da superfície de ensaio estão travadas, pois isso muda o eixo de tombamento.

O limitador de inclinação é o meio de limitar o quanto a cadeira de rodas se inclina em relação à plataforma de ensaio. Isso não afeta a estabilidade da cadeira de rodas, não restringe a liberdade da cadeira de rodas de deformar, nem restringe a liberdade da cadeira de rodas de inclinar-se

o suficiente para detectar uma força zero sob as rodas que estão na parte mais baixa da superfície de ensaio da cadeira de rodas, ou de inclinar-se na direção de suas rodas antitombo.

O dispositivo de mensuração angular é o meio para medir a angulação do plano inclinado da plataforma de ensaios em relação à horizontal, com precisão de  $\pm 0,5^\circ$ . Para cadeiras de rodas com controle ativo da estabilidade, em que o fabricante especifica que a cadeira de rodas é estável apenas quando está ligada, convém que os ensaios sejam conduzidos com a cadeira ligada e os sistemas ativos.

Em todas as outras situações, convém que a cadeira de rodas seja ensaiada com o sistema ativo e com a cadeira desligada a fim determinar as condições de maior e menor estabilidade.

Convém que a avaliação da segurança das cadeiras

de rodas com controle ativo da estabilidade devido a desligamento elétrico (por opção do cadeirante ou não) durante o uso seja feita de acordo com a ISO 7176-14. Não utilizar um humano como ocupante no ensaio da cadeira de rodas, exceto quando aprovado por avaliações clínicas. Todos os ajustes devem estar dentro de uma faixa eficiente de ajustes especificados pelo fabricante no manual do operador, em uma etiqueta fixada na cadeira de rodas, ou em uma barreira física instalada para impedir movimentos que atinjam aquela área.

Durante os ajustes, “parte mais elevada” e “parte mais baixa” referem-se às direções da inclinação da plataforma de ensaio durante o ensaio.

O relatório de ensaio deve conter no mínimo as seguintes informações: nome, endereço



e condição de acreditação da instituição que realiza os ensaios; nome e endereço do fabricante da cadeira de rodas; tipo de cadeira de rodas e outras informações, como número de série e lote de fabricação; a descrição de todos os acessórios adicionados à cadeira de rodas; os detalhes de configuração das partes ajustáveis; a massa do boneco de ensaio, em quilogramas; os resultados dos ensaios; a data do ensaio; a declaração de que os métodos de ensaio usados foram os especificados nesta parte da NBR ISO 7176; quaisquer comentários ou observações; especificações da cadeira de rodas, incluindo profundidade e largura efetivas do assento; o equipamento e acessórios instalados na cadeira de rodas; a posição de todas as partes ajustáveis, incluindo as rodas dianteiras, rodas traseiras, o sistema de suporte corporal,

assento, encosto, ângulos e posições de apoio da perna, os rastros das rodas, cambagem, conjuntos de caster, e os dispositivos antitombo; a massa e dimensões do conjunto da bateria, capacidade em ampères-hora, tipo, fabricante e modelo; os tipos e tamanhos dos pneus; o motor e tipo de controlador; a posição de todos os controles e configurações ajustáveis pelo operador.

Importante que os fabricantes devem divulgar as informações em suas fichas de especificação, da maneira e na sequência especificada na NBR ISO 7176-15, os ângulos de tombamento mais e menos estáveis da cadeira de rodas e os ângulos de tombamento do dispositivo antitombo, em graus, para o seguinte: o ângulo de tombamento frontal da cadeira de rodas (rodas travadas, se forem traváveis, baseado na subseção 8.3;

destravadas em situações diferentes das de 8.2); o ângulo de tombamento traseiro da cadeira de rodas (rodas travadas, se forem traváveis, baseado na subseção 9.3; destravadas em situações diferentes das de 9.2); os ângulos de tombamento da cadeira de rodas, orientação lateral da menor estabilidade (em 10.2 na esquerda e na direita, se a diferença for maior do que 1°); o ângulo de tombamento do dispositivo antitombo (nas subseções 11.2 e 11.3) e se o dispositivo antitombo impediu a cadeira de rodas de tombar.

Se um sistema ativo de estabilidade estiver disponível para a cadeira de rodas ensaiada, o fabricante deve divulgar qual é a influência daquele sistema sobre os resultados nas duas fichas de especificação e no manual do usuário da cadeira de rodas.

