

## **Mecanismos para propulsão manual de veículos para locomoção de pessoas com deficiência motora em membros inferiores: estudo prospectivo**

**Manual propulsion mechanisms of vehicles for the locomotion of people with lower-limbs motor disabilities: prospective study**

**Mecanismos de propulsión manual de vehículos para la locomoción de personas con discapacidad motriz en miembros inferiores: estudio prospectivo**

Recebido: 08/03/2022 | Revisado: 16/03/2022 | Aceito: 20/04/2022 | Publicado: 23/04/2022

**Leonardo Silva Menezes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1881-2309>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Brasil

E-mail: [leonardomenezes@ifba.edu.br](mailto:leonardomenezes@ifba.edu.br)

**Antonio Gabriel Souza Almeida**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2955-6988>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Brasil

E-mail: [gabrielalmeida@ifba.edu.br](mailto:gabrielalmeida@ifba.edu.br)

**José Mário Araújo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4170-7067>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Brasil

E-mail: [araujo@ieee.org](mailto:araujo@ieee.org)

**Luanda Kívia de Oliveira Rodrigues**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0801-2319>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Brasil

E-mail: [luandakivia@ifba.edu.br](mailto:luandakivia@ifba.edu.br)

### **Resumo**

Pessoas com deficiência motora apresentam necessidades relacionadas à mobilidade que os produtos disponíveis não conseguem atender plenamente. Dispositivos de assistência por terceiros amplamente adotados, as cadeiras de rodas possuem baixa eficiência mecânica, portanto, não ideais para locomoção. Os mecanismos desenvolvidos para solucionar tal fato ainda carecem de atenção em seu projeto e não entregam soluções completas. Existem outros veículos que são usados para esse fim de forma mais eficiente, contudo, apresentam configurações não apropriadas. O objetivo deste estudo é buscar tecnologias usadas em mecanismos para propulsão manual usados em veículos para pessoas com deficiência motora de membros inferiores. Como metodologia adotada, foi realizado um estudo prospectivo, para verificar o cenário tecnológico. Para os critérios de seleção adotados, foram encontrados 19 patentes, nenhuma no Brasil, na plataforma de busca. Esses resultados demonstram que há potencial para trabalhar com projetos de produtos para o referido público no país devido ao hiato no mercado.

**Palavras-chave:** Mecanismos de propulsão manual; Dispositivos de mobilidade; Deficiência motora.

### **Abstract**

People with motor disabilities present mobility-related needs that the available products cannot fully meet. Widely adopted assistive devices, wheelchairs have low mechanical efficiency, therefore, not ideal for locomotion. The mechanisms developed to solve this fact still need attention in their project and do not deliver complete solutions. Other vehicles are used for this purpose more efficiently; however, they present inappropriate configurations. This study aims to search for technologies used in manual propulsion mechanisms used in vehicles for people with lower-limb motor disabilities. As a methodology adopted, a prospective study was carried out to verify the technological scenario. For the selection criteria adopted, 19 patents were found, none in Brazil, on the search platform. These results demonstrate that there is potential to work with product projects for this group in the country due to the market gap.

**Keywords:** Manual propulsion mechanisms; Mobility devices; Motor disability.

### **Resumen**

Las personas con discapacidades físicas tienen necesidades relacionadas con la movilidad que los productos disponibles no pueden satisfacer por completo. Dispositivos de asistencia de terceros ampliamente adoptados, las sillas de ruedas tienen una baja eficiencia mecánica y, por lo tanto, no son ideales para la locomoción. Los mecanismos desarrollados para resolver este hecho aún necesitan atención en su proyecto y no entregan soluciones

completas. Hay otros vehículos que se utilizan para este propósito de manera más eficiente, sin embargo, tienen configuraciones inapropiadas. El objetivo de este estudio es buscar tecnologías utilizadas en los mecanismos de propulsión manual utilizados en vehículos para personas con discapacidad motora de miembros inferiores. Como metodología adoptada, se realizó un estudio prospectivo para verificar el escenario tecnológico. Para los criterios de selección adoptados, se encontraron 19 patentes, ninguna en Brasil, en la plataforma de búsqueda. Estos resultados demuestran que existe potencial para trabajar con proyectos de productos para esta audiencia en el país debido a la brecha del mercado.

**Palabras clave:** Mecanismos de propulsión manual; Dispositivos de movilidad; Discapacidad motora.

## 1. Introdução

A atual Sociedade Industrial, moldada e esculpida pela interação recíproca entre Indústria e Sociedade ao longo dos últimos séculos, vem consolidando modos de as pessoas se relacionarem entre si. Esses comportamentos, recentemente, são baseados no apelo de “urgência das realizações” – quando a necessidade da ação de um evento é ansiada ser de conclusão rápida – bastante observado nas formas de produção em massa (com objetivo de maximização de lucro do processo industrial) e adotados pelas tecnologias de informação e comunicação. As relações instantâneas propiciadas pela agilidade digital com largura de banda suficiente para altas velocidades de transmissão têm permitido avanços tecnológicos em diversos setores, notadamente àqueles que podem resumir suas atividades em dados eletrônicos. No entanto, os campos em que o aspecto físico e concreto é preponderante, as limitações são determinadas não apenas pela óbvia barreira do movimento inercial (associado à relação inversa massa x velocidade e o seu custo, diretamente), mas pela necessidade humana de contato real, que pode ser observada como durante a recente crise de saúde pelo Novo Coronavírus. Assim, embora algumas atividades possam ser substituídas de forma eficaz por meios digitais, outras ainda dependem (ou são preferidas) da mobilidade das pessoas para ocorrerem eficientemente. Mas não sem a influência do apelo de urgência já assimilado e exigido pelo coletivo social.

Tal comportamento tem implicações importantes nas pessoas (notados pelos números relativos à saúde mental crescentes nos últimos anos) e são ainda mais relevantes quando é observado o público com deficiência. Em um mundo em que as relações, as transações e a troca de informação são largamente baseadas na mobilidade dos indivíduos, assim como a velocidade desse fluxo, pessoas com deficiência enfrentam dificuldades para acompanhar ou mesmo participar desses eventos (Menezes et al., 2021). Atividades, tais como trabalhar e estudar, essenciais no cotidiano de todo membro de agrupamentos sociais, têm especial efeito em pessoas com deficiência (PCD) dadas às barreiras encontradas por elas. Esses limites desde estruturais urbanos – tais como obstáculos, irregularidades, desnivelamentos, falta de acesso e iluminação – até as concepções associadas aos indivíduos com deficiência ao longo da história, trazendo discriminações sociais, como observado por Carvalho-Freitas (2009), reduzem sua autonomia e inclusão à sociedade.

Em um olhar particular às pessoas com deficiência motora (PCDM), elas encontram muita dificuldade para se inserirem neste contexto uma vez que a sua dificuldade está justamente na mobilidade. De acordo com o Censo 2010 do IBGE, existem aproximadamente 13 milhões de pessoas que reportaram possuir alguma deficiência motora no Brasil. Dessas, cerca de 930 mil frequentavam escola ou creche na época da pesquisa, sendo que apenas 9,4 milhões eram alfabetizadas. daquelas com idade acima de 10 anos, segundo a entrevista, cerca de 4 milhões possuíam trabalho, sendo que aproximadamente 68% destes tinham ganhos até dois salários mínimos e cerca de 600 mil não possuíam qualquer rendimento. Assim, existe uma relação entre a dificuldade de mobilidade e a não inclusão tornando as pessoas com deficiência motora dependentes de terceiros, reduzindo sua autonomia significativamente.

O dispositivo de assistência à locomoção usado por 90% das pessoas com limitação de mobilidade, conforme Woude et al. (2001), é a cadeira de rodas. Estudos demonstraram que a eficiência mecânica desses veículos variam de 2 a 12% (Verellen et al., 2004). O grande esforço físico para seu funcionamento podem ocasionar lesões no punho, cotovelo e/ou ombro – 31% a 73% dos casos, de acordo com Medola et al. (2012). Por conta disso, para se deslocarem em condições mais

desafiadoras, como em percursos íngremes ou com obstáculos verticais, os cadeirantes acabam necessitando de auxílio para vencê-los. Já o caso de deslocamentos mais longos, a baixa eficiência mecânica das cadeiras de rodas impossibilita o percurso.

Existem outros veículos que são usados para a locomoção de pessoas com deficiência motora em membros inferiores (PCDMMI), como o armbike e a handbike. Esses dispositivos, que podem ser acoplados à cadeira de rodas, usam mecanismos para a propulsão manual dos veículos, aumentando a eficiência mecânica e reduzindo, por assim, o esforço aplicado pelos usuários na locomoção. O primeiro é um veículo de propulsão manual impulsionado pelo braço do usuário pela movimentação de um mecanismo de transmissão acionado por um braço de alavanca articulada ancorada no garfo do veículo. Já a handbike é impulsionada e dirigida pelas mãos do usuário, pela movimentação de um mecanismo de transmissão acionado por manivelas por onde se estendem manoplas articuladas. O veículo apresenta diferentes configurações de acionamento (manivelas rotativas ou alavancas alternativas) e de disposição, dependendo de seu projeto. Em comparação com as cadeiras de rodas convencionais, de acordo com Verellen et al. (2004), a eficiência mecânica de handbikes varia entre 11 a 15%. Contudo, esses equipamentos são usados comumente para esportes e lazer, não diariamente.

O objetivo deste artigo é – dando continuidade aos estudos sobre veículos para pessoas com deficiência motora de membros inferiores, iniciados pelas handbikes – buscar tecnologias usadas em mecanismos para propulsão manual usados em cadeiras de rodas.

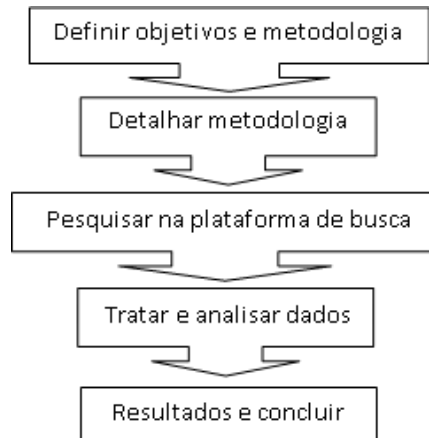
## 2. Metodologia

Em uma época em que a humanidade experimenta uma influência recíproca de diversas tecnologias, o desenvolvimento de inovações e as reações acerca das mudanças por elas apresentadas constituem em grandes desafios gerenciais na atualidade. “Estudos de Prospecção constituem a ferramenta básica para a fundamentação nos processos de tomada de decisão em diversos níveis na sociedade moderna” (Mayerhoff, 2008). Trata-se, portanto, de um método ativo para buscar informações e projeções sobre tendências na movimentação tecnológica buscando minimizar as incertezas no tempo e na técnica. “Visa a incorporar informação ao processo de gestão tecnológica, tentando predizer possíveis estados futuros da tecnologia ou condições que afetam sua contribuição para as metas estabelecidas” (Dos Santos Amparo et al., 2014). Os dados encontrados, então, fornecem subsídios tangíveis para orientar a interpretação do mercado e da construção do conhecimento tecnológico.

De acordo com Bahruth et al. (2006 apud Mayerhoff, 2008), a prospecção tecnológica apresenta quatro fases distintas: a fase preparatória (definindo objetivos, escopo e metodologia); a fase pré-prospectiva (detalhamento da metodologia e pesquisa das fontes de dados); a fase prospectiva (coleta, tratamento e análise de dados); e a fase pós-prospectiva (comunicação dos resultados, implementação e monitoramento das ações). Com base nesse entendimento, foram definidas as etapas do método usado no estudo prospectivo, ilustrada na Figura 1.

O objetivo deste trabalho é verificar o cenário de prospecção tecnológica para o estudo e desenvolvimento de veículos de propulsão por PCDMMI's. A busca de patentes será conduzida na plataforma Espacenet utilizando as palavras-chave “propulsion”, “mechanism” e “wheelchair”, filtrando os códigos IPC (Internacional Patent Classification) B62M 1/14 (Rider propulsion of wheeled vehicles operated exclusively by hand power). A definição do termo para cadeira de rodas (wheelchair) como palavra chave teve com intuito reduzir a amplitude de sentido, especificamente para os mecanismos de propulsão para veículos destinados a locomoção de PCDMMI's, visto que há outras aplicações desses aparatos, mesmo filtrando pelos códigos IPC adotados. Além do mais, não foram encontradas quaisquer patentes para armbikes e um estudo prospectivo especificamente para handbikes já foi realizado anteriormente – conforme Menezes et al. (2021).

**Figura 1:** Diagrama de fluxo para método do estudo prospectivo.



Fonte: Autores (2021).

A procura foi feita como busca avançada no título ou no resumo. Não foi estabelecido critério de linguagem nem de data. Também foram coletados os locais e data de publicação do registro, assim como o depositante. Publicações idênticas sob números de registro diferentes (em diversos escritórios) ou com propósito diferente de propulsão foram contadas, mas não seguiram para a etapa de análise.

A busca foi realizada em 25/07/2021 e, posteriormente, os dados obtidos no Excel foram processados. Uma vez coletadas todas as patentes, a próxima etapa foi o tratamento dos dados e a análise dos resultados obtidos.

### 3. Resultados e Discussão

Depois de realizada a busca na plataforma, conforme especificado, foram encontrados 30 patentes depositadas. Analisando os resultados obtidos, foram encontradas patentes que não correspondiam a mecanismos de propulsão (conforme buscado), e patentes repetidas publicadas com numeração diferente ou registradas em diferentes escritórios. Para o primeiro caso, os itens foram descartados, para o segundo caso, foi considerado, para efeito de referência, a primeira data de publicação, mas, para efeito de análise, a mais recente. Assim, das 30 patentes encontradas, foram consideradas um total de 19 patentes. O resultado está disposto na Tabela 1.

**Tabela 1:** Resultado do estudo prospectivo.

Autor	Registro	IPC	Local de Aplicação
Young, 1984	US4471972A	B62B11/00, B62M1/14, A61G5/02	Estados Unidos
Byrge, 1987	US4652026A	B62M1/14, B62M3/14, B62M1/14	Estados Unidos
Seol, 1990	EP0352350A1	A61G5/02, A61G5/10, B62M1/14	Estados Unidos
Parisi, 1991	US5037120A	B62M1/14, A61G5/02	Estados Unidos
Joannet, 1993	WO9301787A1	A61G5/02, A61G5/02	Mundo
Noyola, 1999	US5899476A	B62M1/14, A61G5/02, B62M1/14	Estados Unidos
Long et al., 2005	US6910701B1	B62M1/14, A61G5/02	Estados Unidos
Orford, 2005	GB2405845A	A61G5/02, B62M1/04, A61G5/02	Grã-Bretanha
Cook et al., 2008	US7837210B2	B62M1/16	Estados Unidos
Morgan, 2008	GB2449496B	B60G7/00, B62D7/06, B62M1/14, A61G5/02, B62M1/24, B60G7/00, B62D7/06, B62M1/14	Grã-Bretanha
Edel et al., 2009	WO2009099440A1	B62M1/14	Mundo
Green, 2009	US2009206574A1	B62M1/16, F16H27/02	Estados Unidos
Kylstra, 2009	WO2009025815A1	B62M1/14	Mundo
Maerkeze, 2012	WO2012151511A1	A61G5/02, B62M1/16, F16H19/08	Mundo
Morgan e Wardle, 2012	GB2488141A	A61G5/02, B62M1/14, A61G5/10	Grã-Bretanha
França, 2014	US8915513B2	A61G5/02, A61G5/10, B62M1/14	Estados Unidos
Baker, 2013	US8540266B2	A61G5/00, B62M1/14	Estados Unidos
Rodi, 2013	WO2013126979A1	B62M1/14	Mundo
DeMirza, 2016	US9398988B1	A61G5/02, A61G5/10, B62M1/16	Estados Unidos

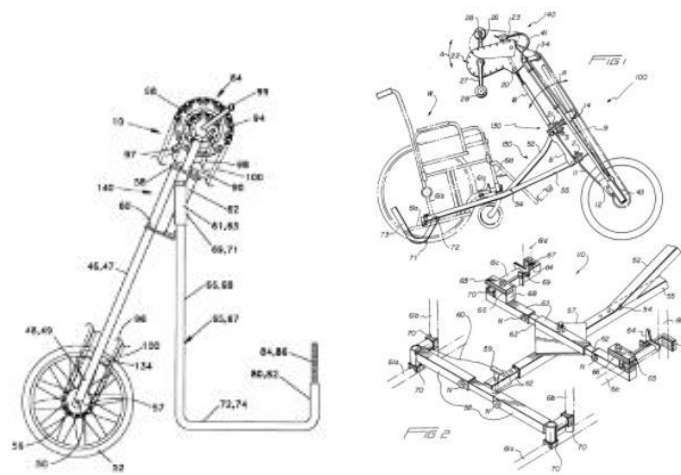
Fonte: Autores (2021).

As patentes foram registradas principalmente em 2 países: Estados Unidos (11 registros), correspondendo cerca de 60% do resultado final, e Grã-Bretanha (3 registros). As patentes depositadas no WIPO foram rotuladas como “Mundo”, apesar de as patentes terem proteção apenas por local de aplicação, já que não foi possível identificar o país onde foram depositadas. Nenhum invento foi protegido no Brasil, apesar de existirem inventores brasileiros ou escritas em português. Como não houve estabelecimento de corte por tempo de depósito, 6 das patentes encontradas possuem mais de 20 anos, ou seja, não estão mais no período de proteção. Portanto, a menos de alguma condição especial, as demais patentes haveriam de ter status ativo.

Em relação os inventos, alguns autores apresentaram um conceito diferenciado do mecanismo de propulsão propondo alterações também na cadeira de rodas ou em outras partes do dispositivo. Outros propuseram apenas mecanismos para melhorar a propulsão a serem acoplados ou instalados nos dispositivos.

Young (1984) e Noyola (1999) desenvolveram cada um conjunto de propulsão acoplável a cadeiras de rodas, transformando-a em uma handbike. O conjunto consiste em uma roda montada em um garfo (montado em um quadro) e movimentada através de ligação flexível e rodas dentadas por um par de manivelas, por onde o usuário aciona e direciona o dispositivo. A diferença entre os inventos está na configuração de manivelas (síncronas ou assíncronas) e no acoplamento do conjunto através do quadro à cadeira de rodas. Ambas patentes encontram-se expiradas. A Figura 2 apresenta os desenhos das invenções.

**Figura 2:** Desenho da patente US4471972A (a) e US5899476A9 (b).

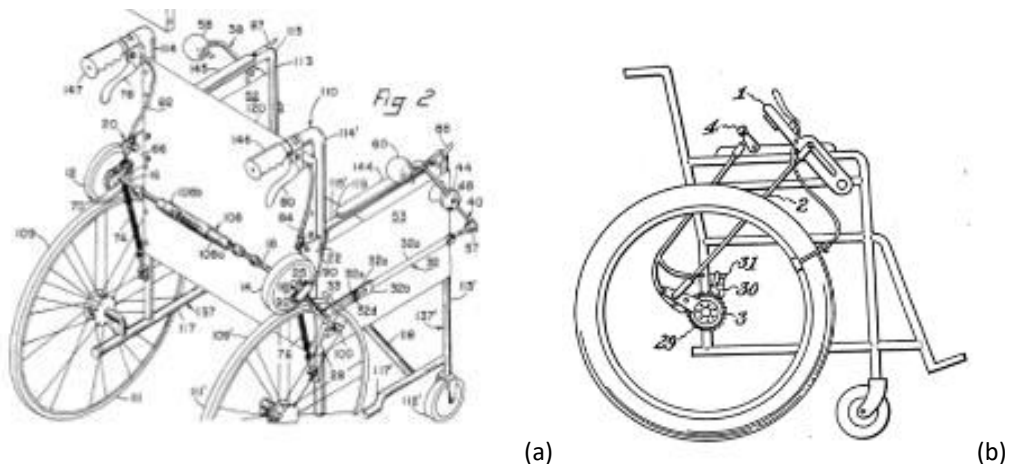


Fonte: Yang (1984) e Noyola (1999).

Byrge (1987) apresentou um sistema de propulsão a partir de uma alavanca de mão fixada na extremidade frontal de ambos os descansos de braço de uma cadeira de rodas cujo movimento é transmitido por uma barra circular rígida a uma manivela. O mecanismo, assim, aciona uma roda de atrito que, por fim, movimenta a roda traseira do dispositivo. Existe um sistema de freios por alavancas colocado em ambas as manoplas de assistência, na estrutura traseira superior do dispositivo. A patente já está expirada. A Figura 3(a) apresenta o desenho da invenção Byrge (1987).

Seol (1990) também propôs um mecanismo de propulsão por alavancas acoplados em cadeiras de rodas. A alavanca, posicionada verticalmente nas extremidades frontais do apoio de braço e lateralmente ao dispositivo, é conectada por uma barra circular rígida a manivelas acopladas diretamente ao eixo da roda traseira, possibilitando a propulsão. A barra circular se movimenta livremente em um furo oblongo, possibilitando a conexão dos dois elementos, já que têm raios diferentes. Outra alavanca menor, posicionada anteriormente à alavanca de propulsão, modifica a direção da rotação, permitindo marcha à frente e marcha ré. O conjunto ainda apresenta uma alavanca de feio posicionada na extremidade da alavanca de propulsão. A patente já cessou. A Figura 4 apresenta o desenho da invenção.

**Figura 3:** Desenho da patente US4652026A (a); Desenho da patente EP0352350A1 (b).



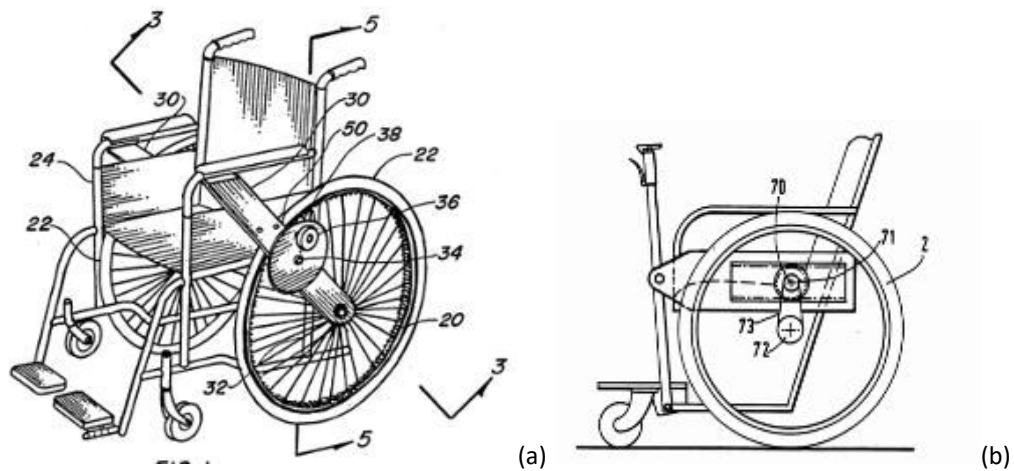
Fonte: Byrge (1987) (a); Seol (1990) (b).

Parisi (1991) apresentou um conjunto de propulsão provido de um par de manivelas posicionadas lateralmente ao dispositivo que permite, por assim, a transmissão contínua por ligação flexível a um sistema de engrenagens internas. Estas

estão posicionadas no aro, internamente à roda, que, por sua vez, movimentam as rodas. A patente já está expirada. A Figura 4(a) apresenta o desenho da invenção.

Joannet (1993) desenvolveu um mecanismo de propulsão por alavancas verticais posicionadas na porção frontal-lateral de cadeiras. A alavanca se estende até a estrutura inferior do dispositivo em conexão por pivô. Um elemento horizontal, posicionado na porção central da alavanca, movimentam uma roda dentada que é acionada por dentes estampados nas bases horizontais internas de um recorte do elemento horizontal. Isso permite que o movimento recíproco de ação nas alavancas seja transformado em um movimento rotacional contínuo transmitido às rodas traseiras do dispositivo. Não há informações sobre o estado atual da patente. A Figura 4 (b) apresenta o desenho da invenção.

**Figura 4:** Desenho da patente US5037120A (a); Desenho da patente WO9301787A1(b).

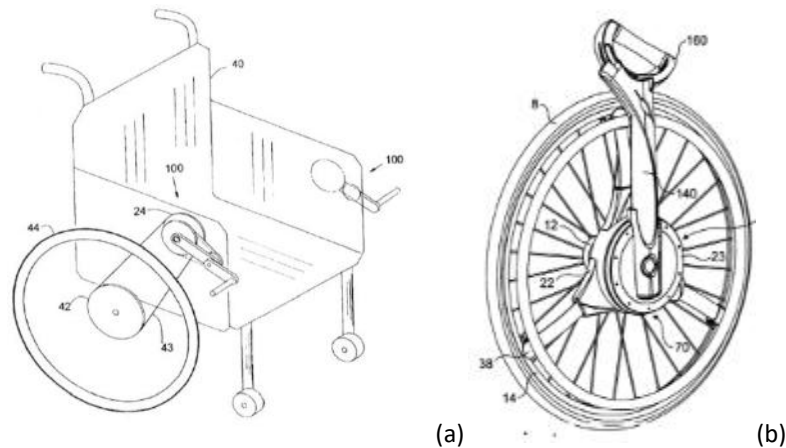


Fonte: Parisi (1991) (a); Joannet (1993) (b).

Long et al. (2005) apresentaram um conjunto de propulsão provido de um par de manivelas posicionadas lateralmente ao dispositivo, logo abaixo do apoio de braços. A rotação das manivelas permite a transmissão contínua por ligação flexível e rodas dentadas a um trem de engrenagens planetárias que, por sua vez, movimentam as rodas. A Patente está ativa até 2023. A Figura 5(a) apresenta o desenho da invenção.

Orford (2005) desenvolveu um mecanismo de propulsão por alavanca conectada diretamente à roda. A ação é realizada através de uma manopla posicionada na extremidade superior da alavanca, que se projeta perpendicularmente, em uma posição pronada da mão. A extremidade inferior da alavanca é fixada ao eixo da roda, onde engrenagens permitem o movimento em apenas uma direção de rotação. A patente foi retirada. A Figura 5 (b) apresenta o desenho da invenção.

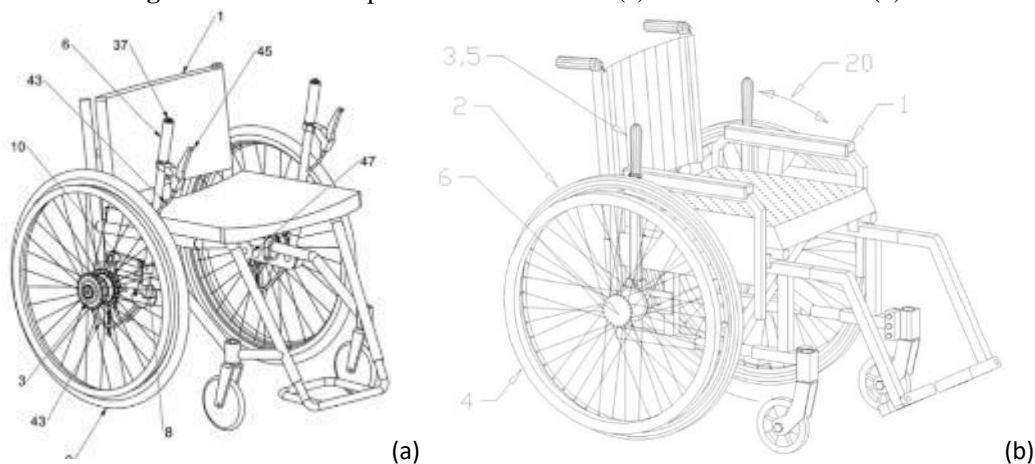
**Figura 5:** Desenho da patente US6910701B1(a); Desenho da patente GB2405845A (b).



Fonte: Long et al. (2005) (a); Orford (2005) (b).

Cook et al. (2008) e Green (2009) apresentaram cada um dispositivo com propulsão por alavancas de montagem direta no cubo das rodas traseira. A primeira patente está ativa e a segunda foi abandonada. A diferença entre as invenções está na complexidade de cada. A mais antiga tem sistema de freios e a ancoragem da alavanca é em uma estrutura que se estende do eixo da roda, transmitindo o movimento através de um sistema biela-manivela. A outra é mais simples, sendo a ancoragem no próprio eixo da roda. A Figura 6 apresenta os desenhos das invenções.

**Figura 6:** Desenho da patente US7837210B2 (a) e US2009206574A1(b).

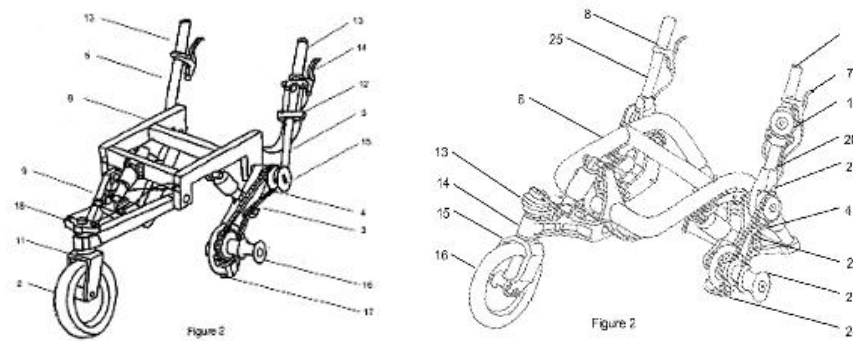


Fonte: Cook et al. (2008) (a); Green (2009) (b).

Morgan (2008) desenvolveu uma cadeira de rodas para todo tipo de terreno. A propulsão é por alavancas verticais onde é posicionada uma alavanca controla a direção da roda traseira. A transmissão é feita por ligação flexível e rodas dentadas. Em cada alavanca é posicionada uma alavanca do sistema de freios; A possibilidade de múltiplos tipos de terreno é garantida pelo sistema de suspensão. A patente está ativa. Na patente GB2488141A, Morgan e Wardle (2012) detalham um sistema de direção para a cadeira de rodas para todo terreno. Esta patente foi retirada. A Figura 7 apresenta os desenhos das invenções.



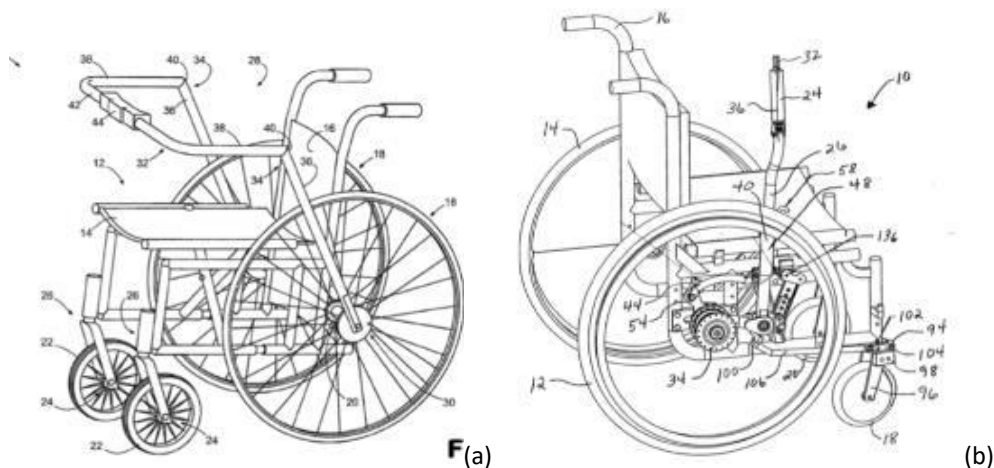
**Figura 7:** Desenho da patente GB2449496B (a) e GB2488141A (b).



Fonte: Morgan (2008) (a); Morgan e Wardle (2012) (b).

Edel et al. (2009) propuseram um sistema de propulsão que consiste em uma barra horizontal conectada a duas alavancas laterais em sua extremidade superior. A extremidade inferior destas são acopladas a um trem de engrenagens. A propulsão ocorre ao variar a altura da barra horizontal pelo usuário, o que aciona as alavancas que, por fim transmite o torque às engrenagens. Não informação quanto o estado da patente. Kylstra (2009) apresentou um dispositivo para alavancas de propulsão que concentra diferentes operações para o usuário sem que este necessite retirar as mãos do controle. Assim, a propulsão, a direção e a frenagem do dispositivo são realizadas pela ação do usuário a uma única alavanca, posicionada lateralmente ao dispositivo. Conectada a extremidade inferior desta e na estrutura inferior do dispositivo fica o mecanismo que confere as funções. Não informação quanto o estado da patente. A Figura 8 apresenta o desenho da invenção.

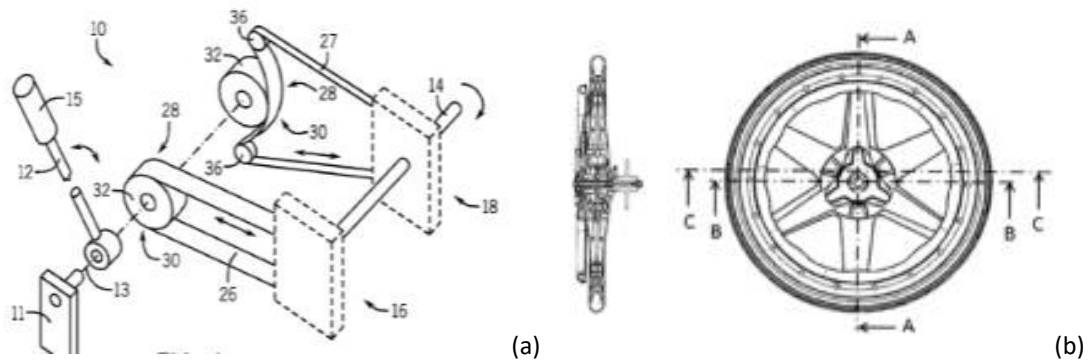
**Figura 8:** Desenho da patente WO2009099440A1(a); Desenho da patente WO2009025815A1 (b).



Fonte: Edel et al. (2009) (a); Kylstra (2009).

Maerkze (2012) desenvolveu um mecanismo para a propulsão por alavancas que permite a transformação do movimento recíproco do acionamento para torque em apenas um sentido. A extremidade inferior da alavanca é fixada a um eixo que contém duas polias. As ligações flexíveis em cada polia são tracionadas em uma direção, visto a configuração do mecanismo que faz contato com a superfície da roda em diferentes quadrantes. Assim, ao puxar a alavanca uma polia é acionada e, ao empurrar, é ativada a outra, aproveitando completamente a ação na alavanca, sendo o torque transmitido em apenas uma direção. Não informação quanto o estado da patente. Rodi (2013) desenvolveu um redutor mecânico de torque para ser acoplado ao aro de cadeiras de rodas, facilitando a propulsão e evitando o movimento de retorno. Não há informações sobre o estado atual da patente. A Figura 9 apresenta o desenho da invenção.

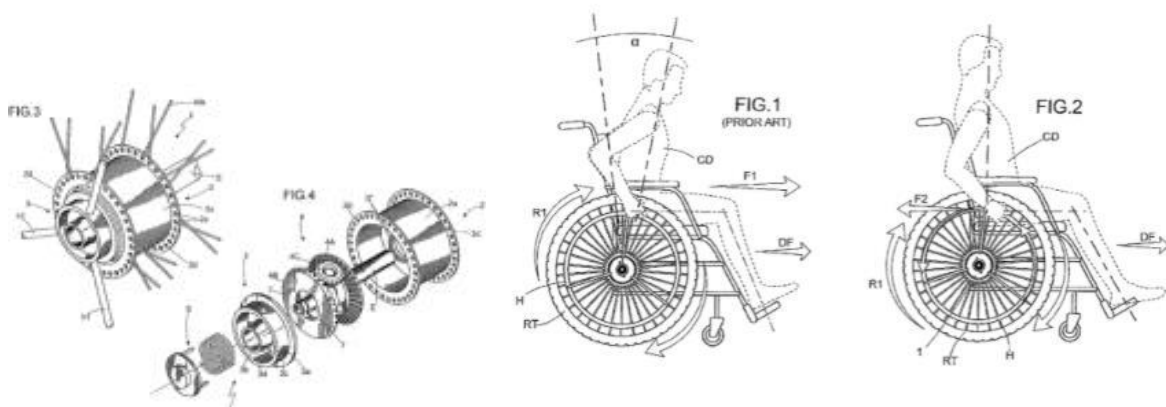
**Figura 9:** Desenho da patente WO2012151511A1 (a) Desenho da patente WO2013126979A1.



Fonte: Maerke (2012) (a); Rodi (2013) (b).

França (2014) apresentou um mecanismo montado nas rodas traseiras de uma cadeira de rodas que permite a propulsão para trás do dispositivo propiciando ao usuário sua manutenção em uma melhor postura. O mecanismo é montado no aro do dispositivo que, quando acoplado, permite o giro do aro e rodas na mesma direção e, quando desacoplado, permite que os itens girem em direções opostas, permitindo a marcha ré. O mecanismo é composto por um trem de engrenagens posicionado ao cubo da roda. Esta patente está expirada. A Figura 10 apresenta o desenho da invenção.

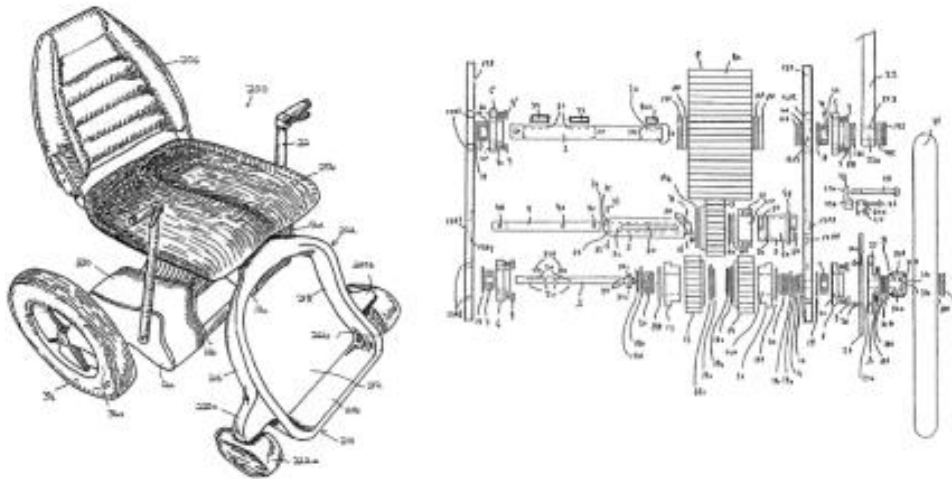
**Figura 10:** Desenho da patente US8915513B2.



Fonte: França (2014).

Baker (2013) apresentou um conceito de uma cadeira de rodas com quatro rodas, montadas em um quadro monobloco que abrange o assento. O mecanismo de propulsão compreende um trem de engrenagens posicionadas na parte traseira inferior do dispositivo, acionado pela extremidade inferior de um par de alavancas verticais que se estendem lateralmente ao dispositivo e que traciona as rodas traseiras. Esta patente está ativa. A Figura 11 apresenta o desenho da invenção.

**Figura 11:** Desenho da patente US8540266B2.



Fonte: Baker (2013).

DeMirza (2016) desenvolveu uma cadeira de rodas com propulsão por alavancas rebatíveis. Estas se estendem verticalmente da estrutura inferior frontal do dispositivo, em ambos os lados, possuindo uma articulação, na altura do assento, que gira no plano lateral em direção a porção traseira, permitindo o seu rebatimento. A transmissão é por ligação flexível diretamente nas rodas traseiras e fixadas suas extremidades uma no pivô da alavanca e outra à meia altura do elemento, antes da articulação. Na extremidade superior da alavanca estão posicionadas alavancas do sistema de freio. A patente está ativa. A Figura 12 apresenta o desenho da invenção.

**Figura 12:** Desenho da patente US9398988B1.



Fonte: DeMirza (2016).

#### 4. Conclusão

O resultado da busca de patentes para mecanismos de propulsão para cadeira de rodas na plataforma selecionada demonstrou que na última década não houve aumento de aplicações, em comparação com a década anterior (2000 a 2010). Este resultado surpreende visto a crescente relevância da área, quando novas políticas e regulamentações para inclusão de PCD's estimularam sua inserção no mercado de trabalho bem como na adaptação de estrutura urbana para acessibilidade de todas as pessoas.

No entanto, outro dado relevante é que, apesar de apenas 6 publicações terem sido a mais de 20 anos (tendo, por assim, o período de proteção expirado), apenas 5 patentes estavam ativas, contrariando a expectativa inicial. Outras 4 não

tinham informações disponíveis quanto a seu estado. As restantes ou foram abandonadas ou expiraram. Como pode ser notado, não há nenhum registro de proteção no Brasil.

As patentes apresentaram alguns conceitos interessantes, tais como as invenções desenvolvidas por Edel et al (2009), Baker (2013) e Dermiza (2016). Foi observada uma tendência de mecanismos multi-funções, englobando propulsão, acionamento do sistema de frenagem e acionamento da direção alocados em um mesmo acionamento.

Os registros encontrados não fizeram qualquer menção a estudos científicos relacionados à invenção ou a efetividade da solução. Assim, embora muitas soluções sejam criativas, questões como a força efetiva para ação dos mecanismos devido à suficiência do tamanho do braço de alavanca, que viabilizaria sua propulsão. Ou a posição da configuração, como altura de manoplas, distância da manopla ao encosto ou amplitude do movimento frente à distância ao encosto. Foi observado que grande número de invenções exigia esse posicionamento distante do descanso de braço, muitas vezes em altura próxima a dos ombros, contribuindo para um gasto energético corpóreo para manter os braços elevados, mas que não contribui para a propulsão, reduzindo a eficiência do mecanismo e trazendo fadiga ao usuário quando em deslocamentos maiores ou mais desafiadores. No caso de amplitudes de alavanca maiores que o comprimento do descanso de braço, isso obriga o usuário a acionar músculos do abdômen e do ombro que, igualmente à questão da altura das manoplas, reduz a eficiência do mecanismo e aumenta a fadiga do usuário.

Outra observação é que muitas das invenções apresentam comandos independentes em cada roda. Isso obriga o usuário a utilizar a mesma força em ambas as alavancas sob condição de manter a sua linha de direção – já que na situação de forças diferenciais promovem torques de intensidades diferentes, resultando em um movimento em curva. Além do que isso limita os mecanismos apenas a PCDMMI's que possuam plena ação de ambos os membros superiores.

Mais ainda, algumas soluções não propõem um sistema de frenagem, mesmo sendo conceitos de dispositivo completo (ou seja, é uma patente de um produto final, não de um mecanismo a ser instalado). Ou quando o possuem, não parecem completamente especificados, como no caso do invento de Byrge (1987), o qual o sistema de freios encontra-se nas manoplas de assistência, na estrutura traseira superior do dispositivo, com baixo acesso ao usuário.

Foi notada em grande parte dos inventos a manutenção de rodas de grande diâmetro e, em muitas, remanescendo o aro de propulsão, inclusive. Ao propor um mecanismo de propulsão por alavancas, por exemplo, perde-se a necessidade de rodas de grande diâmetro, uma vez que esta razão é para acomodar os aros, sendo, por assim, redundância.

Finalmente, é possível concluir que existe espaço inexplorado no mercado e um público carente de produtos dedicados, que lhe permita inclusão com autonomia. Cadeiras de rodas são dispositivos para assistência de terceiros e não veículos para locomoção. Os mecanismos desenvolvidos para solucionar a baixa eficiência mecânica desses dispositivos ainda carecem de atenção em seu projeto e não entregam soluções completas para as PCDMMI's. Sendo assim, há potencial para trabalhar com tais projetos de produtos.

O crescente envelhecimento da população, bem como sua longevidade, além de fatores, como a escalada da violência no trânsito e seu conseqüente efeito nas condições físicas dos envolvidos, revelam uma tendência no aumento de pessoas com deficiência, particularmente, com deficiência motora. Isso, juntamente com novos comportamentos e legislações, expandem um mercado pouco atendido. Para trabalhos futuros, outros códigos IPC podem ser investigados a fim de encontrar soluções propostas para outras situações compatíveis para serem utilizados ou adaptados em mecanismos de propulsão para veículos destinados à locomoção de PCDMMI's.

## Agradecimentos

Agradecer ao Instituto Federal a Bahia – Campus Salvador pelo fomento do projeto aprovado no Edital Edital n° 05/2020/DPGI/DIREC/Campus de Salvador/IFBA EDITAL DE INCENTIVO A PROJETOS DE PESQUISA, DE INOVAÇÃO E/OU DE EXTENSÃO.

## Referências

- Baker, S. B. (2013). Wheelchair. U.S. Patent Application No.US8540266B2.
- Byrge, J. J. (1987). Manual propulsion apparatus for wheelchairs. U.S. Patent Application No. US4652026A.
- Carvalho-Freitas, M. N. de. (2009). Inserção e gestão do trabalho de pessoas com deficiência: um estudo de caso. *Revista de Administração Contemporânea*, 13(spe), 121–138. <https://doi.org/10.1590/s1415-65552009000500009>
- Cook, T. M., Huff, J. W., Jauvtis, N. I., Kerrel, S. & Kylstra, B. (2010). Wheelchair drive system with lever propulsion and a hub-contained transmission. U.S. Patent Application No. US7837210B2.
- DeMirza, P. J. (2016). Human powered wheelchair with jackdrive™ propulsion system. U.S. Patent Application No.US9398988B1.
- Dos Santos Amparo, K. K., Do Ribeiro, M. C. O., & Guarieiro, L. L. N. (2014). Estudo de caso utilizando mapeamento de prospecção tecnológica como principal ferramenta de busca científica. *Perspectivas Em Ciencia Da Informacao*, 17(4), 195–209. <https://doi.org/10.1590/S1413-99362012000400012>
- Edel, F. M., Limroongreungreat, W. & Wang, Y. T. (2009). Systems and methods for propelling a wheelchair. WO2009099440A1.
- França, J. G. (2014). Reverser mechanism applied to the rear axle of a wheelchair. U.S. Patent Application No.US8915513B2.
- Green, S. C. (2009). Lever Drive Wheelchair Transmission. U.S. Patent Application No.US2009206574A1.
- IBGE – Intituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2012). *Censo Brasileiro de 2010*.
- Joannet, L. (1993). Propulsion Mechanism, Especially for a Wheelchair. WO9301787A1.
- Kylstra, B. (2009). Hand grip motion control capabilities for a lever propulsion wheelchair. WO2009025815A1.
- Long, T., Scott, W. & Stiller, A. (2005). Wheelchair propulsive mechanism. U.S. Patent Application No.US6910701B1.
- Maerkze, J. T. (2012). Mechanism for converting reciprocating lever action to unidirectional rotary motion. WO2012151511A1.
- Mayerhoff, Z. D. V. L. (2008). Uma Análise Sobre os Estudos de Prospecção Tecnológica. *Cadernos de Prospecção*, 1(1), 3. [http://www.portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/view/3538/2637%0Ahttp://ic.ufal.br/evento/cbie\\_laclo2015/eventos.html%0Ahttps://portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/view/23039](http://www.portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/view/3538/2637%0Ahttp://ic.ufal.br/evento/cbie_laclo2015/eventos.html%0Ahttps://portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/view/23039)
- Medola, F. O., Elui, V. M. C. & Fortulan, C. A. (2012). Ergonomia no projeto e desenvolvimento de um aro de propulsão manual para cadeiras de rodas. *Revista Brasileira De Inovação Tecnológica Em Saúde*. 2(1). <https://doi.org/10.18816/r-bits.v2i1.1904>
- Menezes, L. S., Bitencourt, A. C. P., Almeida, A. G. S., & Rodrigues, L. K. de O. (2021). Handbike: Systematic review and prospective study. *Research, Society and Development*, 10(6), e3810615342. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15342>
- Morgan, T. (2010) All terrain wheelchair. GB2449496B.
- Morgan, T. & Wardle, J. E. (2012). Mechanism for converting reciprocating lever action to unidirectional rotary motion. GB2488141A.
- Noyola, R. (1999). Auxiliary frame with propulsion and steering means for attachment to wheelchair. U.S. Patent Application No.US5899476A.
- Parisi, P. J. (1991). Wheelchair manual drive mechanism. U.S. Patent Application No.US5037120A.
- Orford, R. N. C. (2005). Propulsion apparatus. GB2405845A.
- Rodi, P. (2013). Mechanical torque reducer combined with holdback brake. WO2013126979A1.
- Seol, Marn C/O Kun Teng INT'L LTD. (1990). Wheelchair. EP0352350A1.
- Verellen, J., Theisen, D., & Vanlandewijck, Y. (2004). Influence of crank rate in hand cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(10), 1826–1831. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000142367.04918.5A>
- Woude, L. H.V. van der. (2011). Development and validity of an instrumented handbike: Initial results of propulsion kinetics.
- Young, R. L. (1984). Propulsion and safety device for a conventional wheelchair. U.S. Patent Application No. US4471972A.