

# **Impactos e Desafios do Fortalecimento Muscular e Exercício Físico na Vida dos Lesados Medulares - Uma Revisão Bibliográfica**

**Thiago Gomes Cardoso  
Lucas Pereira Ferreira de Rezende  
Cleudmar Amaral de Araújo  
Gilmar da Cunha Sousa  
Fernando Lourenço de Souza  
Márcio Peres de Souza**



**Atena**  
Editora

**Ano 2020**

# **Impactos e Desafios do Fortalecimento Muscular e Exercício Físico na Vida dos Lesados Medulares - Uma Revisão Bibliográfica**

**Thiago Gomes Cardoso  
Lucas Pereira Ferreira de Rezende  
Cleudmar Amaral de Araújo  
Gilmar da Cunha Sousa  
Fernando Lourenço de Souza  
Márcio Peres de Souza**



**Atena**  
Editora

**Ano 2020**

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecário**

Maurício Amormino Júnior

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

#### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

#### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Eivaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza

Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## Impactos e desafios do fortalecimento muscular e exercício físico na vida dos lesados medulares: uma revisão bibliográfica

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecário:** Maurício Amormino Júnior  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremonesi  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Autores:** Thiago Gomes Cardoso... [et al.].

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

I34 Impactos e desafios do fortalecimento muscular e exercício físico na vida dos lesados medulares [recurso eletrônico] : uma revisão bibliográfica / Thiago Gomes Cardoso... [et al.]. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-240-1

DOI 10.22533/at.ed.401200408

1. Educação física – Pesquisa – Brasil. 2. Treinamento muscular. 3. Exercícios físicos. 4. Lesão medular. 5. Dores. I. Cardoso, Thiago Gomes. II. Rezende, Lucas Pereira Ferreira de. III. Araújo, Cleudmar Amaral de. IV. Sousa, Gilmar da Cunha. V. Souza, Fernando Lourenço de. VI. Souza, Márcio Peres de.

CDD 613.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

Aos meus pais (Lúcio e Gislene), irmã (Larissa) e familiares que, de forma direta ou indireta, contribuíram para que chegasse até aqui.

À Flávia, por todo o apoio e compreensão.

Em especial aos meus avós, Maria Umbelino Gomes e Aéssio Gomes Pereira (in memoriam).

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade, o dom da sabedoria e todas as graças derramadas ao longo deste trabalho, permitindo-me concluí-lo mesmo diante de todas as dificuldades encontradas as quais nem sempre foram poucas.

À minha família pelo apoio e compreensão nos momentos de ausência e por não pouparem esforços para me ajudar nas dificuldades encontradas.

À Universidade Federal de Uberlândia (UFU), à Faculdade de Engenharia Mecânica da UFU e ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG); bases da minha formação e atuação profissional.

Ao Professor Dr. Cleudmar Amaral de Araújo, diretor geral do CINTESP.Br pela valiosa orientação e companheirismo. Agradeço enormemente, também, ao professor Dr. Gilmar da Cunha Sousa pela orientação, revisão técnica e estar sempre disposto a ajudar e contribuir de forma incisiva ao trabalho por meio de sua vasta experiência na área de anatomia. Deve-se ressaltar também as contribuições do Sr. Mário Eduardo Santos Rodrigues, técnico do Laboratório de Neuromecânica e Fisioterapia (LANEF), do Sr. Diego Augusto Costa Alves e o Sr. Jonas Profeta Borges em todo o apoio prestados ao trabalho.

Aos professores Dr. Márcio Peres de Souza e Dr. Fernando Lourenço de Souza pela valiosa ajuda e orientação técnica.

Ao CNPq, CAPES e CEFET-MG pelo apoio financeiro e profissional concedidos ao longo do trabalho.

Sou grato ainda a tudo que foi alcançado com muita luta, perseverança, esforço e, por fim, a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram no desenvolvimento deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>3</b>
INTRODUÇÃO	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>6</b>
REVISÃO DA LITERATURA	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>44</b>
CONCLUSÃO	
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>46</b>
<b>SOBRE OS AUTORES</b> .....	<b>51</b>

## IMPACTOS E DESAFIOS DO FORTALECIMENTO MUSCULAR E EXERCÍCIO FÍSICO NA VIDA DOS LESADOS MEDULARES - UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O conceito de qualidade de vida vem sendo atualizado de forma a se tornar mais amplo, levando em consideração um conjunto completo de fatores inerentes à vida do ser humano, dentre eles a saúde física e mental. Quando se analisa pessoas com deficiência física, especificamente lesados medulares, estudos apontam que os indicadores da qualidade de vida são significativamente inferiores quando comparados a pessoas sem deficiência. Vários são os fatores que levam à justificativa de tal resultado, dentre eles estão as dores. Na literatura são encontradas muitas queixas relacionadas às dores neuropáticas e musculoesqueléticas, advindas dos danos ao sistema nervoso central e à sobrecarga sobre estruturas como ossos, ligamentos, músculos e articulações, bem como dores relacionadas à sobrecarga de membros superiores como a síndrome do túnel do carpo (STC) e a síndrome do manguito rotador. Além dos tratamentos convencionais para alívio desses quadros álgicos, um outro caminho é comum: rotinas de exercícios físicos e fortalecimento muscular. Estudos indicam que protocolos bem estabelecidos de exercícios para o fortalecimento muscular são capazes de diminuir a incidência e intensidade dessas dores, comuns na vida do lesado medular. Mesmo diante dessas evidências, o engajamento desse público nessas rotinas é baixo, decorrente de fatores como: adequação de espaços de acordo com normas de acessibilidade, falta de informação desde a locais até programas destinados à prática de exercícios para o público cadeirante e a falta de equipamentos de treinamento projetados especificamente para atender as necessidades individuais dessas pessoas. É nesse cenário que iniciativas como as desenvolvidas por grupos de pesquisa como o CINTESP.Br se tornam essenciais: projeto de equipamentos com tecnologia de ponta e acessíveis, pensados para atender as necessidades específicas de cada indivíduo que visam, dentre outros pontos, facilitar o acesso a uma vida mais saudável, contribuindo para uma melhoria na qualidade de vida dessas pessoas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Treinamento Muscular, Exercício Físico, Lesão Medular, Dores, Cadeirante.

## IMPACTS AND CHALLENGES OF MUSCLE STRENGTHENING AND PHYSICAL EXERCISE IN THE LIFE OF INDIVIDUALS WITH SPINAL CORD INJURY - A BIBLIOGRAPHIC REVIEW

The quality of life concept has been updated in order to become broader, taking into account a complete set of factors inherent to human life, including physical and mental health. When analyzing people with physical disabilities, specifically spinal cord injured, studies reveal that the quality of life indicators are significantly lower when compared to people without disabilities. There are several factors that lead to the justification of such a result, among them are pains. In the literature there are many complaints related to neuropathic and musculoskeletal pain resulting from damage to the central nervous system and overload on structures such as bones, ligaments, muscles and joints, as well as pain related to overload of upper limbs such as carpal tunnel syndrome (CTS) and rotator cuff syndrome. In addition to conventional treatments for the relief of these conditions, a path is common: physical exercise and muscle strengthening routines. Studies indicate that well-established exercise protocols for muscle strengthening are able to decrease the incidence and intensity of these pains, common in the life of the spinal cord injured person. Even with this evidence, the engagement of this public in these routines is low due to numerous factors, to mention some: adequacy of spaces in accordance with accessibility standards, lack of information about places and programs designed for exercises for the wheelchair users and the lack of training equipment specifically designed to meet the individual needs of these people. It is in this scenario that initiatives such as those developed by research groups such as CINTESP.Br become essential: equipment design with accessible and cutting edge technology designed to meet the specific needs of each individual that aim, among other points, to facilitate access to a healthier life contributing to an improvement in the quality of life of these people.

**KEYWORDS:** Muscle Training, Physical Exercise, Spinal Cord Injury, Pain, Wheelchair.

É de senso comum na sociedade, diante dos inúmeros estudos divulgados, que o exercício físico é um dos responsáveis por aumentar o nível de bem-estar do praticante assim como melhorar as condições biomecânicas do indivíduo, como força e flexibilidade (NAHAS, 2001).

Segundo (PEREIRA; TEIXEIRA; SANTOS, 2012), o termo qualidade de vida é um termo muito amplo, sendo abordado nos mais diferentes campos do conhecimento. Em cada um deles, um sentido específico é atribuído ao termo. Ainda de acordo com esses autores, os termos saúde e qualidade de vida, apesar de serem muitas vezes utilizados como conceitos que se confundem, têm suas especificidades ao mesmo tempo em que apresentam uma grande relação entre si. Tal fato é corroborado por (BUSS, 2000) o qual ressalta que a saúde é comprovadamente um dos fatores, juntamente com todo um aparato de vida social, que contribui para o nível de qualidade de vida percebido pelo indivíduo.

Quando o nível de qualidade de vida é analisado em pessoas com deficiência, mais especificamente em pessoas com lesão medular, tal indicador se mostra ainda mais crítico quando comparado a pessoas sem deficiência. Em um estudo de (WESTGREN; LEVI, 1998) foi avaliado o nível de qualidade de vida de 320 pacientes com lesão medular em diferentes níveis (paraplegia e tetraplegia) residentes na área de Estocolmo utilizando um formulário de saúde próprio SF-36 (*Medical Outcomes Study 36-Item Short-Form Health Survey*). A primeira conclusão alcançada pelos autores foi a de que os pacientes com lesão medular apresentaram níveis inferiores do indicador qualidade de vida quando comparados com pessoas sem lesão.

Outro aspecto importante relacionado com cadeirantes são dores crônicas comumente relatadas como os principais fatores que afetam o seu bem-estar refletindo diretamente na qualidade de vida deste público (WIDERSTRÖM-NOGA et al., 2001; WESTGREN; LEVI, 1998). Neste caso, (ZANCA et al., 2013) destacam que de 50 % a 90 % dos pacientes em processo de reabilitação sofrem com dores no início do processo de reabilitação.

Diante desses fatos, várias são as formas abordadas na literatura que buscam maneiras de se trazer alívio para esses males. Dentre elas, os exercícios físicos são abordados como uma alternativa e como uma forma de proteção contra o estágio inflamatório inicial pós-lesão. Em estudo de (SANDROW-FEINBERG et al., 2009) foi constatado que exercícios

resistidos foram capazes de reduzir o quadro inflamatório pós lesão em ratos com lesão cervical unilateral em C4 (vértebra cervical 4). Além disso, o estudo demonstrou que houve um maior grau de recuperação espontânea além de uma maior velocidade de recuperação nos estágios iniciais do trauma em função de uma estratégia de exercícios.

Além de todos os males que acometem o lesado medular devido à lesão em si, há ainda uma grande incidência de danos e lesões aos membros superiores de usuários de cadeiras de rodas devido, em grande parte, pelo esforço repetitivo demandado nas mais variadas atividades diárias dessa população (BONINGER et al., 2005). Esse autor recomenda a adoção de exercícios de fortalecimento muscular como parte integrante da vida do cadeirante, mas não só isso; o treinamento deverá ser progressivo, individualizado e com intensidade suficiente para aumentar força e resistência muscular, além de estimular os principais músculos envolvidos para que se evitem dores e fadiga. Além do treinamento de fortalecimento muscular, é sugerida a incorporação de atividades de flexibilidade para manter a mobilidade do músculo peitoral e movimentação normal do ombro. Tais observações são também corroboradas por outros autores (CURTIS et al., 1999; NASH et al., 2007; MURLOY et al., 2011).

Porém, mesmo tendo em vista esses inúmeros benefícios, um número reduzido de deficientes se engaja em uma rotina ativa de exercícios. De acordo com (RIMMER et al., 2004), 56 % dos adultos com algum tipo de privação física ou mental não praticam nenhum tipo de exercício físico no seu tempo livre. Já quando este número é levado para pessoas sem nenhum tipo de deficiência, esse indicador é de 36 %.

Mesmo com estudos apontando a importância de uma rotina de treinamento físico, (SERON; AIRES DE ARRUDA; GREGUOL, 2015) apontam que a adesão por parte de pessoas com deficiência ainda é muito baixa. Um levantamento de barreiras e facilitadores, por parte de deficientes físicos, à prática de exercícios foi efetuado na cidade de Londrina/PR, Brasil. Resultados semelhantes aos de (RIMMER et al., 2004) foram evidenciados com relação às barreiras encontradas: a falta de programas específicos, falta de espaço disponível, falta de conhecimento ou orientação adequada à prática esportiva e a falta de equipamentos específicos ao público deficiente, essa última relatada por 61 % dos entrevistados.

Diante desse contexto, o propósito deste texto é apresentar uma revisão da literatura sobre a importância do exercício físico, seja ele na forma de treinamento resistido ou outras variações e os impactos gerados na vida do lesado medular. Em outras palavras, sua influência na qualidade de vida, o impacto gerado na recuperação pós-trauma, prevenção de danos devido a esforços repetitivos e também sua influência nas chamadas dores crônicas e neurogênicas. Com isso, os autores pretendem apresentar a vital importância do desenvolvimento de pesquisas e políticas públicas visando a criação de equipamentos de treinamento que atendam as especificidades dos cadeirantes e lesados medulares, a capacitação de profissionais para o desenvolvimento de rotinas de treinamento para esse

público bem como espaços planejados para a prática esportiva desses cidadãos visando a maior atração desse público à rotinas saudáveis de exercícios.

### PESSOAS COM DEFICIÊNCIA NO BRASIL

De acordo com o Censo Demográfico 2010 do IBGE (IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010), o conceito de pessoa com deficiência se modificou ao longo dos anos para que fosse adequado às novas perspectivas da sociedade; passando de um conceito puramente médico, visando apenas questões relacionadas à deficiência física, para um novo conceito segundo a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) divulgado pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Neste novo conceito, não só as limitações físicas fazem parte da definição de pessoa com deficiência, mas também todo um conjunto de influências sociais e ambientais sobre tais limitações.

Segundo os últimos números desse Censo, o Brasil apresenta um número de 45 606 048 milhões de pessoas que se declaram com alguma deficiência, seja ela visual, auditiva ou motora. Outro fato interessante que se pode avaliar deste Censo é em relação a prevalência de pelo menos uma dessas deficiências na população com mais de 65 anos, número que pode atingir 67,7 % dessa população em decorrência de fatores que se desenvolvem com o aumento da idade com reduções das capacidades motora, visual e auditiva.

Outro aspecto que merece atenção em relação a esse último censo é quanto ao nível de instrução da população que se declara como portadora de pelo menos uma deficiência. Dentre a população com 15 anos ou mais, 61,1 % da população que se declara com pelo menos uma deficiência possui apenas ensino fundamental incompleto ou não tem instrução. Já quando este indicador é levado para a mesma faixa etária da população sem nenhuma deficiência, esse número é de 38,2 %, uma diferença de 22,9 pontos percentuais. Porém, a diferença é ainda maior quando o nível de escolaridade é levado ao ensino médio completo ou superior incompleto: 17,7 % para pessoas com 15 anos ou mais com pelo menos uma deficiência e 29,7 % para pessoas com 15 anos ou mais sem nenhuma deficiência, indicando uma diferença de 12,0 pontos percentuais. A Figura 2-1 demonstra visualmente os dados levantados pelo Censo Demográfico 2010 com relação à escolaridade.

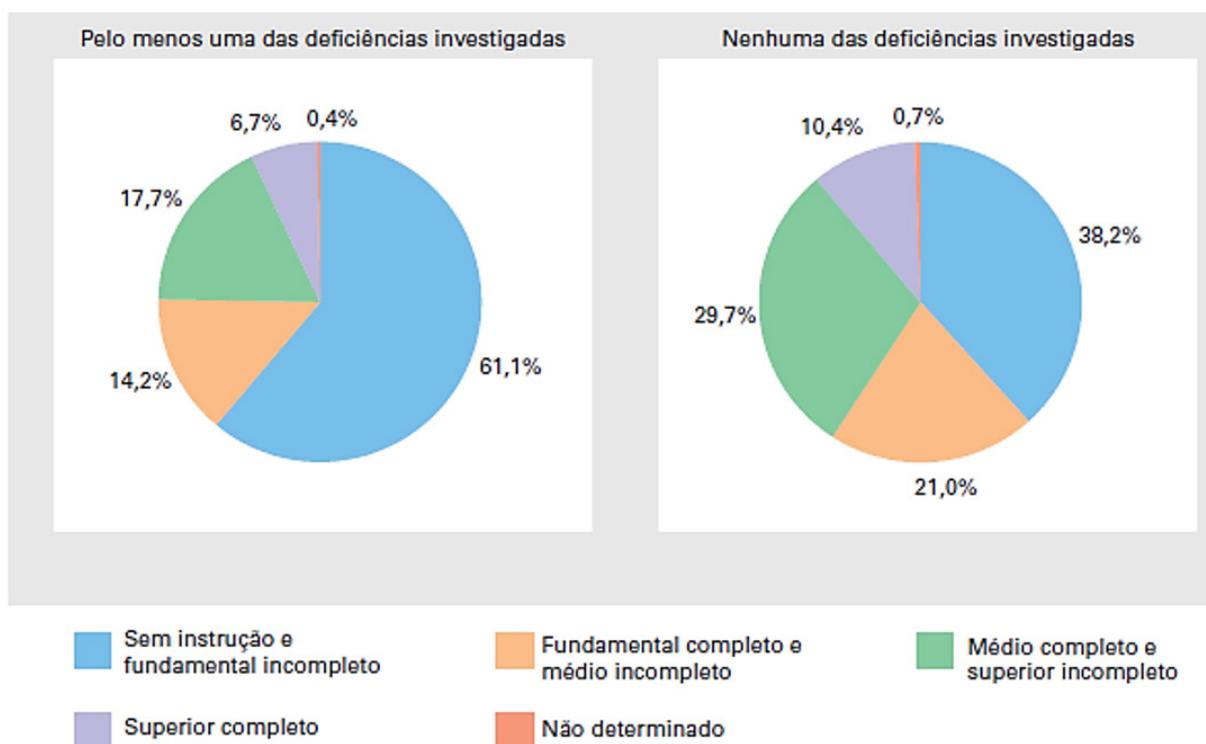


Figura 2-1 – Distribuição percentual da população de 15 anos ou mais de idade, por existência de pelo menos uma das deficiências investigadas e nível de instrução.

Fonte: adaptado de IBGE, 2010, p. 82.

Tais fatos demonstram o motivo da mudança do conceito de pessoa com deficiência com o passar dos anos, indicando um aspecto ou uma gama de análise muito mais abrangente do que apenas aspectos biológicos, mas, também, toda uma estrutura socioambiental que afeta a vida dessas pessoas, mais especificamente afetando sua qualidade de vida.

Por este motivo, é de extrema importância que se desenvolvam no país políticas e medidas que facilitem a inclusão destas pessoas e também que se difundam programas de pesquisas que visem a melhora do suporte à pessoas com deficiência, tanto no âmbito cultural e educacional quanto em áreas que visem a melhora da qualidade de vida como: programas de reabilitação, centros de treinamento e dispositivos específicos para a prática esportiva; dentre outras medidas necessárias para que se ofereça às pessoas com algum tipo de deficiência uma vida tranquila e com oportunidades para o desenvolvimento de seus potenciais.

## A LESÃO MEDULAR

A medula espinal serve como um caminho de comunicação, transferindo informações motoras do cérebro para todas as partes periféricas do corpo e também recebe as informações captadas do meio conduzindo-as ao cérebro. Toda essa estrutura é protegida pelos revestimentos meningeais, vertebrae e ligamentos. Sua extensão compreende desde a base do crânio até a vertebra L2 terminando em uma estrutura cônica conhecida como

*cone medular*. Inferiormente a L2, os nervos medulares continuam sua estrutura como a chamada *cauda equina* (BRANCO; CARDENAS; SVIRCEV, 2007).

Trinta e um pares de nervos têm suas bases na medula espinal: oito cervicais, 12 torácicos, cinco lombares, cinco sacrais e um coccígeo (BRANCO; CARDENAS; SVIRCEV, 2007). A Figura 2-2 apresenta toda a estrutura da medula espinal, bem como os níveis de classificação de nervos periféricos. O quadro 2.1 em conjunto com a Figura 2-3 apresentam o nível da lesão e a respectiva estrutura afetada.

A lesão medular pode ser definida como toda e qualquer injúria às estruturas do canal vertebral (medula, cone medular e cauda equina) levando a alterações motoras, sensitivas, autonômicas e psíquicas. Essas alterações levam a modificações de tônus muscular, sensibilidade de regiões do corpo, alterações de reflexos, paralisia e paresia de membros, alterações na regulação térmica, disfunção vesical e intestinal dentre outros vários acometimentos que podem ser resultantes da lesão medular (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015).

De acordo com (SANDROW-FEINBERG; HOULÉ, 2015) a lesão medular acontece em duas fases. A primeira delas acontece com o trauma aos neurônios, células da glia e toda a estrutura vascular que circunda tais estruturas. Já na segunda fase, sendo essa uma fase expansiva, há uma degeneração invasiva dos tecidos da medula espinal no entorno da lesão.

Segundo (TEIXEIRA *et al.*, 2003), pode-se estimar que aproximadamente de 5 a 6 mil pessoas por ano, no Brasil, são afetadas por traumas raquimedulares, sendo que dessas, 80 % são homens com idade média de 30 anos e, como principais causas, por arma de fogo (45 %) e acidentes de transporte (30 %). Em números mais recentes, o documento “Diretrizes de Atenção à Pessoa com Lesão Medular” (Brasil, 2015) estima de 6 a 8 mil novos casos a cada ano.

Em relação ao nível da lesão, pode-se ter:

- Lesão na medula cervical ocasionando tetraplegia devido ao comprometimento de membros superiores, tronco e membros inferiores;
- Lesão nos segmentos medulares torácicos, lombares ou sacrais promovendo a paraplegia com comprometimento de funções do tronco e membros inferiores.

O tratamento de reabilitação é um dos caminhos que facilitam a reinserção do lesado medular em suas atividades cotidianas, a reaprender a controlar suas funções afetadas e a ter um nível adequado de independência e qualidade de vida (TEIXEIRA *et al.*, 2003). Além disso, várias são as recomendações de exercícios físicos, alongamentos e fortalecimento muscular para a manutenção de uma vida saudável e proteção contra males que costumeiramente afetam o público cadeirante como as dores constantes nos ombros, síndrome do túnel do carpo, dores no punho, além de outros problemas decorrentes da condição de redução de mobilidade e uso recorrente da cadeira de rodas (BONINGER *et al.*, 2005).

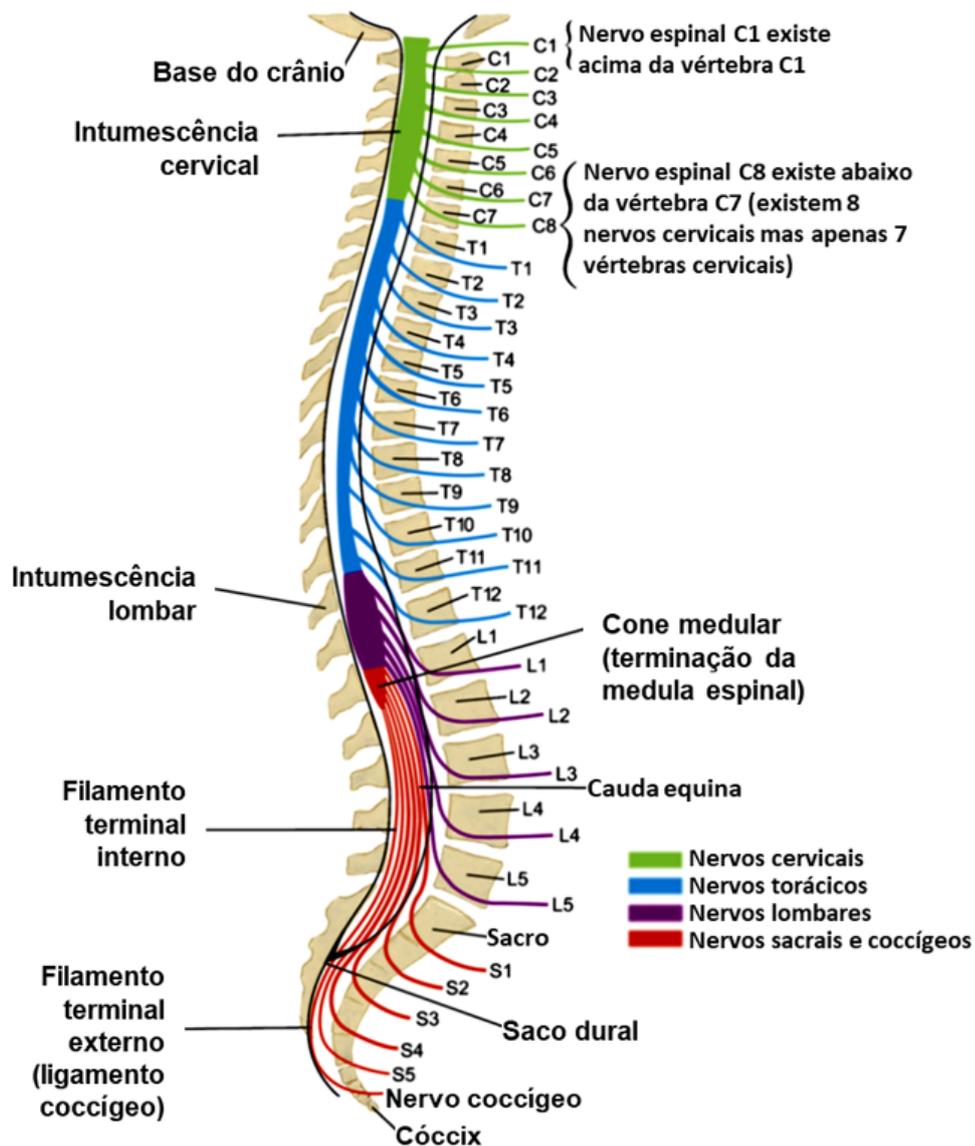


Figura 2-2 - Estrutura da medula espinhal e nervos.

Fonte: adaptado de BRANCO; CARDENAS; SVIRCEV, 2007, p. 653.

Raiz	Músculo chave
C5	Flexores do cotovelo
C6	Extensores do punho
C7	Extensor do cotovelo
C8	Flexor profundo do 3º dedo
T1	Adutor do 5º dedo
L2	Flexores do quadril
L3	Extensores do joelho
L4	Dorsiflexores do tornozelo
L5	Extensor longo do hálux
S1	Flexores plantares do tornozelo

Quadro 2.1 - Classificação neurológica da lesão medular e estruturas afetadas.

(Fonte: TEIXEIRA et al., 2003).

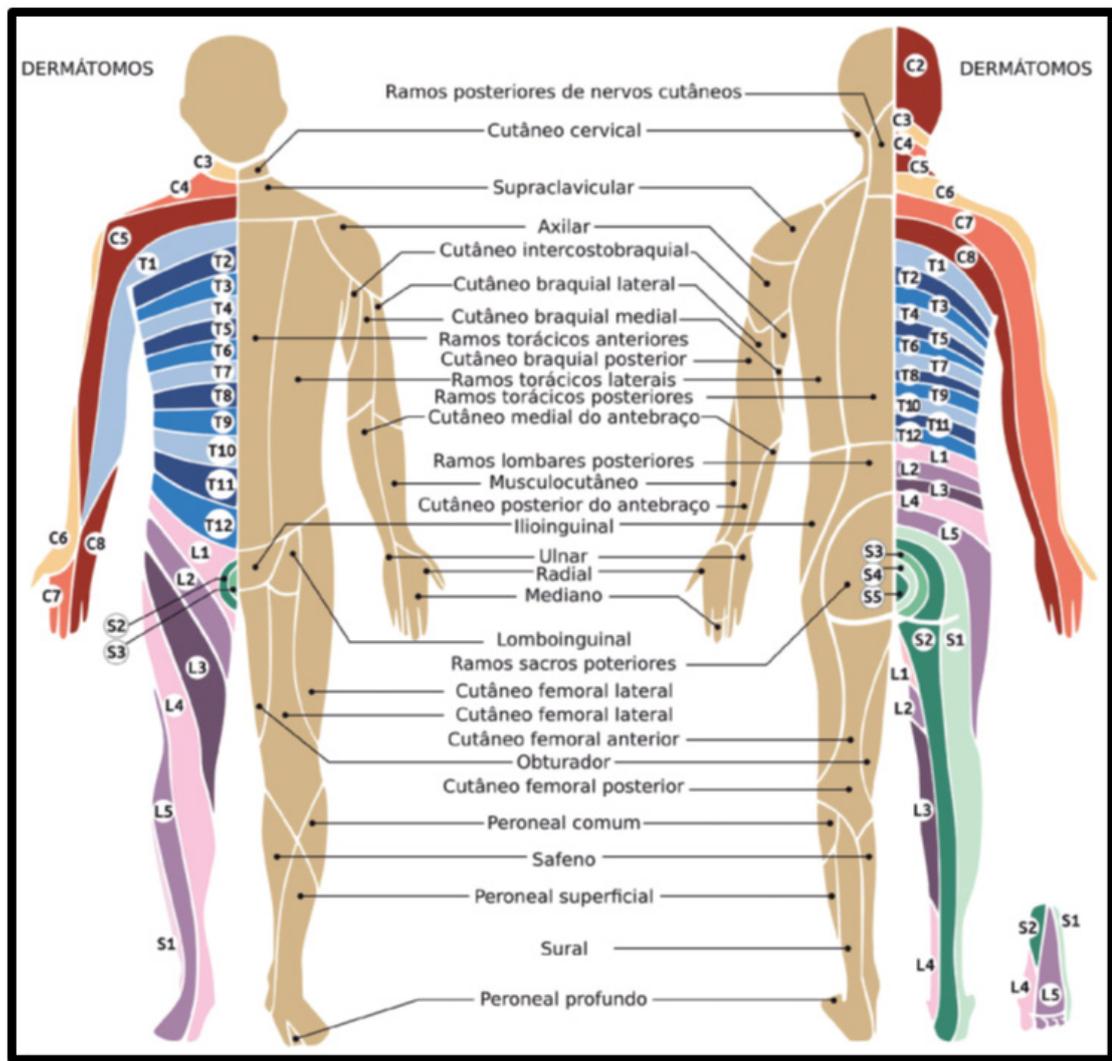


Figura 2-3 - Mapa sensitivo com pontos chave para determinação do nível de sensibilidade após a lesão.

Fonte: adaptado de Schoeller et al., 2016, p. 20

## O EXERCÍCIO FÍSICO E A QUALIDADE DE VIDA

É de senso comum na sociedade, diante dos inúmeros estudos divulgados, que o exercício físico é um dos responsáveis por aumentar o nível de bem-estar do praticante assim como melhorar as condições biomecânicas do indivíduo, como força e flexibilidade (NAHAS, 2001).

Segundo (PEREIRA; TEIXEIRA; SANTOS, 2012), o termo qualidade de vida é um termo muito amplo, sendo abordado nos mais diferentes campos do conhecimento. Em cada um deles, um sentido específico é atribuído ao termo.

Ainda de acordo com esses autores, os termos saúde e qualidade de vida, apesar de serem muitas vezes utilizados como conceitos que se confundem, têm suas especificidades ao mesmo tempo em que apresentam uma grande relação entre si. Tal fato é corroborado por (BUSS, 2000) o qual ressalta que a saúde é comprovadamente um dos fatores, juntamente com todo um aparato de vida social, que contribui para o nível de qualidade de

vida percebido pelo indivíduo.

Visto que a saúde é um dos caminhos para se proporcionar qualidade de vida às pessoas, modificações do estilo de vida são essenciais. Atualmente, muitos são os males que afligem a saúde da população mundial, como por exemplo a hipertensão. Segundo (PESCATELLO et al., 2004), para o tratamento e controle de doenças como a hipertensão, atividades de longa duração (caminhada, corrida, ciclismo) com duração maiores que 30 minutos e variando de 30 a 90 % de VO<sub>2</sub>max (Volume de Oxigênio Máximo) e também atividades de força como, por exemplo, o treinamento resistido, são responsáveis por efeitos na pressão sanguínea não só por diminuir os níveis de pressão mas, também, por manter seus efeitos por períodos de até 22 horas posteriores ao exercício. Segundo ainda essa publicação, mesmo em pacientes que necessitam de intervenção medicamentosa para o controle da hipertensão, o exercício físico ainda se apresenta como o principal pilar primário para a prevenção, tratamento e controle do problema, afetando diretamente a qualidade de vida, segundo termos de saúde, dessa população. O nível ou a frequência das atividades físicas relacionados com a qualidade de vida também é foco das investigações de (BIZE et al., 2007) que atesta a correlação entre saúde e qualidade de vida com uma rotina de exercícios físicos.

Ainda nessa linha, (MAMMEN; FAULKNER, 2013) defendem os benefícios do exercício físico em geral na saúde mental da população. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) a depressão será um dos males mais impactantes na saúde da população. Contudo, segundo os autores, o exercício físico é uma grande alternativa para o auxílio do tratamento da depressão além de ser uma forma de prevenção contra o desenvolvimento dessa doença na vida futura do indivíduo.

Os benefícios do exercício físico também são estendidos aos mais idosos. De acordo com (NELSON et al., 2007), exercícios físicos regulares são capazes de reduzir os riscos de quedas e de problemas com elas associados. Também são notados efeitos em doenças crônicas como diabetes, hipertensão, altos níveis de colesterol, dentre outras, além de atuar em áreas psicológicas como a depressão, a qual também foi alvo dos estudos de (MAMMEN; FAULKNER, 2013) e transtornos de ansiedade. Há evidências também do efeito positivo dos exercícios regulares na melhora no nível de flexibilidade e mobilidade.

Grande parte da população idosa sofre de problemas como multimorbidade e vários tipos de incapacidade como, por exemplo, a de movimentação (caminhar, subir escadas, transferência para cama ou cadeira) (MONTERO-ODASSO et al., 2009). Todos esses problemas demonstram uma queda na capacidade física destes indivíduos, aumentando seu nível de dependência e também a fragilidade desses idosos (DE VRIES et al., 2012). Diante desse problema enfrentado por grande parte da população idosa afligida por problemas de mobilidade e morbidade, foi desenvolvida uma meta análise feita por (DE VRIES et al., 2012) na qual foi evidenciada a importância do exercício físico na rotina destas pessoas, trazendo efeitos positivos na melhora da mobilidade e funcionalidades

físicas. Tanto uma rotina curta (< 30 min. diários) quanto longa (> 30 min. diários) foi capaz de propiciar melhoras. Além disso, nesse estudo, foram apontadas evidências de que os exercícios de alta intensidade foram capazes de gerar uma melhora no nível de qualidade de vida dos participantes bem como exercícios de força (ou treinamento muscular) podem resultar em benefícios de longa duração.

Quando o nível de qualidade de vida é analisado em pessoas com deficiência, mais especificamente em pessoas com lesão medular, tal indicador se mostra ainda mais crítico quando comparado às pessoas sem deficiência. Em um estudo de (WESTGREN; LEVI, 1998) foi avaliado o nível de qualidade de vida de 320 pacientes com lesão medular em diferentes níveis (paraplegia e tetraplegia) residentes na área de Estocolmo utilizando um formulário de saúde próprio SF-36 (Medical Outcomes Study 36-Item Short-Form Health Survey). A primeira conclusão alcançada pelos autores, utilizando a metodologia específica do estudo, foi a de que os pacientes com lesão medular apresentaram níveis inferiores do indicador qualidade de vida quando comparados com pessoas sem lesão. Outros fatores também se mostraram de considerável impacto na qualidade de vida: o tempo em que o indivíduo já se encontra sob o estado de lesão, gênero, problemas médicos como dores neurogênicas, úlceras de pressão, espasmos, problemas de incontinência urinária e intestinal, além de problemas de disfunção sexual. Todos os fatores analisados tiveram impactos relevantes. Porém, dentre os problemas médicos, as dores são as que mais impactam negativamente no nível de qualidade de vida, seguida por espasmos severos e problemas urológicos.

As dores crônicas são relatadas como um dos principais fatores que afetam o bem-estar de lesados medulares, refletindo diretamente na qualidade de vida deste público (WIDERSTRÖM-NOGA et al., 2001; WESTGREN; LEVI, 1998). Para se ter ideia da incidência de dores em pacientes lesados medulares, (ZANCA et al., 2013) reporta que de 50 % a 90 % dos pacientes em processo de reabilitação sofrem com dores no início do processo de reabilitação. Mas não só em processo de reabilitação que as dores se apresentam de forma incisiva. (DE MIGUEL; KRAYCHETE, 2009) em análise da literatura, apresentam incidência de dor que variam entre 64 % e 82 % dos lesados medulares e inclusive com aumento da dor após cinco anos de lesão. Tal cenário é tão crítico que, em alguns casos, os níveis de dor são tão intensos que tais pessoas relatam que prefeririam o alívio da dor em detrimento da recuperação das funções fisiológicas (NEPOMUCENO et al., 1979).

Tal quadro algico se apresenta em várias partes do corpo e, até mesmo, em regiões de perda de sensibilidade (WIDERSTRÖM-NOGA et al., 2001). Em estudo desse autor, feito em uma população de 217 pessoas, sendo que dentre elas 54,4 % eram tetraplégicos e o restante paraplégicos, a intensidade de dor média entre os participantes foi descrita como intensa, inclusive sendo relatada em indivíduos com muitos anos de trauma. Além disso, o estudo mapeou as principais localidades nas quais eram relatadas as dores, as

quais são demonstradas na Figura 2-4, sendo que a região mais crítica relatada foi a região das costas. Como alternativa para o alívio desses desconfortos, o autor sugere a adoção de técnicas terapêuticas musculoesqueléticas.

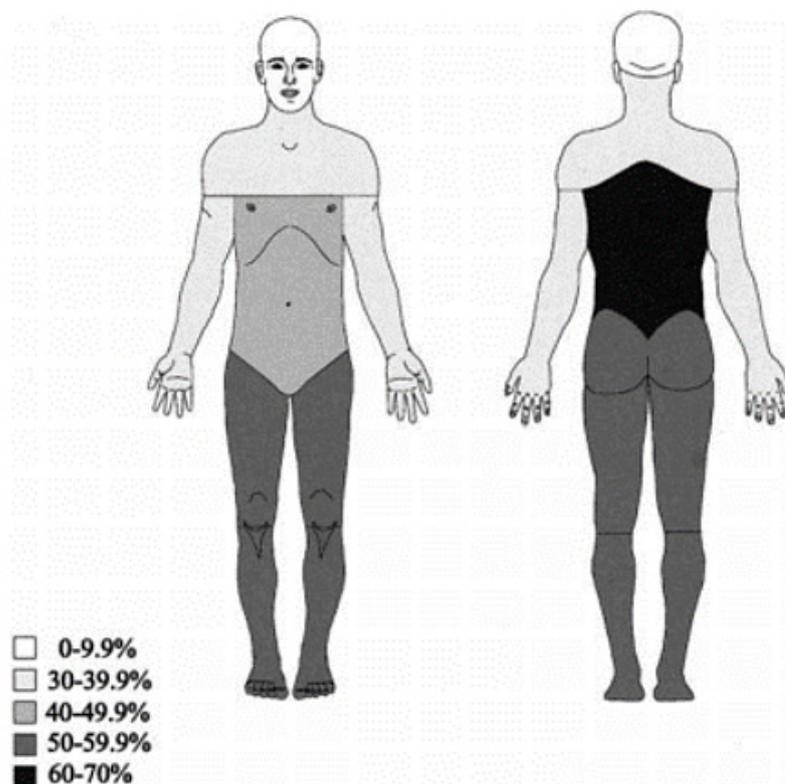


Figura 2-4 - Esquema de localização das dores utilizado pelos participantes da pesquisa divididas em 8 regiões: cabeça, pescoço e ombros, extremidades superiores, parte frontal e genitálias, costas, nádegas, coxas, pernas e pés. A legenda da figura indica a porcentagem de indivíduos (217 no total) que indicaram as regiões mencionadas.

Fonte: WIDERSTRÖM-NOGA et al., 2001, p. 1193.

Vários estudos foram feitos na tentativa de se classificar as dores relatadas por lesados medulares. Em um deles, (SIDALL; TAYLOR; COUSINS, 1997) propôs um sistema de classificação no intuito de esclarecer características específicas que são relacionadas com um estado de dor. Neste sistema os autores propõem a seguinte classificação:

- **Dor musculoesquelética**: sua derivação vem da sobrecarga sobre estruturas como ossos, ligamentos, músculos, articulações e discos intervertebrais. Esse grupo pode ser identificado pela localidade da dor, acima ou abaixo da lesão, e por características da dor (maçante, dolorido, torna-se pior com atividade ou melhora sob repouso);
- **Dor visceral**: este grupo é fortemente caracterizado pela sua localidade abdominal;
- **Dor neuropática**: dor resultante do dano ao sistema nervoso central ou periférico. As dores neuropáticas foram ainda subdivididas em:

- Dor neuropática no nível da lesão: dores descritas como ardente, formigamento, dor acentuada, regiões doloridas, dor aguda em distribuição dermatomal no nível da lesão com ou sem hiperestesia;
- Dor neuropática abaixo do nível da lesão: inclui dores relatadas como ardente, formigamento, dor acentuada, dor aguda, dilacerante que sejam identificadas pelo menos 3 segmentos abaixo do nível da lesão e susceptível a ser difusa;
- **Outros tipos:** Incluem dores não classificadas nas categorias anteriores e citadas por outros autores, como:iringomielia, dores de cabeça associadas com disreflexia, mononeuropatias compressivas e distrofia simpática reflexa.

Seguindo essa classificação, (SIDDALL et al., 2003) analisou a prevalência e a natureza de dores nos cinco primeiros anos pós trauma bem como seu impacto no humor e estilo de vida dos participantes. Em análise de um grupo de 73 pessoas, todas com quadro de lesão medular, o autor constatou que 81 % dos participantes relataram a presença de dores, sendo que, a dor mais comum do grupo foi a classificada como musculoesquelética (59 %) seguida pela dor neuropática no nível da lesão (41 %), dor neuropática abaixo da lesão (34 %) e dores viscerais em 5 %. Desses 81 % que relataram dores, 53 % reportaram níveis severos de intensidade e 5 % como excruciante. Essa última, com principal origem das dores viscerais (75 %).

Em relação ao período de início dessas patologias, as dores musculoesqueléticas e neuropáticas ao nível da lesão foram reportadas já com pouco tempo após a lesão, aproximadamente 3 meses após e em metade da população analisada. Foram analisadas também influências sobre o humor dos entrevistados, com principal constatação de que os indivíduos que relataram dor tiveram seu humor afetado negativamente.

Em suma, o estudo apontou que as dores musculoesqueléticas foram as que mais afligiram a população do estudo, com níveis de intensidade de moderado a severo e dentre eles 25 % como severa. Tais fatos, segundo o autor, sugerem ser advindos de complicadores como: mudanças esqueléticas degenerativas, uso anormal da coluna vertebral, anormalidade postural e síndromes relativas à excesso de uso.

A incidência de tais quadros algícos continua como um problema crônico nos pacientes lesados medulares. Em publicações recentes, (DE MIGUEL; KRAYCHETE, 2009; ZANCA, 2013) também reportam as altas incidências de dores nesse público. Diante desse fato, várias são as formas abordadas na literatura que analisam as formas de se trazer alívio para esses males. Dentre essas formas, os exercícios físicos são abordados como uma alternativa bem como uma forma de proteção contra o estágio inflamatório inicial pós lesão. Em estudo de (SANDROW-FEINBERG et al., 2009) foi constatado que exercícios resistidos foram capazes de reduzir o quadro inflamatório pós lesão em ratos com lesão cervical unilateral em C4. Além disso, o estudo demonstrou que houve um maior grau de recuperação espontânea além de uma maior velocidade de recuperação nos estágios iniciais do trauma em função de uma estratégia de exercícios. Na mesma linha, (DETLOFF et al., 2014) constatou que uma terapia baseada em exercícios foi capaz de reduzir o

desenvolvimento de quadros de alodinia em comparação com tratamento sem exercícios. Foi notado também que essa terapia, iniciada 5 dias após a lesão, foi capaz de prevenir a incidência de dores neuropáticas tanto no nível do dano quanto abaixo.

Os benefícios do exercício físico também é ressaltado pelo (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015). Segundo a publicação, uma rotina de exercícios e atividades funcionais são capazes de trazer benefícios que se estendem desde o campo fisiológico (por exemplo a liberação de endorfinas) até ao alívio do quadro algico trazendo analgesia e desvio do foco do paciente em relação às dores. Já em publicação de (FJ NOOIJEN et al., 2016) os efeitos de uma intervenção com exercícios físicos são avaliados em fatores como: colesterol, hipertensão e participação social. Em todos esses campos, uma rotina de intervenção através da atividade física foi capaz impactar de maneira positiva todos esses itens, auxiliando na redução do risco de doenças cardiovasculares, além de promover maior integração social das pessoas com lesão medular.

Além de todos os males que acometem o lesado medular, devido à lesão em si, há ainda a grande incidência de danos e lesões aos membros superiores de usuários de cadeiras de rodas devidos, em grande parte, pelo esforço repetitivo demandado nas mais variadas atividades diárias dessa população (BONINGER et al., 2005).

## **LESÕES EM MEMBROS SUPERIORES DE CADEIRANTES**

Dores e danos aos membros superiores são altamente recorrentes em pacientes que apresentam lesão medular. O motivo para tais queixas se baseiam, primordialmente, no uso dos membros superiores para tarefas de força, como a de propulsão da cadeira de rodas, que com o passar dos anos, sobrecarregam as articulações as quais são destinadas, basicamente, para posicionamento das mãos em planos diferentes (BONINGER et al., 2005). A maioria das queixas, segundo esse mesmo autor, são nos punhos com a síndrome do túnel do carpo (STC) e no cotovelo e ombros com a síndrome do manguito rotador.

Em relação à STC, a causa primária vem dos danos ao nervo mediano o qual passa pelo do túnel do carpo presente no punho. De acordo com (BONINGER et al., 2005), essa síndrome afeta de 40 % a 66 % dos indivíduos lesados medulares. Um esquema das estruturas presentes no punho é apresentado na Figura 2-5 para melhor visualização.

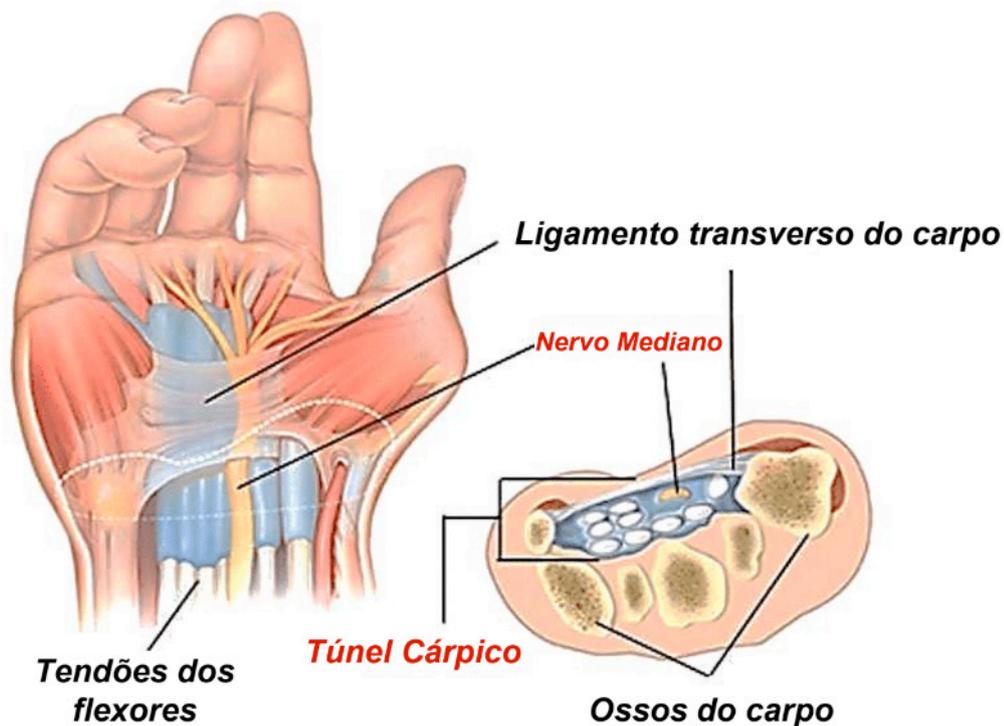


Figura 2-5 - Estruturas do punho, evidenciando tendões e nervo mediano através do túnel do carpo.

Fonte: adaptado de ALMEIDA, 2012, p.1.

Para as dores nos ombros, o mesmo autor ressalta a prevalência de 30 % a 60 % sendo que as principais raízes são: *impingement syndrome* (síndrome do impacto), *capisulitis* (capsulite adesiva do ombro), osteoartrite, luxações recorrentes, ruptura do manguito rotador, tendinite bicipital, síndrome da dor miofascial envolvendo os paraespinhais cervicais e torácicos. Já em relação aos cotovelos, a mononeuropatia ulnar se apresenta como umas das causas para as dores com taxa de ocorrência entre o público lesado medular de 22 % a 45 %.

Em levantamento efetuado por (NINOMYIA et al., 2007) no Serviço de Reabilitação do Departamento de Ortopedia e Traumatologia do Hospital de Clínicas da Universidade Estadual de Campinas (DOT/HC-UNICAMP), frequentemente os pacientes em reabilitação relatavam quadros de dores em ombros com sintomas compatíveis com tendinopatia do manguito rotador associado ou não a osteoartrite do ombro. Apesar de constatadas no período de reabilitação, o autor ressalta que mesmo após o período de reabilitação as queixas permanecem. A fim de se investigar tais queixas de dores, foi levantado um grupo de 16 pacientes, paraplégicos e tetraplégicos, em reabilitação que seriam expostos a exames de ultrassom do ombro. Foram avaliadas estruturas como: tubérculo maior e menor do úmero, espaços acromioclavicular (EAC) e subacromial (ESA), os tendões dos músculos supraespal (TSE), subescapular (TSB), do musculo infraespal (TIE), da cabeça longa do músculo bíceps braquial (TBB) e bolsa subacromial (BSA). Com a avaliação ultrassonográfica foram constatadas alterações nessas estruturas citadas em 87,5 % dos

voluntários, sendo alterações nos tendões dos músculos do manguito rotador e na cabeça longa do músculo bíceps braquial as estruturas mais frequentemente lesionadas. Desses pacientes, aproximadamente 71 % relataram dores. Outro fato importante levantado foi que 60 % dos paraplégicos usuários de cadeiras de rodas apresentaram alterações no manguito rotador e também hipotrofia muscular, fato esse que gera sobrecarga dos tendões levando em consequência ao quadro de dor.

Devido às altas incidências desses danos, (SAWATZKY et al., 2015) ressalta que para a preservação dos membros superiores alguns pontos são de suma importância, como: seleção e configuração adequada da cadeira e treinamento dos usuários de cadeiras de rodas com foco na minimização de esforços repetitivos em membros superiores, minimização da força necessária de propulsão e evitar, de todas as maneiras possíveis, posições articulares que tragam riscos.

Em seu trabalho, o autor levanta vários tópicos relacionados ao usuário de cadeira de rodas que devem ser abordados no intuito de reduzir queixas de dores e lesões em membros superiores, bem como uma série de medidas a serem tomadas para que se melhore a sua qualidade de vida. Entre os principais pontos levantados estão:

- Treinamento de propulsão: magnitude da força, padrão de propulsão e cadência do movimento são levantados como fatores que estão relacionados com lesões;
- Velocidade, comprimento do curso de propulsão, frequência da propulsão e força de propulsão;

De acordo com (BONINGER et al., 2002), foram identificados quatro padrões de propulsão (Figura 2-6) a saber: arco, *loop* único, semicircular e *loop* duplo. Após a identificação desses padrões de propulsão dentre os usuários de cadeira de rodas, o autor identifica o padrão semicircular, com mãos passando por baixo dos aros de propulsão na fase de recuperação, como o que apresenta cadência mais lenta com mais tempo gasto durante a fase de propulsão. Tal fato leva a preservação dos membros superiores pela redução de esforços repetitivos e diminuição da velocidade de movimentação das articulações bem como redução de impactos.

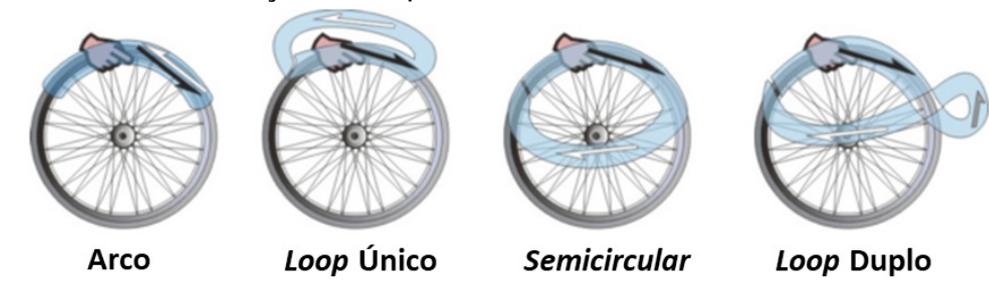


Figura 2-6 - Padrões de propulsão identificados por (BONINGER et al., 2002).

Fonte: adaptado de SAWATZKY et al., 2015, p. 314.

Sawatzky et al. (2015) atesta que, mesmo o padrão semicircular sendo o que apresenta maior eficiência de propulsão, observações clínicas mostram que ele não é a escolha comum sem que haja treinamento prévio. Pelas observações, muitos cadeirantes,

pela ansiedade de movimentação, escolhem padrões que minimizam o contato com o aro de propulsão e mantenham as mãos sempre próximas ao aro (padrão arco ou loop simples), fato que se opõe à observação de que menores velocidades de movimentação das articulações em consequência do maior tempo gasto na impulsão preservam os membros superiores de lesão. Devido a esses fatos, o autor reforça a necessidade de um treinamento ser efetuado para que o cadeirante se movimente utilizando o padrão mais adequado e por consequência preserve a boa saúde de membros e articulações.

Além do padrão de movimentação, (SAWATZKY et al., 2015) alerta para a importância do treinamento da velocidade de propulsão, comprimento do curso ou arco de propulsão e a frequência de propulsão. Para o primeiro, é indicada uma velocidade média a ser alcançada de 1,06 m/s. Para o segundo um comprimento que varia de 85° a 100°. Já para o último, para preservação das articulações por esforços repetitivos, uma frequência de uma impulsão por segundo ou menos é recomendada. Todos esses fatores são importantes na vida cotidiana do cadeirante e são capazes de afetar o nível de desgaste das articulações se não abordados adequadamente.

Em relação a força de propulsão, o mesmo autor relata que a variedade de locais e obstáculos enfrentados pelo usuário de cadeiras de rodas em seu dia a dia demandam os mais variados níveis de força para locomoção. Com níveis de força altos, as chances de lesões crescem. Por esse motivo, é ressaltado em seu estudo que os mecanismos que geram tais lesões devem ser bem entendidos para que um programa adequado de fortalecimento muscular seja aplicado para o fortalecimento dos membros e consequente diminuição das queixas.

Na mesma linha, (BONINGER et al., 2005) recomenda a adoção de exercícios de fortalecimento muscular como parte integrante da vida do cadeirante. Mas não só isso; o treinamento deverá ser progressivo, individualizado e com intensidade suficiente para aumentar força e resistência muscular, além de estimular os principais músculos envolvidos para que se evitem dores e fadiga. Além do treinamento de fortalecimento muscular, é sugerido a incorporação de atividades de flexibilidade para manter a mobilidade do músculo peitoral e movimentação da articulação do ombro normal.

Exercícios de fortalecimento muscular e alongamentos para cadeirantes são recomendados não só para a prevenção do desgaste das articulações, mas também como uma forma de trazer alívio para essas queixas.

Para investigar a influência de um protocolo de exercícios de fortalecimento muscular sobre as dores causadas nos ombros, (CURTIS et al., 1999) propôs um estudo de 6 meses com 42 voluntários, sendo 24 paraplégicos e 18 tetraplégicos e todos com mais de um ano na condição da lesão. Para identificar o nível de dor de cada voluntário, foi utilizado um questionário denominado WUSPI (Wheelchair User's Shoulder Pain Index – Índice de dores nos ombros em usuários de cadeira de rodas) composto de 15 itens preenchidos pelos próprios indivíduos relatando a intensidade de dores em atividades diárias como:

transferências, movimentação da cadeira de rodas em aclives, banho, dentre outras.

Posteriormente, o grupo foi dividido, sendo que a metade foi destinada ao grupo controle, sem a aplicação dos treinamentos, e a outra metade foi destinada aos treinamentos. Os treinamentos consistiam de exercícios de alongamento combinados com exercícios de fortalecimento muscular dos músculos posteriores do ombro. No início do estudo, 50 % dos participantes relataram dores nos ombros, sendo que ao final do protocolo de 6 meses de tratamento, os voluntários submetidos aos exercícios apresentaram redução de 39,3 % nas queixas de dores enquanto que o grupo controle apresentou queda de apenas 2,5 % evidenciando os benefícios do fortalecimento muscular na redução das dores.

Na mesma linha, (NASH et al., 2007), seguindo vários estudos que recomendam o fortalecimento de membros superiores (BONINGER et al., 2005; CURTIS et al., 1999), avaliaram o impacto de um circuito de treinamento de resistência (CRT – Circuit Resistant Training) no fortalecimento muscular, resistência e poder anaeróbico em paraplégicos homens de meia idade que apresentavam dores nos ombros moderadas durante as atividades diárias a fim de verificar o impacto dessas atividades nessas dores.

Para isso, foram selecionados 7 homens entre 39 e 58 anos com paraplegia motora completa com níveis de lesão entre T5 e T12 para que participassem do programa durante 16 semanas. Todos os indivíduos apresentavam níveis de dor nos ombros de suave a moderada durante as práticas das atividades diárias. Todos os indivíduos tiveram os dados de resistência, poder anaeróbico e força coletada previamente ao início dos testes. Em relação à intensidade da dor, foi utilizado o questionário WUSPI assim como (CURTIS et al., 1999).

O programa de treinamento consistiu de exercícios de fortalecimento muscular com levantamento de pesos aliados com exercícios de alta velocidade e baixa carga em ergômetros de manivela intercalados com períodos de recuperação incompleta. Após decorridas as 16 semanas, todos os indivíduos foram novamente avaliados sendo constatado aumento da resistência, aumento nos níveis de força que variaram de 38,6 % a 59,7 % (dependendo do grupo muscular avaliado) e também de potência anaeróbica. Em relação às dores, houve redução nos valores WUSPI de  $31,8 \pm 23,5$  para  $5,0 \pm 7,7$  pontos, corroborando a importância do treinamento muscular para a preservação das funções de membros superiores.

Um importante fato que deve ser ressaltado no trabalho de (NASH et al., 2007) foi a dificuldade de execução dos vários exercícios, sendo necessárias várias transferências devido à falta de equipamentos de treinamento dedicados ao público cadeirante.

Resultados similares também foram relatados por (MURLOY et al., 2011). Aplicando-se uma rotina de exercícios de alongamento e fortalecimento muscular, além de otimizações dos movimentos de transferência e propulsão da cadeira de rodas, houve uma redução das dores nos ombros, avaliadas através do questionário WUSPI a 1/3 dos níveis iniciais, aumento de força e melhora do nível de qualidade de vida avaliado com o questionário SF-

### 36 (Medical Outcomes Study 36-Item Short-Form Health Survey).

Também na tentativa de se avaliar a influência de exercícios físicos sobre a queixa de desgaste das articulações dos membros superiores, (FULLERTON et al, 2003) analisou a incidência de dores nos ombros em atletas e não atletas, ambos cadeirantes. Um grupo de 257 pessoas foi levantado, sendo 172 atletas de categorias como basquete, rugby, corrida, tênis, esqui e handcycling. O restante dos participantes era pertencente ao grupo de controle, ou seja, não atletas. Dentre o público atleta, 39 % reportaram dores nos ombros enquanto que no grupo não atleta, 66 % apresentaram as mesmas queixas. Com isso, o autor ressalta uma menor incidência de dores nos ombros em atletas quando comparados com não atletas. Outra conclusão dos autores foi o tempo para o início das queixas de dores que foi maior para os praticantes de exercícios físicos. Tudo isso indica, segundo o estudo, que o exercício físico apresenta um papel protetor nas articulações além de trazer benefícios para os cadeirantes reduzindo riscos de doenças cardíacas e diminuição de dores, impactando diretamente na qualidade de vida dessas pessoas.

Além de todos os fatores citados, (BONINGER et al., 2005; SAWATZKY et al., 2015) apresentam alguns outros pontos que também devem ser levados em consideração para uma boa saúde dos membros superiores, dentre eles:

- O ajuste do eixo da roda deve ser o mais frontal possível sem haver perda de estabilidade devido ao centro de gravidade;
- A posição do eixo deve ser tal que, quando a mão estiver posicionada no ponto mais alto do aro de propulsão, o ângulo entre o braço e antebraço deve estar entre  $100^\circ$  e  $120^\circ$  (Figura 2-7);
- Ter a cadeira confeccionada em material mais leve possível a fim de se reduzir a resistência ao movimento e diminuir as forças de propulsão. Nessa linha ainda é ressaltada a importância de se manter uma massa corporal adequada do cadeirante sendo esse mais um motivo da importância de se manter um programa de exercícios físicos;
- Manter postura adequada e se propiciar o apoio e estabilização necessários de acordo com a deficiência de cada indivíduo;
- Utilização de aros de propulsão ergonômicos a fim de reduzir as forças durante a propulsão e as forças de aperto no aro.

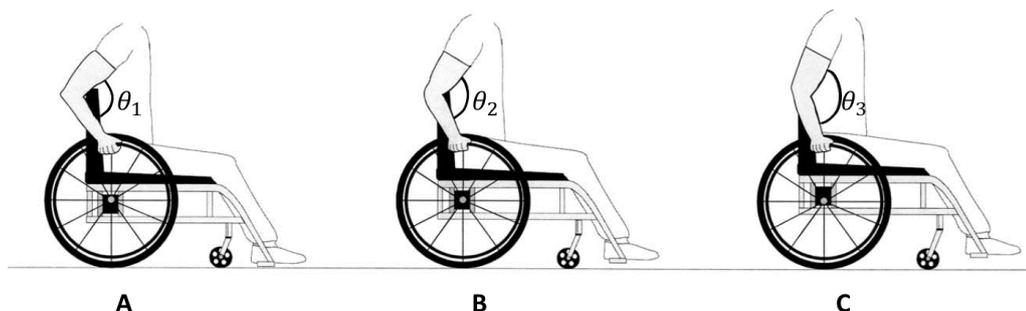


Figura 2-7 - As situações ilustram as diferenças na flexão do cotovelo de acordo com a altura do eixo da roda. A situação B indica a recomendada ( $100^\circ \leq \theta \leq 120^\circ$ ). Nas situações A e C o assento se encontra muito baixo e muito alto respectivamente.

Fonte: adaptado de BONINGER et al., 2005, p. 450.

Diante do exposto nota-se claramente que uma rotina bem estabelecida de exercícios físicos e fortalecimento muscular traz benefícios nos mais variados campos, por exemplo: preservação de tônus muscular, preservação da integridade de membros superiores, melhora nos quadros de inflamação pós-trauma, redução de fatores de risco para doenças cardiovasculares e os imensos benefícios no campo da qualidade de vida.

## **O ENGAJAMENTO EM ROTINAS DE EXERCÍCIOS FÍSICOS E DE FORTALECIMENTO MUSCULAR**

Mesmo tendo em vista os inúmeros benefícios do estabelecimento de um protocolo de exercícios físicos e de fortalecimento muscular, um número reduzido de deficientes físicos se engaja em uma rotina ativa. Em relatos de (RIMMER et al., 2004), 56 % dos adultos com algum tipo de privação física ou mental não praticam nenhum tipo de exercício físico no seu tempo livre. Já quando este número é levado para pessoas sem nenhum tipo de deficiência, esse indicador é de 36 %. Em estudo desse autor, foram levantados os possíveis motivos que levam as pessoas com algum tipo de deficiência a se afastarem das atividades físicas a fim de se melhor entender os fatos que levam esse público a não se engajar em nenhuma rotina de exercícios físicos.

De acordo com esse estudo, vários pontos foram levantados pela equipe composta de profissionais de educação física, deficientes, arquitetos e pessoas ligadas ao planejamento da cidade e locais públicos em relação aos fatores que dificultam a adoção da prática esportiva pelo público portador de necessidades especiais. Foram evidenciados:

- Dificuldades em relação à acessibilidade;
- Altos custos envolvidos na adequação de espaços de acordo com as normas de acessibilidade vigentes;
- Falta de informação a respeito dos locais e programas de treinamento destinados ao público portador de deficiências;
- Falta de conhecimento dos profissionais de educação física sobre equipamentos adaptados;
- Práticas específicas para a elaboração de treinamentos voltados para as pessoas com deficiência.

Fatores psicológicos também foram mencionados como barreiras à prática esportiva por motivos como: falta de apoio da família e amigos e vergonha em requisitar ajuda. Porém, um dos principais pontos que merece destaque são as queixas em relação aos equipamentos: falta de espaço entre aparelhos para melhor circulação do público cadeirante, manutenção e a falta de equipamentos adaptados ou com acesso facilitado.

Estudo similar também foi apresentado por (SERON; AIRES DE ARRUDA; GREGUOL, 2015) uma vez que, mesmo sendo comprovados os benefícios dos exercícios físicos na

vida das pessoas, a adesão por parte de pessoas com deficiência ainda é muito baixa. Um levantamento de barreiras e facilitadores, por parte de deficientes físicos, à prática de exercícios foi efetuado na cidade de Londrina/PR, Brasil. Resultados semelhantes aos de (RIMMER et al., 2004) foram evidenciados com relação às barreiras encontradas: a falta de programas específicos, falta de espaço disponível, falta de conhecimento ou orientação adequada à prática esportiva e a falta de equipamentos específicos ao público deficiente, essa última relatada por 61 % dos entrevistados.

Dentre os fatores que facilitam, ou que incentivam a prática de exercícios físicos, estão aqueles relacionados a fatores sociais como a simpatia e conhecimento do profissional, apoio de família e amigos, divulgação de informações e equipamentos.

Como visto, inúmeros são os benefícios da adoção de uma rotina de exercícios, principalmente sobre cadeirantes, lesados medulares e o público com deficiência física como um todo. Contudo, os fatos demonstram a carência da difusão de protocolos e equipamentos de treinamento específicos destinados aos que apresentam algum tipo de deficiência motora ou mobilidade reduzida. Além disso, como visto nos estudos (SERON; AIRES DE ARRUDA; GREGUOL, 2015; RIMMER et al., 2004), outros fatores devem ser trabalhados a fim de se iniciar uma maior inclusão e popularização da atividade física dentre os que apresentam alguma forma de deficiência motora, tais como: maior capacitação dos profissionais de educação física em fatores específicos ao atendimento de pessoas que demandem atenção especial, melhoramento da acessibilidade em academias e parques, o incentivo e conscientização, por parte dos médicos, sobre a importância da atividade física para esse grupo e, principalmente, o apoio dos familiares, fator esse que pode ser o desencadeador de atitudes positivas em direção à uma vida mais saudável com a prática esportiva por parte dos deficientes.

## **ALGUNS EQUIPAMENTOS PARA TREINAMENTO MUSCULAR E AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICOS EM CADEIRANTES**

Sabe-se que existem princípios que norteiam as atividades de treinamento físico advindos do campo da Educação Física a fim de se trazer melhores resultados. Alguns desses princípios são (FLECK; KRAEMER, 2017):

- **PRINCÍPIO DA INDIVIDUALIDADE BIOLÓGICA:** tal princípio atesta que cada indivíduo possui uma estrutura física diferente dos demais, ou seja, única. Dessa forma, cada pessoa responde de forma diferente aos mesmos estímulos empregados gerando adaptações específicas a cada organismo. Em consequência, um mesmo protocolo de treinamento pode ser, ao mesmo tempo, eficiente para uns e não trazer resultados para outros, gerando a necessidade de se estabelecer uma rotina de treinamento individualizada para cada indivíduo;
- **PRINCÍPIO DA SOBRECARGA CRESCENTE:** Para que se ter uma boa aptidão física, o organismo deve ser exposto a estímulos maiores do que aqueles aos

quais está habituado (mais intensos, maior tempo ou maior frequência). Além disso, para que se possa obter evoluções, o nível de sobrecarga deve ser crescente para que sempre gere novos estímulos ao organismo;

- **PRINCÍPIO DA ESPECIFICIDADE:** Um princípio de fundamental importância, sobretudo quando se trata de pessoas com deficiência ou atletas que buscam melhor desempenho. Tal princípio enuncia que o treinamento deve ser o mais próximo possível da atividade real. Com isso, os músculos estimulados durante uma atividade de treinamento devem ser os mesmos que os utilizados no cotidiano. Além dos grupos musculares serem os mesmos, deve-se ter também similaridades quanto aos perfis de velocidades e acelerações desenvolvidos na atividade real. O organismo sofre diferentes tipos de adaptações ao ser treinado: no nível muscular, articular, ósseo e nos grandes sistemas como o respiratório e o cardíaco. Ao seguir o princípio da especificidade garantimos que o desenvolvimento será maior no grupo mais necessário para um melhor desempenho na atividade;
- **PRINCÍPIO DA CONTINUIDADE:** quando uma rotina de exercícios é iniciada, é de extrema importância que tais atividades tenham continuidade, ou seja, que o corpo tenha tempo de se adaptar às novas condições impostas. Por isso, uma condição atlética só é conseguida após algum tempo de treinamento;
- **PRINCÍPIO DA REVERSIBILIDADE:** de acordo com esse princípio, do mesmo modo que o exercício físico proporciona uma melhora do quadro atlético como ganho de força e melhores capacidades cardiorrespiratórias, a interrupção desses exercícios irão provocar uma perda progressiva ou total de tais adaptações conseguidas ao longo dos treinamentos.

Com tais princípios que regem e servem como base para o direcionamento dos treinamentos físicos já enunciados, buscou-se entender o que já existe no mercado em relação à equipamentos de treinamento e de avaliação física destinados ao público cadeirante ou pessoas com mobilidade reduzida por meio de buscas de patentes, sites de fabricantes nacionais e internacionais, bem como de outras fontes que por ventura apresentem informações de tal natureza pretendida.

O equipamento sob número de patente EP0908201A1 (GOTO, 1999) se refere à um aparato destinado para o treinamento do gesto motor do dia a dia do cadeirante além de se possibilitar o treinamento muscular, sendo este equipamento composto de uma esteira com rolos.

A esteira é composta por um conjunto de rolos que suportam o peso da cadeira de rodas e dá suporte a um sistema de geração de resistência, o qual é responsável pela aplicação de resistência ao movimento das rodas da cadeira. Além disso, os rolos apresentam inclinação variável de acordo com a necessidade do cadeirante, possibilitando a regulagem da cambagem (ângulo de inclinação das rodas traseiras de uma cadeira de rodas em relação ao plano vertical). Na parte frontal do equipamento estão presentes mecanismos para o travamento da cadeira bem como para a colocação de suporte para os pés. Tais mecanismos são representados pelos números 80 e 81, respectivamente, na Figura 2-8. Por fim, o aparato apresenta ainda uma interface de controle na qual o usuário é capaz de regular a força resistiva nas rodas, a inclinação dos rolos e o suporte para as

rodas frontais da cadeira.

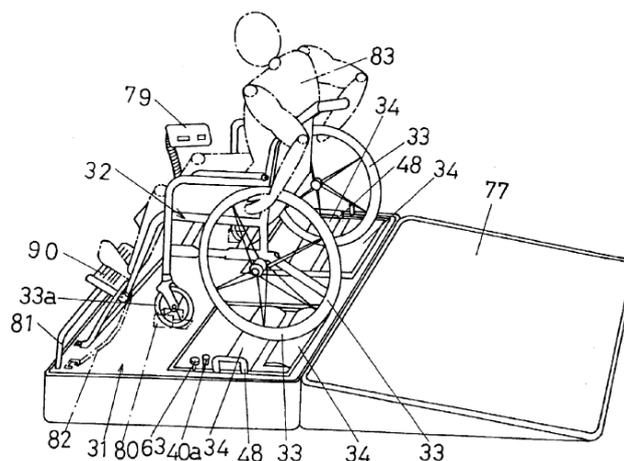


Figura 2-8 - Esteira destinada ao treinamento de usuários de cadeiras de rodas sendo formada por um conjunto de rolos que suporta a cadeira e um mecanismo de geração de resistência que aplica uma força ou resistência no sentido contrário de rotação da roda da cadeira.

Fonte: GOTO, 1999.

Na mesma linha, a patente de número CN202490404U (ZHAOMING; RONG, 2012) também propõe um equipamento para treinamento baseado na imposição de resistência ao movimento das rodas. A proposta é que se possa aumentar a resistência nas rodas da cadeira por meio de roletes posicionados na parte frontal dessas, ao mesmo tempo em que se mantenha o princípio de um equipamento simples e viável economicamente. A movimentação dos roletes (7) é feita de forma simples, apenas se manipulando um parafuso (25) a fim de se movimentar o rolete contra o pneu da roda (4), aumentando assim a resistência ao movimento. O equipamento é composto por uma base fixa (1) para suporte de toda a estrutura e uma estrutura móvel (11) conectada à base para regulação da altura do acento em relação às rodas. Conta também com elementos que permitem a mudança da largura e o ângulo do acento. A Figura 2-9 apresenta uma visualização do equipamento desenvolvido por (ZHAOMING; RONG, 2012) bem como uma vista detalhada do sistema de carga.

Outro equipamento foi proposto por (RICHTER, 2011) sob número de patente US8007407B2. Ele é baseado na utilização de esteira para o exercício. Segundo o autor, com o melhoramento da expectativa de vida do público cadeirante, é necessário proporcionar meios acessíveis para a prática de atividades cardiorrespiratórias para esse grupo. Porém, apesar de muito comum em academias, as esteiras não são acessíveis às pessoas que necessitam da cadeira de rodas uma vez que a largura da esteira não é adequada, a altura também não facilita o acesso além dos riscos de acidente caso se tente a sua utilização. Devido a esses fins, o autor propôs uma esteira totalmente destinada ao cadeirante, com um sistema de segurança, através de faixas que se prendem a rolamentos

lineares na lateral do equipamento, permitindo dessa forma a prática segura do exercício. A Figura 2-10 apresenta detalhes dessa esteira.

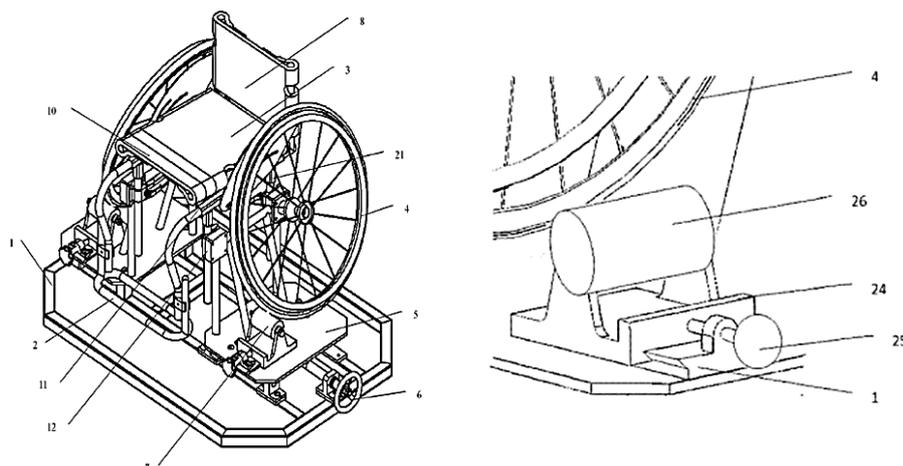


Figura 2-9 - Esquema do equipamento para treinamento físico de cadeirantes através de resistência por fricção.

Fonte: adaptado de ZHAOMING; RONG, 2012.

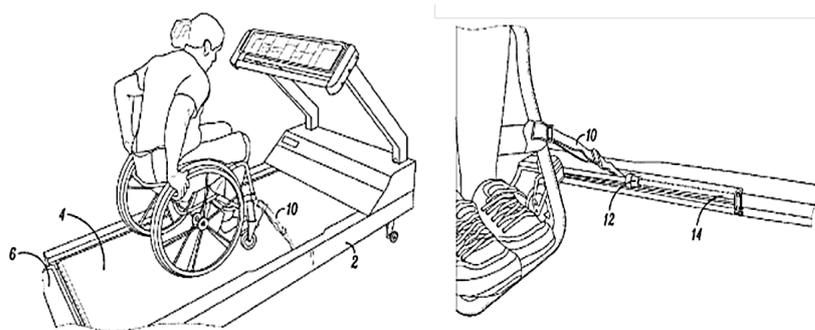


Figura 2-10 - Esteira com sistema de guias para o exercício com cadeira de rodas proposto pela patente US8007407B2 com cinta de segurança (10) que desliza sobre a guia (14).

Fonte: adaptado de RITCHER, 2011.

Diferentemente dos mecanismos propostos anteriormente, nos quais o gesto motor de propulsão da cadeira é utilizado para o exercício, outros autores propõem aparatos desenvolvidos com base em adaptações de aparelhos presentes em academias, a fim de se permitir uma aproximação e prática do exercício de maneira mais prática e cômoda. Um exemplo pode ser observado na patente US5044629 (RYAN; NAUMANN, 1991) a qual evidencia um dispositivo de ginástica destinado à usuários de cadeira de rodas. O cadeirante se aproxima do aparelho o qual apresenta um suporte para a estabilização da cadeira durante a prática (69), e pode praticar o treinamento muscular por meio da movimentação de duas pilhas de pesos (82) pela manipulação da barra (17) a qual pode ser ajustada a cada indivíduo. A Figura 2-11 apresenta a concepção do equipamento.

A patente US9364702B2 (STATEN et al., 2016) também apresenta um equipamento de treinamento voltado ao público cadeirante (Figura 2-12), porém com uma configuração que permite a efetuação de vários tipos de exercícios utilizando-se de uma estação de

treinamento. O aparato permite ao cadeirante efetuar exercícios de peitoral, músculos dorsais, ombros, tríceps e bíceps braquiais, sendo que, em todas as posições, o cadeirante pode se acomodar ao aparelho de forma independente e de forma ergonômica.

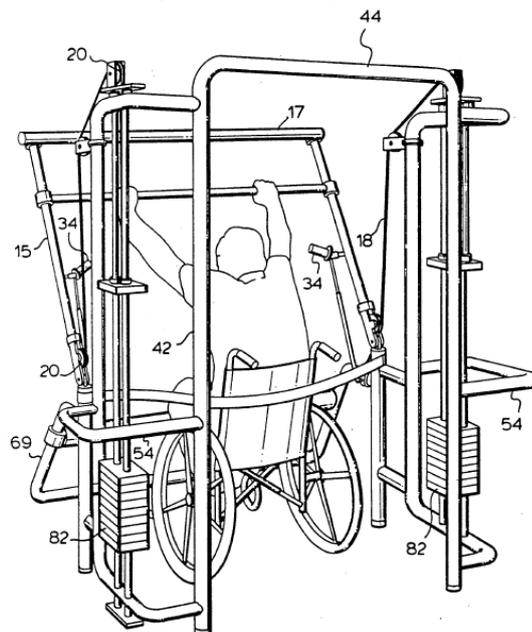


Figura 2-11 - Aparelho de treinamento muscular acessível para cadeira de rodas, o mesmo permite treinamento de uma variedade dos músculos de membros superiores por meio da regulação do ângulo da barra de suporte.

Fonte: RYAN; NAUMANN, 1991.

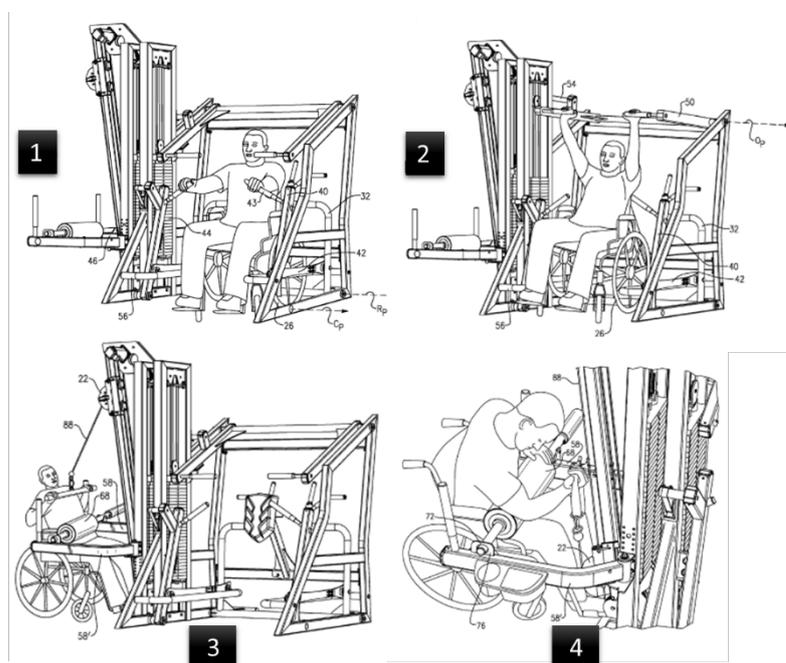


Figura 2-12 - Aparelho de treinamento resistido para cadeirantes proposto por (STATEN et al., 2016) em algumas das configurações possíveis. Exercícios peitorais (1), ombros (2), músculos dorsais (3) e bíceps braquial (4).

Fonte: adaptado de STATEN et al., 2016.

Outro exemplo dessa linha é a patente US5277685A (GONZALES, 1994). O autor

propõe que o acesso ao aparelho de exercício seja feito de forma simples, sem o uso de rampas, além de ser possível ao cadeirante se ajustar ao equipamento sem ajuda externa. O equipamento também prioriza a estabilidade da pessoa ao se exercitar, prevenindo movimentos como: movimento para trás e para frente da cadeira ao se fazer o esforço bem como o deslocamento do indivíduo no assento da cadeira. Neste aparelho (Figura 2-13), assim como o proposto por (RYAN; NAUMANN, 1991), o treinamento muscular também é efetuado pelo levantamento de pilhas de peso com cabos e polias.

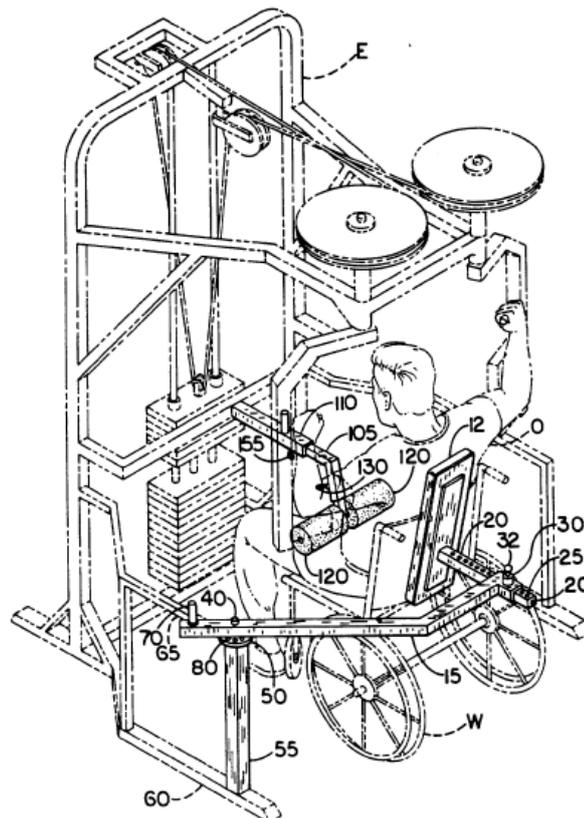


Figura 2-13 - Equipamento proposto para atividade de treinamento resistido dos músculos peitorais para usuários de cadeiras de roda, com sistema que trava a cadeira de rodas provendo maior estabilidade na realização do exercício.

Fonte: GONZALES, 1994.

Outro equipamento também voltado ao treinamento resistido de cadeirantes é o apresentado pela patente PI1003284-3A2 (TEIXEIRA, 2012). Nesse aparelho, uma estrutura de suporte ao cadeirante foi projetada para que esse possa se fixar à máquina. Depois de posicionado, o cadeirante empurra as manoplas (5) o que faz com que a plataforma seja levantada, utilizando a própria massa corporal do usuário como forma de resistência ao movimento, fazendo com que os músculos posteriores do braço e peitoral sejam trabalhados. A Figura 2-14 apresenta uma vista desse aparato.

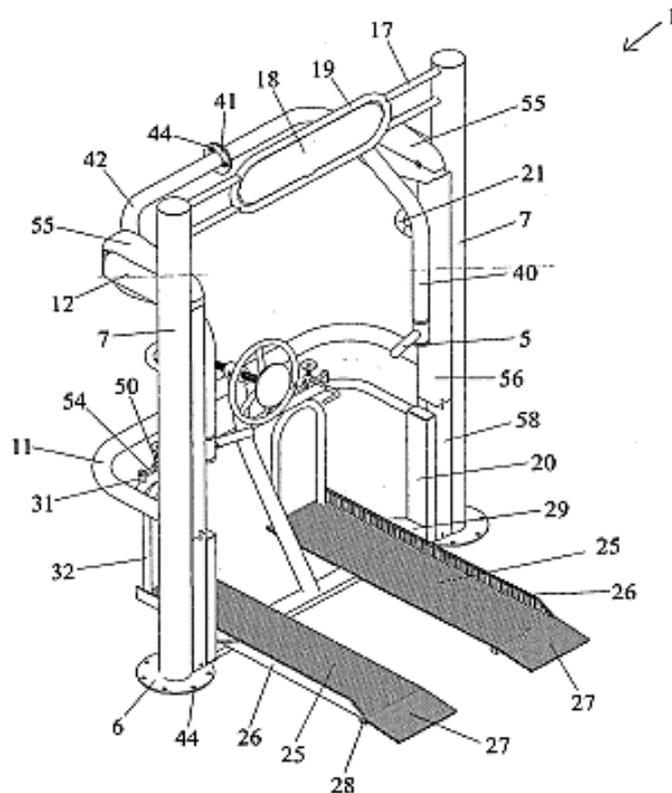


Figura 2-14 - Equipamento de treinamento muscular de músculos posteriores do braço e peitoral para cadeirantes.

Fonte: TEIXEIRA, 2012.

Outra linha muito presente em patentes é a da utilização da própria cadeira como forma de prática de algum tipo de exercício físico. Um exemplo é a patente US7569002B2 (NATIV, 2009). O equipamento proposto se refere à uma cadeira de rodas criada especificamente para permitir que o usuário possa se exercitar na própria cadeira. Ela permite que se exercite músculos dorsais juntamente com a extensão das pernas em um movimento acoplado ou, de forma alternativa, somente movimento das costas. Permite também que se exercite as nádegas por meio do movimento de extensão.

Para tal, a cadeira conta com links que permitem o movimento acoplado do encosto da cadeira juntamente com o assento o qual desliza para frente ao se reclinar o encosto a fim de se manter o centro de gravidade da cadeira a frente do eixo da roda. Também, o movimento do encosto pode, ou não, ser acoplado ao movimento do apoio dos pés, dependendo da escolha do usuário. É possível também que se adicione resistência com a adição de mola ou elásticos aos links da cadeira ou ainda cilindros hidráulicos fixados no chassi da cadeira e ao assento, permitindo um maior controle do movimento de acordo com a necessidade. O mecanismo proposto é apresentado na Figura 2-15.

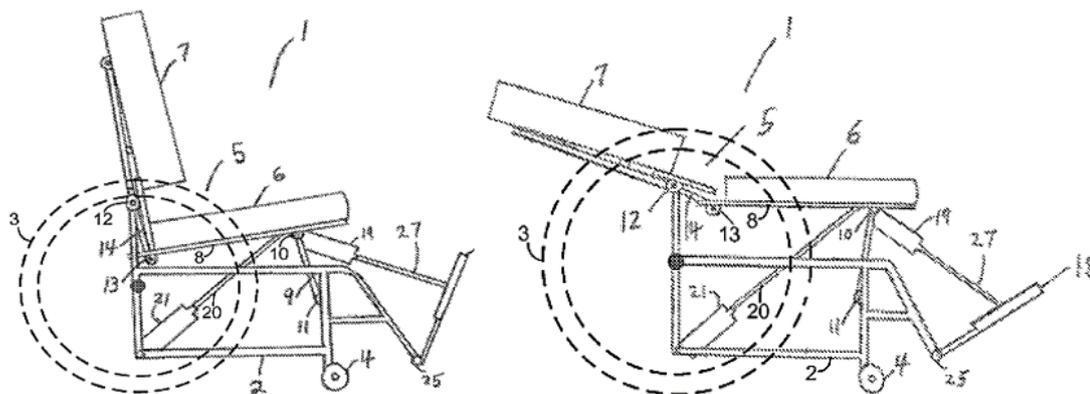


Figura 2-15 - Cadeira de rodas adaptada que permite realização de exercícios físicos para costas, pernas e nádegas em pessoas com deficiência motora.

Fonte: NATIV, 2009.

De maneira similar, a patente US2010/0164201A1 (HOCHBERG; HAYES, 2010) apresenta um sistema que pode ser acoplado à cadeira de rodas afim de se exercitar membros superiores e também inferiores. O equipamento de ginastica é composto de suportes verticais com apoios emborrachados para as mãos que permitem fazer movimento conjunto e alternado tanto na vertical como horizontal. O equipamento também tem suporte para treinamento das pernas no qual o suporte de descanso dos pés pode ser movimentado conjuntamente ou alternadamente propiciando o exercício, os suportes dos pés ainda contam com regulação na altura e largura. A resistência ao movimento é gerada com cilindros hidráulicos. A Figura 2-16 apresenta o equipamento proposto pela patente US2010/0164201A1.

Há também equipamentos desenvolvidos para o treinamento ao ar livre. Um exemplo é o mecanismo (Figura 2-17) proposto pela patente US9079069BI (MENDELSON, 2015) no qual todo o equipamento é fixado ao solo e com espaço facilitado para o acesso com cadeira de rodas. O usuário efetua o exercício posicionando adequadamente no aparelho e manipulando as barras (75 e 76) e com isso movimentando a pilha de pesos que é posicionada atrás do cadeirante. Desse modo, é garantido que nenhum componente da máquina estará presente no espaço destinado à permanência da cadeira de rodas durante a prática.

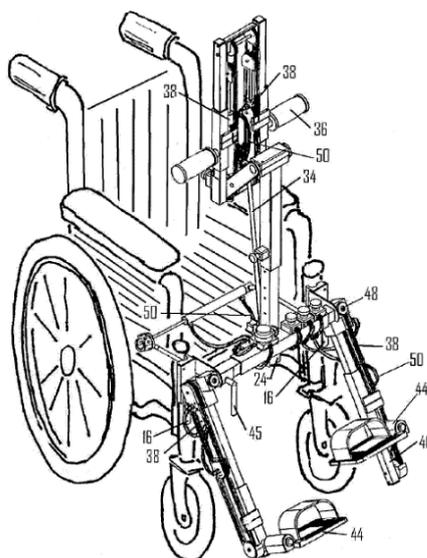


Figura 2-16 - Equipamento de treinamento acoplável à cadeira de rodas para exercícios de membros superiores e inferiores.

Fonte: HOCHBERG; HAYES, 2010.

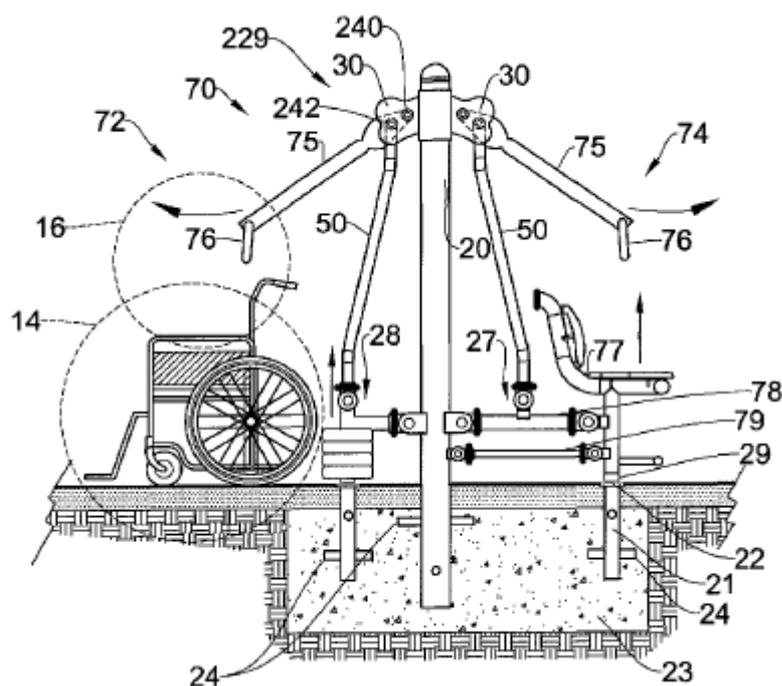


Figura 2-17 - Equipamento de ginástica proposto por Mendelsohn, 2015.

Fonte: MENDELSON, 2015.

Equipamentos semelhantes ao anterior também são apresentados pelas patentes PI0810755-6A2 (JÚNIOR, 2010) e PI0806870-4A2 (JÚNIOR, 2010a), Figura 2-18 e Figura 2-19 respectivamente, no sentido de serem concebidas para serem instaladas em ambientes externos e serem acessíveis a qualquer pessoa. O equipamento sob patente PI0810755-6A2 é composto de três rodas giratórias que podem ser manipuladas pelo cadeirante e que,

segundo (JÚNIOR, 2010), visam prover fortalecimento muscular e aumentar a mobilidade das articulações dos ombros, cotovelos e punhos. Já a patente PI0806870-4A2, trata-se de um equipamento para o fortalecimento muscular dos músculos peitorais, ombros e braços.

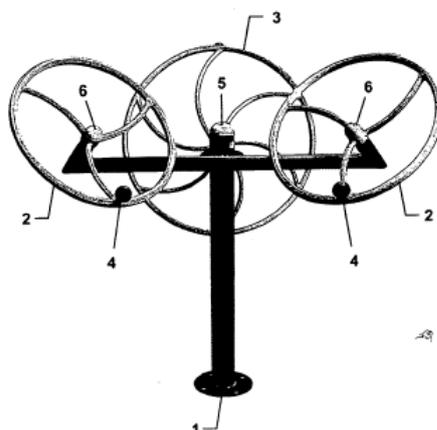


Figura 2-18 - Aparelho de ginástica tubular de rotação dupla diagonal inclinada com uma rotação vertical para cadeirantes proposto por (Patente N° PI0810755-6A2, 2010) no pedido de patente PI0810755-6A2.

Fonte: JÚNIOR, 2010.

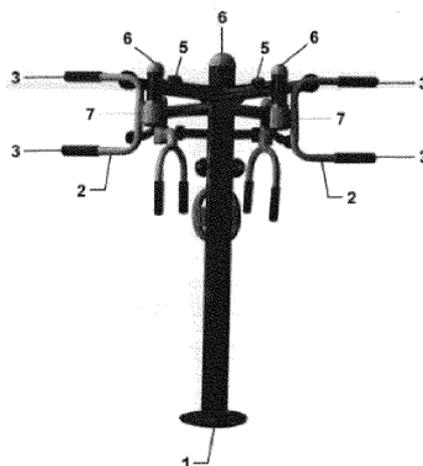


Figura 2-19 - Aparelho de ginástica tubular voador peitoral para cadeirantes proposto por (JÚNIOR, 2010a) no pedido de patente PI0806870-4A2.

Fonte: JÚNIOR, 2010a.

No mercado dos fabricantes de aparelhos para treinamento físico existem poucos itens oferecidos para as pessoas com deficiência. Os mais comuns são aqueles destinados ao treinamento de membros superiores, similares a ergômetros de braço. Um exemplo dessa categoria é o “Inclusive Fitness PRO1” da empresa SCIFIT® (Figura 2-20), o qual permite o acesso de cadeirantes ao mesmo tempo que pode ser usado por pessoas sem deficiência. Tal aparato conta com diversas regulagens a fim de proporcionar um exercício com mais conforto e seu sistema de carga possui 191 níveis de resistência que podem ser aumentados de acordo com o treinamento.



Figura 2-20 - Inclusive Fitness Pro1 sendo utilizado como estação de treinamento para cadeirante.

Fonte: adaptado de BARRETT, 2015, p.1.

Uma das grandes linhas presentes nos equipamentos para deficientes físicos são os equipamentos para treinamento e reabilitação de forma ativa e passiva. Como primeiro exemplo, temos o equipamento “*THERA-Trainer tigo 510*” da empresa inglesa Medicotech®. Neste aparelho, apresentado na Figura 2-21, é possível exercitar membros superiores e inferiores no mesmo aparato, tanto de forma ativa quanto passiva. Para tanto, é possível ajustar a velocidade e sentido de rotação dos pedais. Além disso, para prática de forma ativa, o equipamento permite o ajuste do nível de resistência ao movimento com o monitor do aparelho.



Figura 2-21 - Equipamento de treinamento e reabilitação “*THERA-Trainer tigo 510*”.

Fonte: adaptado de MEDIOTECH, 2017<sup>a</sup>, p. 1.

Outro equipamento apresentado pela mesma empresa é o “*THERA-Trainer balo 536*” (Figura 2-22) destinado ao melhoramento do equilíbrio com exercícios ativos. O aparato é capaz de suportar o usuário na posição de pé enquanto fornece suporte aos movimentos requeridos pelo exercício, estabilizando a pelve, pernas e pés. Os benefícios levantados,

segundo a Medicotech®, na utilização desse aparelho são tais como: melhoria do equilíbrio do quadril e parte superior do corpo, diminuição da rigidez, estabilização da circulação, impactos positivos no sistema urinário e digestão e melhorias na respiração.



Figura 2-22 – Equipamento “THERA-Trainer balo 536”.

Fonte: adaptado de MEDIOTECH, 2017b, p. 1.

Outro exemplo de aparelho para movimentação de membros superiores e inferiores é o “StepOne™ Recumbent Stepper” da empresa SCIFIT®. Esse equipamento apresenta acesso facilitado para usuários de cadeira de rodas ao mesmo tempo que permite também o acesso facilitado de pessoas com mobilidade reduzida ou qualquer outra que deseje utilizá-lo. Apresenta, também, um sistema de baixa inércia de resistência no início do movimento totalizando 191 níveis de resistência em incrementos de 0,1. A Figura 2-23 demonstra o equipamento nas suas condições de uso.



Figura 2-23 - StepOne™ em algumas das configurações possíveis para o exercício.

Fonte: adaptado de SCIFIT, 2020.

Existem também equipamentos que são baseados na utilização da própria cadeira de rodas como meio de exercício. A cadeira de exercícios NeuroGym® é uma representante dessa categoria. Nela é possível a prática de flexão e extensão do tronco, quadril e joelhos,

característica essa que, segundo o fabricante, traz benefícios como: fortalecimento muscular das áreas do abdômen e membros inferiores e melhoramento da resistência do cadeirante. O sistema de carga do equipamento é composto por um conjunto de elásticos especiais posicionados na parte inferior do assento e no apoio para os pés conforme pode ser visualizado na Figura 2-24.



Figura 2-24 - Exercise Wheelchair da NeuroGym® em posição normal e em extensão.

Fonte: adaptado de NEUROGYMTECH, 2017.

Há também a linha de equipamentos um pouco menos complexos, destinados ao treinamento resistido em academias. Um exemplo é o aparelho denominado “VR3 CHEST PRESS TOTAL ACCESS” (Figura 2-25) produzido pela CYBEX®. Seu projeto conta com uma estrutura adaptável para a facilitação do acesso de pessoas que utilizam cadeira de rodas.



Figura 2-25 - Aparelho de treinamento resistido “VR3 CHEST PRESS TOTAL ACCESS”.

Fonte: adaptado de VONCO MEDICAL, 2020.

Outra opção é o “VersaTrainer®” da BOWFLEX® (Figura 2-26). Esse equipamento é um dispositivo simples, que facilita o acesso do cadeirante, para a prática de rotinas de fortalecimento muscular de membros superiores. O sistema de carga deste equipamento se baseia na deflexão de hastes flexíveis posicionadas na parte traseira da máquina.



Figura 2-26 – VersaTrainer®.

Fonte: adaptado de BOWFLEX, 2020, p. 12.

O “UPPERTONE” (*Unassisted Muscle Strengthening System for Quadriplegics*) também se baseia em exercícios de membros superiores, permitindo uma gama ampliada de variações que atendam a maioria do conjunto de músculos superiores e de forma não assistida. Porém esse aparato foi desenvolvido especificamente para lesados medulares de C4, C5 ou abaixo. Nele, o sistema de carga se dá através de massas as quais podem ser deslizadas sobre guias a fim de se aumentar o braço de momento e, por consequência, aumentar a resistência ao movimento. Uma visão geral do aparelho pode ser vista na Figura 2-27.



Figura 2-27 - Equipamento de fortalecimento muscular UPPERTONE.

Fonte: adaptado de GPK Inc, 2020, p.1.

Paralelamente, existem os ergômetros destinados a fins como a avaliação de parâmetros físicos como, por exemplo, ergoespirometria, lactacidemia e potência anaeróbica, de

desempenho como força, potência, velocidade e aceleração dos movimentos.

Tais equipamentos são de fundamental importância na compreensão da dinâmica dos movimentos e, dessa forma, desenvolver treinamentos específicos ao fim que se pretende alcançar.

Em trabalho de (FARIA, 2014), foi desenvolvido um ergômetro que leva em consideração a aplicação de conceitos como a especificidade e a interação entre utilizador e cadeira de rodas. Segundo o autor, a disponibilidade de aparelhos para a avaliação de parâmetros de desempenho como potência e velocidade, especificamente para utilizadores de cadeira de rodas, é reduzida e de alto custo. Seu projeto consistiu na adaptação de um ergômetro para bicicletas no qual é utilizado um potenciômetro no cubo de roda da marca PowerTap® – ClycleOps power (Saris Cycling Group, Madison, Wisconsin, EUA). Esse potenciômetro recolhe os dados através de 8 medidores de tensão já instalados no cubo, fornecendo dados como potência e velocidade.

Com a possibilidade de adequação do potenciômetro, diretamente no cubo da roda de uma cadeira de rodas, pode-se adaptá-lo ao cubo de uma cadeira de basquete e avaliar os parâmetros gerados de potência e velocidade. A Figura 2-28 apresenta o equipamento apresentado por (FARIA, 2014).



Figura 2-28 - Cadeira de rodas do basquete com cubo PowerTap® para medição de parâmetros como potência e velocidade, respeitando-se a especificidade e interação utilizador-cadeira.

Fonte: FARIA, 2014, p. 33.

Faria (2014) ressalta algumas desvantagens do equipamento adaptado: a sensibilidade do potenciômetro colocado na roda o qual não está ajustado especificamente para propulsão em cadeira de rodas pois as leituras só são possíveis em um único sentido de rotação e o acréscimo de peso à estrutura pela necessidade da inclusão de raios de alumínio que estejam ligados ao cubo e ao aro de propulsão.

## **MECANISMOS PARA GERAÇÃO DE RESISTÊNCIA EM TREINAMENTO RESISTIDO**

Para que se compreenda como se desenvolve um exercício, ou quais são as

variações possíveis, é essencial o conhecimento da biomecânica do exercício. Para tanto, se desenvolve aqui uma revisão de quais são as formas mais comuns de se aplicar resistência ao treinamento.

O treinamento resistido é utilizado para descrever um tipo de exercício que exige que a musculatura corporal se movimente contra uma força oposta geralmente aplicada por algum tipo de equipamento (FLECK; KRAEMER, 2017). De acordo com (Campos, 2000), alguns são os tipos de dispositivos de dispositivos para o treinamento resistido, a saber:

- Mecanismos de treinamento com resistência constante;
- Mecanismos de resistência gravidade-dependente;
- Mecanismos de resistência variável;
- Mecanismos isocinéticos;
- Mecanismos assistidos por computador;
- Mecanismos elástico-resistidos.

### **Mecanismos de treinamento com resistência constante**

Segundo (Campos, 2000), os pesos livres ou “resistências constantes” como os halteres são os mais comuns no treinamento de força e resistência. Ainda segundo o autor, como não há o apoio de um equipamento específico para a estabilização do corpo, a utilização de exercícios com pesos livres aumenta a atividade muscular, uma vez que tal protocolo de treinamento irá exigir uma maior estabilização das articulações envolvidas, promovendo a estabilização necessária.

Os exercícios com a utilização de halteres devem sempre buscar a movimentação dessas massas no sentido contrário ao da aceleração da gravidade, uma vez que a força peso será a responsável pela resistência ao movimento. Com isso, os músculos que realizam movimentos na horizontal não são afetados diretamente.

### **Mecanismos de resistência gravidade-dependente**

Tais dispositivos são altamente conhecidos nas academias como aqueles que apresentam pilhas de massas, cabos e polias. Todo esse aparato é responsável por alterar a direção da força proveniente do peso da pilha de massas (vertical para baixo) tornando o exercício mais eficiente para o trabalho de músculos isolados (Campos, 2000). A Figura 2-29 apresenta um exemplo desse dispositivo.



Figura 2-29 - Aparelho de resistência gravidade-dependente.

Fonte: NATURAL FITNESS, 2020<sup>a</sup>.

Ainda segundo (Campos, 2000), tais aparelhos apresentam algumas vantagens: segurança, flexibilidade de execução de exercícios e facilidade de uso. Porém o autor ressalta que esses aparelhos removem os requisitos de equilíbrio e estabilização durante a prática do treinamento, uma vez que as atividades diárias requerem tais requisitos.

Conforme ressaltado por (SIQUIEROLI, 2007) a carga neste tipo de aparelho permanece constante durante todo o exercício, ou seja, tanto na fase concêntrica quanto na fase excêntrica. Ainda segundo esse autor, a capacidade de produção de força do músculo varia de acordo com seu comprimento (relação força-comprimento) a qual afeta diretamente a sua área da seção transversal. Essa última se relaciona intimamente com a capacidade de produção de força pelo músculo. Dessa forma, a força produzida por um músculo varia na medida em que se contrai ou se estende. Como os aparelhos de resistência dependentes de massas produzem torques constantes, tal fato os torna ineficientes uma vez que não conseguem produzir o máximo torque resistivo de acordo com o torque disponível no músculo com a variação do ângulo da articulação. A Figura 2-30 abaixo apresenta a diferença entre o torque disponível na articulação do cotovelo em comparação com o torque produzido pela força peso, ambos em relação à variação do ângulo entre o braço e antebraço.

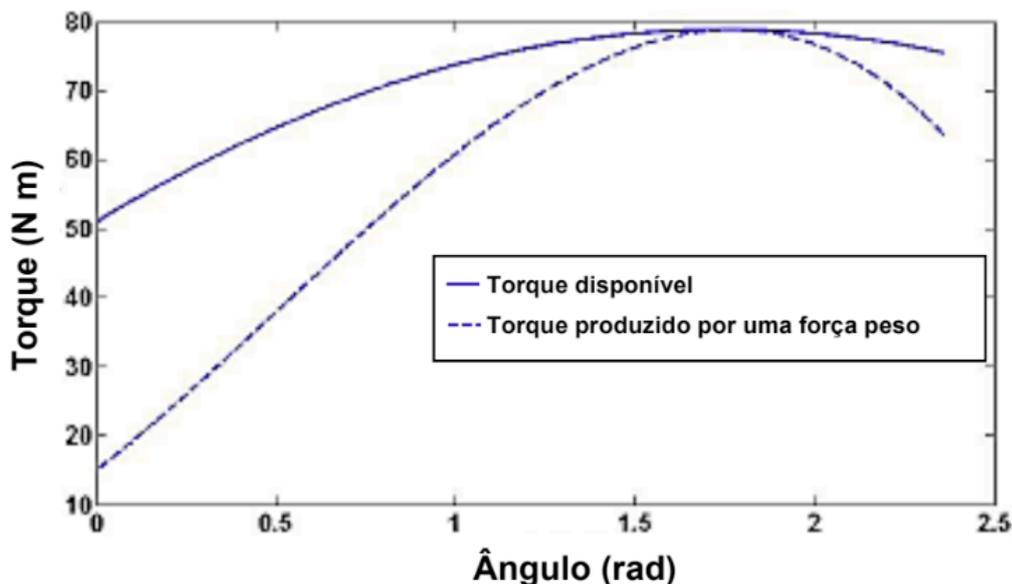


Figura 2-30 – Comparação da curva de torque disponível (típica) gerado na articulação do cotovelo com a curva de torque resistente gerada por uma carga fixa nessa articulação.

Fonte: adaptado de SIQUIEROLI, 2007, p. 23.

Outro fato que deve ser ressaltado em relação a esses mecanismos é a sua alta inércia devido ao número grande de massas, fato que praticamente impossibilita a execução de treinamentos em alta velocidade.

### Mecanismos de resistência variável

Conforme ressaltado por (Campos, 2000), o torque produzido em um segmento, devido à um conjunto de músculos, depende do ângulo da inserção muscular e também da sua distância da inserção em relação ao eixo de rotação da articulação. Além disso, a relação força-comprimento, conforme dito anteriormente, e a velocidade de contração também são fatores que influenciam no torque produzido em certa articulação. A Figura 2-31 ajuda a compreender os fatos enumerados, principalmente a distância de inserção do músculo e, dessa forma, a distância “d” responsável pelo braço de alavanca.

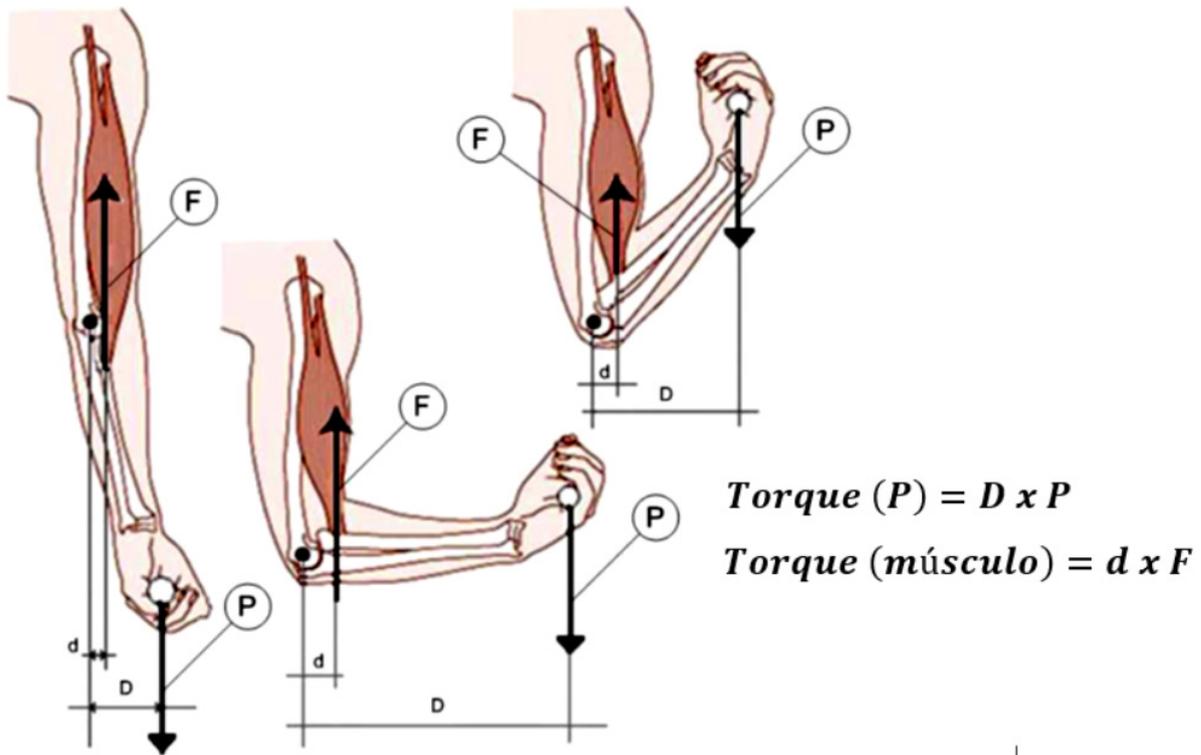


Figura 2-31 - Distância de inserção muscular ( $d$ ) e torque produzido pela força muscular ( $F$ ) na articulação do cotovelo. A medida em que se flexiona o *músculo bíceps* braquial, há alteração da distância “ $d$ ” responsável pelo braço de alavanca da força  $F$ .

Fonte: adaptado de SIQUIEROLI, 2007, p. 23.

Dessa forma, os equipamentos de resistência variável têm como objetivo gerar uma resistência que varie com movimento e ao longo de toda a amplitude do movimento articular por meio do emprego de cames. A Figura 2-32 apresenta um equipamento que emprega um came para geração de resistência variável e a Figura 2-33 como o torque produzido pelo came varia já considerando os efeitos de inércia.

Nesses aparelhos, mesmo que a carga propriamente dita não varie, a variação do raio do came será o responsável por gerar alterações no valor de torque. Com isso, a principal intenção deste tipo de mecanismo é obter uma curva de torque resistente próxima à curva de torque disponível na articulação.

Porém, devido à inércia e aceleração variável durante a execução dos exercícios, essas máquinas, segundo (SIQUIEROLI, 2007), só oferecem valores de resistência próximos aos disponíveis em regimes de execução lentos, a fim de se minimizar os efeitos de inércia do equipamento.



Figura 2-32 - Equipamento de treinamento resistido para bíceps com emprego de resistência variável.

Fonte: adaptado de NATURAL FITNESS, 2020b.

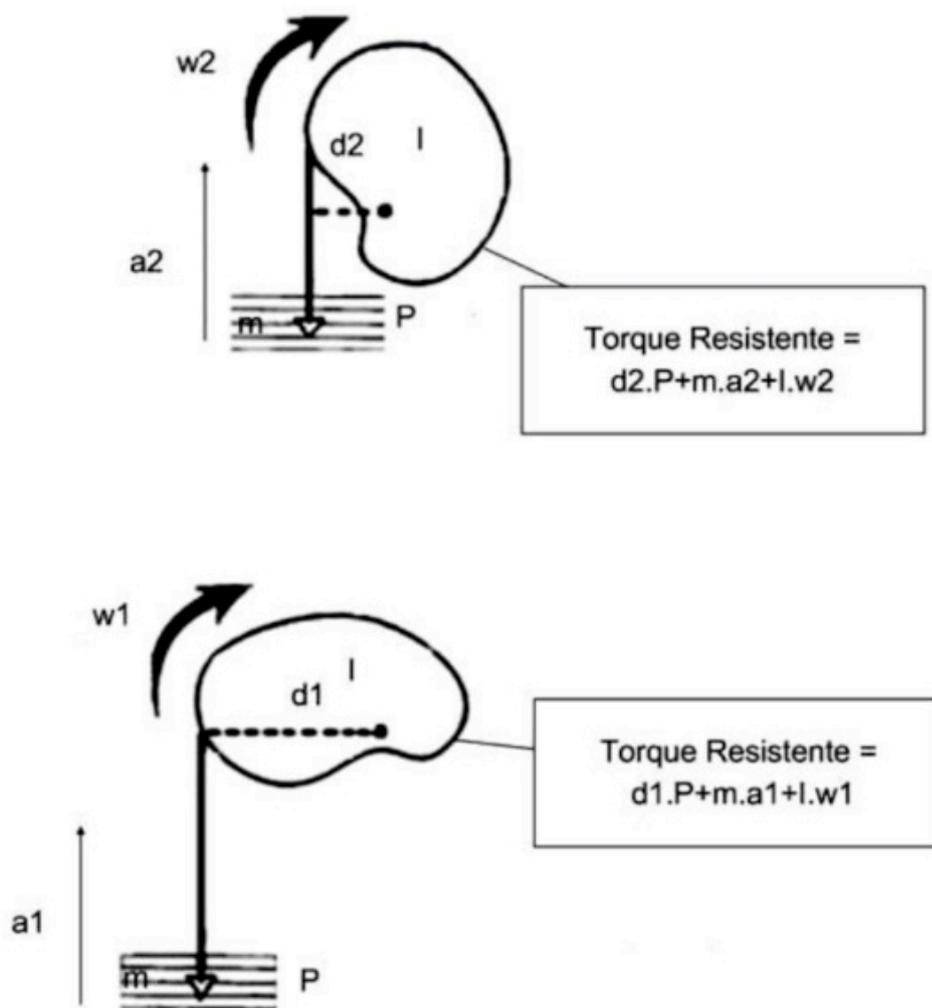


Figura 2-33 - Torque produzido por um came considerando efeitos de inércia.

Fonte: SIQUIEROLI, 2007, p. 25.

## Mecanismos isocinéticos

De acordo com (Campos, 2000) os aparelhos isocinéticos (Figura 2-34) (ou resistência acomodável) controlam a máxima taxa do movimento articular, ou seja, independentemente do nível de força aplicada, o aparelho manterá a velocidade angular, previamente configurada, constante. Dessa forma, é possível estabelecer a máxima força desenvolvida por um indivíduo em certa velocidade de movimentação.



Figura 2-34 - Mecanismo isocinético.

Fonte: adaptado de MELO, 2019, p.4.

## Mecanismos assistidos por computador

Nesses aparelhos, durante o curso de repetição, o computador adapta a resistência à curva de força do executante. Podem ser ajustáveis na resistência, velocidade, potência, acelerações e desacelerações, bem como na amplitude do movimento (Campos, 2000).

Porém, como é de se esperar, o custo desse tipo de equipamento é alto o que dificulta o acesso da população como um todo na sua utilização.

## Mecanismos elástico-resistidos

Nesse tipo de máquina a resistência ao movimento pode ser proveniente do uso de molas ou elásticos, podendo ou não contar com dispositivos de acomodação como cames ou conjunto de alavancas para simular a arquitetura da articulação (SIQUIEROLI, 2007).

Pela própria natureza do sistema de carga, a resistência ao movimento varia de acordo com a deformação do elemento elástico, sendo ela maior à medida que se aumenta

a deformação. Tal fato se demonstra benéfico uma vez que a capacidade de geração de força de um grupo muscular varia de acordo com o movimento.

Entretanto, conforme ressaltado por (CAMPOS, 2000; SIQUIEROLI, 2007), esse tipo de mecanismo apresenta algumas limitações:

- I. O aumento da resistência acontece no final da amplitude articular (devido a maior deformação do elemento elástico) justamente quando a capacidade de produção de força do sistema muscular diminui;
- II. Como o músculo apresenta maior resistência na fase excêntrica (extensão) seria mais adequado o mecanismo proporcionar maior resistência nessa fase. Porém ocorre o contrário uma vez que na fase excêntrica há redução da carga devido ao encurtamento do elemento elástico.

### **Mecanismo de geração de resistência ao movimento com modulação de torque**

Um novo sistema de geração de resistência ao movimento foi recentemente desenvolvido no LPM (Laboratório de Projetos Mecânicos) e CINTESP.Br em depósitos de patentes BR 202015020471-5 U2 de (SOUZA et al., 2015) e PI 1003925-2 A2 de (SIQUIEROLI; ARAÚJO, 2010). Esse sistema utiliza como princípio de funcionamento a modulação do torque resistivo compensando efeitos adversos como inércia e atrito no equipamento. Ao contrário dos sistemas de resistência rotineiramente empregados em equipamentos de treinamento, esse sistema oferece baixa inércia, devido à sua baixa massa, e impõe resistência variável sem a utilização de cabos, polias, pesos ou correntes. Dessa forma, permite o treinamento a velocidades mais altas que os dispositivos padrão (caso necessário) e leva em conta ainda os perfis cinemáticos (velocidade e aceleração) do movimento a ser treinado no projeto do sistema; fatos que aumentam exponencialmente a eficiência do treinamento. Conseqüentemente, tal mecanismo segue, de maneira fiel, o princípio da especificidade; fato que não é totalmente seguido nos mecanismos apresentados anteriormente. Outra vantagem é a simplicidade construtiva e segurança, uma vez que o sistema conta com menos elementos móveis e menos susceptíveis a falhas quando comparado aos cabos e polias.

De acordo com a revisão da literatura apresentada, a prática de exercícios físicos sob rotina constante e bem estabelecida é benéfica à saúde de qualquer indivíduo. Os efeitos positivos vão desde a saúde mental, na melhoria dos estados de depressão (MAMMEN; FAULKNER, 2013), passando pelo controle da hipertensão (PESCATELLO et al., 2004), diabetes e colesterol (NELSON et al., 2007). Todos esses fatores em conjunto se alinham dentro de um conceito amplo de qualidade de vida (PEREIRA; TEIXEIRA; SANTOS, 2012; BUSS, 2000).

Quando se analisa indicadores de qualidade de vida em pessoas com lesão medular, tal índice se apresenta crítico como apontado por (WESTGREN; LEVI, 1998). Como visto no capítulo 2, esses níveis são inferiores quando comparados às pessoas sem deficiência. Essa diferença é justificada, em partes, pela ocorrência de dores neuropáticas e musculoesqueléticas (advindas da lesão medular em si) que afetam grande parte dos lesados medulares como o evidenciado por (ZANCA, 2013). Outro fator importante são os males advindos de danos aos membros superiores devido ao seu uso para tarefas de força (propulsão da cadeira de rodas) que, com o passar dos anos, sobrecarrega as articulações superiores como ombros e punhos; resultando em queixas decorrentes de síndromes como túnel do carpo (STC) e a do manguito rotador (BONINGER et al., 2005).

Além dos tratamentos convencionais, a prática de exercícios físicos e de fortalecimento muscular é capaz de trazer alívio as dores e uma vida social mais ativa, assim como foi pesquisado e relatado por vários autores mencionados ao longo da revisão bibliográfica. Mesmo com os benefícios obtidos por tais práticas, um número reduzido de deficientes se engajam, como visto nos estudos de (SERON; AIRES DE ARRUDA; GREGUOL, 2015), devido a fatores plausíveis e de fácil compreensão que, de forma clara, trazem dificuldades para que essas pessoas adotem uma rotina de exercícios, como por exemplo: adequação de espaços de acordo com normas de acessibilidade, falta de informação desde a locais até programas destinados à prática de exercícios para o público cadeirante e a falta de equipamentos de treinamento projetados especificamente para atender as necessidades individuais dessas pessoas.

Dentro desse contexto, o CINTESP.Br (Centro Brasileiro de Referência em Inovações Tecnológicas para Esportes Paralímpicos) busca entender essas dificuldades encontradas

pelas pessoas com deficiência física, identificando lacunas no mercado, desenvolvendo equipamentos de treinamento e dispositivos que visem uma melhor qualidade de vida dessas pessoas. O objetivo desse grupo é trazer à realidade equipamentos que são projetados, e não adaptados, ao fortalecimento muscular dessas pessoas, a começar pelos cadeirantes. Diversos projetos de pesquisa se encontram em desenvolvimento pelo grupo os quais utilizam sistemas de alta tecnologia e, ao mesmo tempo, de custo acessível. Como exemplo, encontra-se em fase de pesquisa e protótipo equipamentos de treinamento resistido para cadeirantes como os encontrados pelos depósitos de patente BR 102016004785-4 A2 (CARDOSO et al., 2016) e BR 102018011397-6 A2 de (REZENDE et al., 2018) que utilizam o princípio de geração de resistência desenvolvido por (SOUZA et al., 2015) o qual não utiliza cabos, polias ou correntes para gerar resistência. O sistema é projetado de forma individual para se gerar resistência próxima à máxima ao longo de todo movimento, ao passo que leva em consideração a velocidade do movimento; permitindo que o exercício possa ser feito em altas ou baixas velocidades; o que não se encontra no mercado ou na literatura.

Esses projetos foram desenvolvidos para que fosse possível o treinamento resistido do gesto motor de propulsão da cadeira de rodas, além de outros gestos motores, levando-se em conta os princípios do treinamento: especificidade, sobrecarga crescente e individualidade. Estes equipamentos buscam diminuir as dificuldades do público cadeirante em encontrar um equipamento projetado especificamente para eles, bem como a aplicação em treinamento para atletas paralímpicos. Esses são alguns dos projetos que visam o público com deficiência, dentre outros projetos em desenvolvimento pelo CINTESP.Br para as mais variadas aplicações e necessidades.

Em suma, esse livro foi escrito para apontar os benefícios das rotinas de exercícios físicos e de fortalecimento muscular na vida da pessoa com deficiência física levando-se em consideração um conjunto de fatores, desde a saúde até efeitos psicológicos. Ao mesmo tempo, espera-se que, mesmo tendo mostrado as dificuldades encontradas em se engajar em alguma atividade, esse público seja persistente, buscando por formas alternativas de se exercitarem e cientes de que grupos de pesquisa, no país e no mundo, trabalham para a sua melhoria da qualidade de vida por meio da ciência e tecnologia.

- ALMEIDA, P. **Síndrome do Túnel do Carpo – Tratamento Osteopático**. 22 de outubro de 2012. II. Disponível em: <http://osteopatapauloalmeida.blogspot.com/2012/10/sindrome-do-tunel-do-carpo.html>. Acesso em: 22 de abril de 2020.
- BARRET, T. **7 Keys to Exercise Equipment Accessibility**. 15 de junho de 2015. II. Disponível em: <https://www.scifit.com/7-keys-to-exercise-equipment-accessibility/>. Acesso em: 22 de abril de 2020.
- BOWFLEX. **Versa Trainer® Owner’s Manual**. II. Disponível em: [https://download.nutilus.com/supportdocs/OM/Bowflex/BFX\\_Versatrainer\\_OM\\_RevA\\_web.pdf](https://download.nutilus.com/supportdocs/OM/Bowflex/BFX_Versatrainer_OM_RevA_web.pdf). Acesso em: 22 de abril de 2020.
- BIZE, R.; JOHNSON, J. A.; PLOTNIKOFF, R. C. Physical activity level and health-related quality of life in the general adult population: A systematic review. **Preventive Medicine**, v. 45, n. 6, p. 401–415, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2007.07.017>
- BONINGER, M. L.; SOUZA, A. L.; COOPER, R. A.; FITZGERALD, S. G.; KOONTZ, A. M.; FAY, B. T. Propulsion patterns and pushrim biomechanics in manual wheelchair propulsion. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 83, n. 5, p. 718–723, 2002. <https://doi.org/10.1053/apmr.2002.32455>
- BONINGER, M. L.; WATERS, R. L.; CHASE, T.; DIJKERS, M. P. J. M.; GELLMAN, H.; GIRONDA, R. J. Preservation of Upper Limb Function Following Spinal Cord Injury : A Clinical Practice Guideline for Health-Care Professionals. **The Journal of Spinal Cord Medicine**, v. 28, n. 5, p. 433–470, 2005.
- BRANCO, F.; CARDENAS, D. D.; SVIRCEV, J. N. Spinal Cord Injury: A Comprehensive Review. **Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America**, v. 18, n. 4, p. 651–679, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2007.07.010>
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. **Diretrizes de Atenção à Pessoa com Lesão Medular** / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas e Departamento de Atenção Especializada. – 2. ed – Brasília : Ministério da Saúde, 2015. 68 p. : il.
- BUSS, P. M. Promoção da saúde e qualidade de vida. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 5, n. 1, p. 163–177, 2000. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232000000100014>
- CAMPOS, M. D. A. **Biomecânica da musculação**. Rio de Janeiro: Sprint, 2000.
- Cardoso, T. G., Rezende, L. P. F. De, Araújo, C. A. De, Souza, M. P. De, Bonifácio, E. D. **Equipamento para treinamento e reabilitação muscular de membros superiores destinado a cadeirantes**. Depositante: Universidade Federal de Uberlândia. BR 102016004785-4 A2. Depósito: 02 de março de 2016.
- CURTIS, K. A.; TYNER, T. M.; ZACHARY, L.; LENTELL, G.; BRINK, D.; DIDYK, T.; GEAN, K.; HALL, J.; HOOPER, M.; KLOS, J.; LESINA, S.; PACILLAS, B. Effect of a standard exercise protocol on shoulder pain in long-term wheelchair users. **Spinal Cord**, v. 37, n. 6, p. 421–429, 1999. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3100860>

DE MIGUEL, M.; KRAYCHETE, D. C. Pain in Patients with Spinal Cord Injury: A Review. **Brazilian Journal of Anesthesiology**, v. 59, n. 3, p. 350–357, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0034-70942009000300011>

DE VRIES, N. M.; VAN RAVENSBERG, C. D.; HOBBELEN, J. S. M.; OLDE RIKKERT, M. G. M.; STAAL, J. B.; NIJHUIS-VAN DER SANDEN, M. W. G. Effects of physical exercise therapy on mobility, physical functioning, physical activity and quality of life in community-dwelling older adults with impaired mobility, physical disability and/or multi-morbidity: A meta-analysis. **Ageing Research Reviews**, v. 11, n. 1, p. 136–149, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2011.11.002>

DETLOFF, M. R.; SMITH, E. J.; QUIROS MOLINA, D.; GANZER, P. D.; HOULÉ, J. D. Acute exercise prevents the development of neuropathic pain and the sprouting of non-peptidergic (GDNF- and artemin-responsive) c-fibers after spinal cord injury. **Experimental Neurology**, v. 255, p. 38–48, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2014.02.013>

FARIA, T. C. **Desenvolvimento de um ergómetro específico para cadeira de rodas . Construção e desenvolvimento de um protótipo .** 2014. Dissertação de Mestrado - Universidade do Porto.

FJ NOOIJEN, C.; STAM, H. J.; SLUIS, T.; VALENT, L.; TWISK, J.; JG VAN DEN BERG-EMONS, R. A behavioral intervention promoting physical activity in people with subacute spinal cord injury: Secondary effects on health, social participation and quality of life. **Clinical Rehabilitation**, v. 1, n. 9, 2016.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W.J. **Fundamentos do treinamento de força muscular.** 3ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2017.

FULLERTON, HEATHER D.; BORCKARDT, JEFFREY J.; ALFANO, ALAN P. **Shoulder pain: a comparison of wheelchair athletes and nonathletic wheelchair users.** *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 35, n. 12, p. 1958-1961, 2003. Doi: 10.1249/01.MSS.0000099082.54522.55

GPK Inc. **Aerobic Exercise for Quadriplegics.** II. Disponível em: <http://www.quadriplegia.com/aerobic-exercise-C5-C6-spinal-cord-injury.htm>. Acesso em: 22 de abril de 2020.

GONZALES, P. **Wheelchair occupant motion stabilizer for exercise machines.** US5277685, 11 Janeiro 1994.

GOTO, M. **Treadmill for Wheelchair.** EP0908201A1, 14 Abril 1999.

HOCHBERG, R. J.; HAYES, D. T. **Wheelchair gym.** US2010/0164201A1, 1 Julho 2010.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico, Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, p. 211. 2010. (ISSN-0104-3145).

JÚNIOR, P. Z. **Aparelho tubular voador peitoral para N.E. (necessidades especiais) cadeirantes.** PI0806870-4A2, 21 Setembro 2010.

JÚNIOR, P. Z. **Aparelho tubular rotação dupla diagonal inclinada com uma rotação vertical para N.E (necessidades especiais) cadeirantes.** PI0810755-6A2, 07 Dezembro 2010.

MAMMEN, G.; FAULKNER, G. Physical activity and the prevention of depression: A systematic review of prospective studies. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 45, n. 5, p. 649–657, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2013.08.001>

MEDICOTECH. [Sem título]. II. Disponível em: <http://www.medicotech.co.uk/thera-trainer-tigo-510.html>. Acesso em: 22 de março de 2017a.

MEDICOTECH. [Sem título]. II. Disponível em: <https://www.medicotech.co.uk/balancing/balo-536.html>.

Acesso em: 22 de março de 2017b.

MELO, R. F. V. DE. **Avaliação do joelho através do Dinamômetro Isocinético**. 26 de novembro de 2019. II. Disponível em: <https://blog.medphone.com.br/avaliacao-do-joelho-atraves-do-dinamometro-isocinetico/>. Acesso em: 22 de abril de 2020.

MENDELSON, S. **Wheelchair accessible fitness equipment**. US9079069B1, 14 Julho 2015.

MONTERO-ODASSO, M.; BERGMAN, H.; BÉLAND, F.; SOURIAL, N.; FLETCHER, J. D.; DALLAIRE, L. Identifying mobility heterogeneity in very frail older adults. Are frail people all the same? **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 49, n. 2, p. 272–277, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2008.09.010>

MURLOY, S. J.; THOMPSON, L.; KEMP, B.; HATCHETT, P. P.; NEWSAM, C. J.; LUPOLD, D. G.; HAUBERT, L. L.; EBERLY, V.; GE, T.-T.; AZEN, S. P.; WINSTEIN, C. J.; GORDON, J. Strengthening and Optimal Movements for Painful Shoulders (STOMPS) in Chronic Spinal Cord Injury: A Randomized Controlled Trial. **Physical Therapy**, v. 91, n. 3, p. 25, 2011.

NAHAS, M. V. **Atividade física, saúde e qualidade de vida: conselhos e sugestões para um estilo de vida ativo**. 2ª. ed. Londrina: Midiograf, 2001.

NASH, M. S.; VAN DE VEN, I.; VAN ELK, N.; JOHNSON, B. M. Effects of Circuit Resistance Training on Fitness Attributes and Upper-Extremity Pain in Middle-Aged Men With Paraplegia. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 88, n. 1, p. 70–75, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.10.003>

NATIV, A. **Exercise wheelchair**. US7569002B2, 4 Agosto 2009.

NATURAL FITNESS. [Sem título]. II. Disponível em: <https://www.naturalfitness.com.br/peck-deck-peitoral-dorsal>. Acesso em: 22 de abril de 2020a.

NATURAL FITNESS. [Sem título]. II. Disponível em: <https://www.naturalfitness.com.br/maquina-scott-60-x-40-mm>. Acesso em: 22 de abril de 2020b.

NELSON, M. E.; REJESKI, W. J.; BLAIR, S. N.; DUNCAN, P. W.; JUDGE, J. O.; KING, A. C.; MACERA, C. A.; CASTANEDA-SCEPPA, C. Physical activity and public health in older adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation**, v. 116, n. 9, p. 1094–1105, 2007. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.185650>

NEPOMUCENO C., FINE P.R., RICHARDS J.S., GOWENS H., STOVER S.L., RANTANUABOL, U., HOUSTON R. Pain in patients with spinal cord injury. **Arch Phys Med Rehabil**. 1979 Dec;60(12) 605-609. PMID: 518270.

NEUROGYMTECH. [Sem título]. II. Disponível em: <http://neurogymtech.com/products/exercise-wheelchair/l>. Acesso em: 22 de março de 2017.

NINOMYIA, A. F.; LUÍSA, C.; JESUS, M. DE; AULETTA, L. L.; RIMKUS, C. D. M.; FERREIRA, D. M.; FILHO, A. Z.; JUNIOR, A. C. Análise Clínica E Ultrassonográfica Dos Ombros de Pacientes Lesados Medulares em Programa de Reabilitação– a. v. 15, p. 109–113, 2007.

PEREIRA, É.; TEIXEIRA, C.; SANTOS, A DOS. Qualidade de vida: abordagens, conceitos e avaliação. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 26, n. 2, p. 241–250, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1807-55092012000200007>

PESCATELLO, L. S.; FRANKLIN, B. A.; FAGARD, R.; FARQUHAR, W. B.; KELLEY, G. A.; RAY, C. A. **Exercise and hypertension**. **Medicine and science in sports and exercise**. [s.l: s.n.].

Rezende, L. P. F. De, Cardoso, T. G., Araújo, C. A. De, Souza, M. P. De. **Estação para treinamento e**

**reabilitação muscular de membros superiores destinada a cadeirantes. Depositante: Universidade Federal de Uberlândia.** BR 102018011397-6 A2. Depósito: 05 de junho de 2018.

RICHTER, M. **Wheelchair accessible treadmill.** US8007407B2, 30 Agosto 2011.

RIMMER, J. H.; RILEY, B.; WANG, E.; RAUWORTH, A.; JURKOWSKI, J. Physical activity participation among persons with disabilities: Barriers and facilitators. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 26, n. 5, p. 419–425, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.02.002>

RYAN, S.; NAUMANN, S. **Wheelchair accessible weight training apparatus.** US5044629, 3 Setembro 1991.

SANDROW-FEINBERG, H. R.; HOULÉ, J. D. Exercise after spinal cord injury as an agent for neuroprotection, regeneration and rehabilitation. **Brain Research**, v. 1619, p. 12–21, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2015.03.052>

SANDROW-FEINBERG, H. R.; IZZI, J.; SHUMSKY, J. S.; ZHUKAREVA, V.; HOULE, J. D. Forced exercise as a rehabilitation strategy after unilateral cervical spinal cord contusion injury. **Journal of neurotrauma**, v. 26, n. 5, p. 721–31, 2009. <https://doi.org/10.1089/neu.2008.0750>

SAWATZKY, B.; DIGIOVINE, C.; BERNER, T.; ROESLER, T.; KATTE, L. The Need for Updated Clinical Practice Guidelines for Preservation of Upper Extremities in Manual Wheelchair Users. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 94, n. 4, p. 313–324 12p, 2015.

SCIFIT. StepOne™ Recumbent Stepper. II. Disponível em: <https://www.scifit.com/product/stepone/>. Acesso em: 22 de Abril de 2020.

SERON, B. B.; AIRES DE ARRUDA, G.; GREGUOL, M. Facilitadores e barreiras percebidas para a prática de atividade física por pessoas com deficiência motora. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 37, n. 3, p. 214–221, set. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.rbce.2013.09.003>

SCHOELLER, S. D. et al. **Abordagem multiprofissional em lesão medular: saúde, direito e tecnologia.** Florianópolis: Publicação do IFSC, 2016. ISBN: 978-85-8464-091-1.

SIDDALL, P. J.; MCCLELLAND, J. M.; RUTKOWSKI, S. B.; COUSINS, M. J. A longitudinal study of the prevalence and characteristics of pain in the first 5 years following spinal cord injury. **PAIN**, v. 103, n. 3, p. 249–257, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0304-3959\(02\)00452-9](https://doi.org/10.1016/S0304-3959(02)00452-9)

SIDDALL, P. J.; TAYLOR, D. A.; COUSINS, M. J. Classification of pain following spinal cord injury. **Spinal Cord**, v. 35, p. 69–75, 1997. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3100365>

SQUIEROLI, W. A. **Desenvolvimento de um sistema de geração de resistência para aparelhos de musculação e fisioterapia.** 2007. 130p. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Uberlândia.

Squieroli, W. A.; Araújo, C. A. De. **Dispositivo mecânico para geração programada de torque resistente.** Depositante: Universidade Federal de Uberlândia. PI 1003925-2 A2. Depósito: 08 de outubro de 2010

Souza, M. P. De; Araújo, C. A. De.; Neto, F. P.; Lima, R. M. De. **Dispositivo para treinamento e reabilitação dos flexores do cotovelo com sistema modulador de torque.** Depositante: Universidade Federal de Uberlândia. BR 202015020471-5 U2. Depósito: 25 de agosto de 2018.

STATEN, K. E. et al. **Exercise device.** US9364702B2, 14 Junho 2016.

TEIXEIRA, E. et al. **Terapia Ocupacional na Reabilitação Física.** 1ª. ed. São Paulo: ROCA, 2003.

TEIXEIRA, M. J. **Equipamento de musculação denominado máquina de supino vertical para trabalho**

**dos músculos posteriores do braço e peitorais.** PI1003284-3A2, 07 Fevereiro 2012.

VONCO MEDICAL, Rehab & Fitness. [Sem título]. II. Disponível em: [https://www.voncomed.com/product/rehab-therapy/strength/weight\\_machines/chest/cybex-total-access-chest-press/](https://www.voncomed.com/product/rehab-therapy/strength/weight_machines/chest/cybex-total-access-chest-press/). Acesso em: 22 de abril de 2020.

WESTGREN, N.; LEVI, R. Quality of life and traumatic spinal cord injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 79, n. 11, p. 1433–1439, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(98\)90240-4](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(98)90240-4)

WIDERSTRÖM-NOGA, E. G.; FELIPE-CUERVO, E.; YEZIERSKI, R. P. R. R. P.; E.G., W.-N.; E., F.-C.; R.P., Y.; WIDERSTROM-NOGA, E. G. E. G. E. Relationships among clinical characteristics of chronic pain after spinal cord injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 82, n. September, p. 1191–1197, 2001. <https://doi.org/10.1053/apmr.2001.25077>

ZANCA, J. M.; DIJKERS, M. P.; HAMMOND, F. M.; HORN, S. D. Pain and its impact on inpatient rehabilitation for acute traumatic spinal cord injury: Analysis of observational data collected in the SCIR rehab study. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 94, n. 4 SUPPL., p. S137–S144, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.10.035>

ZHAOMING, L.; RONG, Z. **Sports training machine by pushing wheelchair.** CN202490404U, 17 Outubro 2012.

# SOBRE OS AUTORES



**THIAGO GOMES CARDOSO** - Thiago Gomes Cardoso é graduado e mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU) com ênfase em mecânica dos sólidos, vibração e engenharia biomecânica. Seu trabalho de mestrado foi voltado ao desenvolvimento de um novo sistema de treinamento resistido de alto desempenho para cadeirantes e pessoas com mobilidade reduzida utilizando um sistema inovador de baixa inércia do tipo came-mola-seguidor. cursou também, como aluno de intercâmbio, engenharia mecânica na Embry-Riddle Aeronautical University campus Daytona Beach, Flórida. Durante esse tempo, atuou em áreas como acústica para detecção de falhas em componentes, simulação por elementos finitos de materiais compósitos, análise dimensional e otimização não linear em empresas como DuPont Engineering Technology (DuET) nos Estados Unidos e APROM no Brasil. Atualmente é professor do Departamento de Eletromecânica do CEFET-MG desempenhando pesquisas e atividades nas áreas de elementos de máquinas, metrologia, estática e resistência dos materiais. Participa, também, do grupo de pesquisa CINTESP.Br (Centro Brasileiro de Referência em Inovações Tecnológicas para Esportes Paralímpicos) com foco no desenvolvimento de tecnologias inovadoras para o Esporte Paralímpico e pessoas com deficiência visando melhoria de performance e qualidade de vida. Também no CINTESP.Br desenvolveu seu trabalho de mestrado.



**LUCAS PEREIRA FERREIRA DE REZENDE** - Lucas Pereira Ferreira de Rezende é graduado e mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Durante a graduação participou de intercâmbio, programa Ciências sem Fronteiras, tendo desenvolvido parte de seus estudos na California State University, Northridge, instituição na qual participou de projeto para criação de uma metodologia para gerar modelos tridimensionais dos ossos do braço humano e músculos utilizando SolidWorks® e programação VBA com dados digitais adquiridos a partir de imagens fotográficas de seções transversais do braço humano. Em seu mestrado, “Desenvolvimento de uma Estação para Treinamento e Reabilitação Muscular Destinada a Cadeirantes”, realizou a concepção estrutural e projeto de uma estação para treinamento e reabilitação de membros superiores, destinada a cadeirantes. Como engenheiro mecânico, trabalhou na empresa Ambev como supervisor na área de envase e na Neodent como analista de pesquisa e desenvolvimento, tendo como atribuições o desenvolvimento de metodologias, acompanhamento e execução de testes para validação estatística dos métodos de teste realizados na linha de produtos da empresa. Atualmente é engenheiro mecânico na Petrobras, onde atua na área de projeto conceitual de novos campos de exploração de petróleo e pesquisador do Centro Brasileiro de Referência em Inovações Tecnológicas para o Esporte Paralímpico (CINTESP.Br).

**CLEUDMAR AMARAL DE ARAÚJO** - É Professor titular da Faculdade de Engenharia Mecânica/Universidade Federal de Uberlândia. Sua principal área de pesquisa é voltada para a Engenharia Biomecânica, desenvolvendo projetos em áreas multidisciplinares, em especial, voltados para Tecnologias Assistivas no esporte, saúde, vida-diária, lazer e doenças raras. Foi secretário do Comitê de Bioengenharia da ABCM. Foi coordenador do LPM/FEMEC/UFU. Atualmente, é Diretor Geral do Centro Brasileiro de Referência em Inovações Tecnológicas para Esportes Paralímpicos (CINTESP.Br) que atua em parceria com o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações - MCTIC, com o Comitê Paralímpico Brasileiro - CPB e com a FUTEL/Uberlândia. Como líder de grupo de pesquisa do CNPq voltado para Tecnologias Assistivas, pesquisador de produtividade do CNPq 1C e pesquisador do Instituto Nacional de C&T em Biofabricação (BIOFABRIS) vem coordenando projetos de pesquisa patrocinados por importantes órgãos de fomento, possuindo diversas publicações nas áreas de Engenharia Mecânica, Medicina, Odontologia, Biologia, Fisioterapia, Educação Física e Tecnologias Assistivas. Possui diversos registros de proteção intelectual em Tecnologias Assistivas. Seu trabalho busca o desenvolvimento de Inovações Tecnológicas direcionadas para a melhoria da qualidade de vida, da mobilidade e autonomia de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida. Suas atividades de pesquisa estão em consonância com o desenvolvimento sustentável do Brasil nas áreas da Engenharia Mecânica, Engenharia Biomecânica e Tecnologias Assistivas.



**GILMAR DA CUNHA SOUSA** - Possui graduação em Licenciatura em Educação Física pela Universidade Federal de Uberlândia, Mestre e Doutor em Ciências no Curso de Pós-Graduação em Biologia Patologia Buco-Dental da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP) da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Tem experiência na área de Educação Física, com ênfase em Anatomia Humana, atuando principalmente nos seguintes temas: Eletromiografia Cinesiológica, Anatomia Humana e Anatomia Comparada. Atualmente é Professor Titular Aposentado da Universidade Federal de Uberlândia. Participou como membro de Conselhos de Departamento e Colegiados de Cursos de Graduação, Coordenador da Disciplina de Anatomia Humana, Coordenador do Projeto Ensino e Aprendizagem de Anatomia para Idosos, Coordenador do Projeto Ginástica Laboral em Aulas Práticas de Anatomia Humana, Coordenador do projeto Pintura Corporal em Humanos - União das Artes Plásticas com a Anatomia, Diretor de Processos Seletivos Gestão, Coordenador-Geral da Rede de Observadores de Avaliações e Exames do ENEM e do Sistema de Avaliação da Educação Básica-SAEB, Membro do Comitê de Ética em Pesquisas com seres Humanos, Membro efetivo do Conselho Editorial da Revista Bioscience Journal da UFU, Revisor de Artigos da Revista Brasileira de Fisioterapia de, Membro da Direção Colegiada da ADUFU, Membro da Comissão de Elaboração do Projeto Pedagógico do Curso de Graduação em Educação Física/UFU, Sócio fundador da Sociedade Brasileira de Eletromiografia Cinesiológica/SOBEC, Sócio efetivo da Sociedade Brasileira de Anatomia, Membro da Comissão para analisar a Minuta de Projeto de Resolução que dispõe sobre o Regime de Trabalho dos Integrantes das Carreiras do Magistério Superior e do Magistério de 1º e 2º grau da UFU, Membro da Comissão para a Reelaboração do Regimento Interno do ICBIM, Membro da Comissão Especial para coordenar, organizar e supervisionar a Consulta Eleitoral junto à Comunidade Universitária e também integra, como pesquisador, o Centro Brasileiro de Referência em Inovações Tecnológicas para o Esporte Paralímpico (CINTESP.Br).





**FERNANDO LOURENÇO DE SOUZA** - É graduado, mestre e doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Atualmente é professor no curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia, desenvolvendo pesquisas em projeto de estruturas, dinâmica de sistemas mecânicos e biomecânicos. Foi diretor de Gestão de Pessoas do Centro Brasileiro de Referência em Inovações Tecnológicas para o Esporte Paralímpico (CINTESP.Br), com o qual ainda mantém vínculo de cooperação técnica no desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao esporte Paralímpico. Foi Coordenador do Laboratório de Estudos e Desenvolvimento em Inovação (LED-i) e Coordenador do grupo de extensão Engenheiros Sem Fronteiras (ESF), Núcleo Ituiutaba-MG. Durante a graduação participou de intercâmbio, projeto BRAFITEC (Brasil/França), tendo desenvolvido parte de seus estudos no Instituto de Ciências Aplicadas de Lyon, França. Como engenheiro Mecânico, trabalhou nas empresas Biomérieux-França, em sistemas de supervisão de produção, e Whirlpool Latin America, em pesquisa e desenvolvimento de novos compressores herméticos e sistemas de refrigeração. Atualmente, seu foco é trabalhar em projetos que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas e o desenvolvimento tecnológico e sustentável do País.



**MÁRCIO PERES DE SOUZA** - É graduado, mestre e doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Atualmente é professor adjunto da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e coordenador do Laboratório de Projetos Mecânicos Professor Henner Alberto Gomide (LPM), onde tem atuado com foco no desenvolvimento tecnológico e sustentável do País, principalmente na área de projetos de sistemas mecânicos e vibrações com ênfase no desenvolvimento de equipamentos voltados para a tecnologia assistiva. Foi diretor de Projetos do Centro Brasileiro de Referência em Inovações Tecnológicas para o Esporte Paralímpico (CINTESP.Br) com o qual ainda mantém vínculo de cooperação técnica no desenvolvimento de pesquisas que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas e o aprimoramento do esporte paralímpico brasileiro.

# Impactos e Desafios do Fortalecimento Muscular e Exercício Físico na Vida dos Lesados Medulares - Uma Revisão Bibliográfica

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora

**Ano 2020**

# Impactos e Desafios do Fortalecimento Muscular e Exercício Físico na Vida dos Lesados Medulares - Uma Revisão Bibliográfica

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora

**Ano 2020**