



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

MARIANE BORGES

EFEITOS DA PRÁTICA DE EXERCÍCIO FÍSICO EM PESSOAS COM LESÃO DA  
MEDULA ESPINHAL.

Campinas/SP  
2020

MARIANE BORGES

EFEITOS DA PRÁTICA DE EXERCÍCIO FÍSICO EM PESSOAS COM LESÃO DA  
MEDULA ESPINHAL.

Tese apresentada à Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Doutora em Educação Física na área de Atividade Física Adaptada.

Orientador: Prof. Dr. Jose Irineu Gorla

ESTE TRABALHO CORRESPONDE  
À VERSÃO FINAL DA TESE  
DEFENDIDA PELA ALUNA  
MARIANE BORGES, E  
ORIENTADA PELO PROF. DR.  
JOSE IRINEU GORLA

Agência(s): CAPES

Nº do Proc.: 001

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Educação Física  
Dulce Inês Leocádio - CRB 8/4991

B644e Borges, Mariane, 1989-  
Efeitos da prática de exercício físico em pessoas com lesão da medula  
espinhal / Mariane Borges. – Campinas, SP : [s.n.], 2020.

Orientador: Jose Irineu Gorla.  
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de  
Educação Física.

1. Traumatismos da medula espinhal. 2. Paraplegia. 3. Aptidão física. 4.  
Exercícios físicos. 5. Handebol em cadeira de rodas. I. Gorla, Jose Irineu. II.  
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação Física. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Effects of physical exercise in people with spinal cord injury

**Palavras-chave em inglês:**

Spinal cord injury

Paraplegia

Physical fitness

Physical exercise

Wheelchair handball

**Área de concentração:** Atividade Física Adaptada

**Titulação:** Doutora em Educação Física

**Banca examinadora:**

Jose Irineu Gorla [Orientador]

Anselmo de Athayde Costa e Silva

Cláudio Diehl Nogueira

Hélcio Rossi Gonçalves

Wilson Nadruz Junior

**Data de defesa:** 06-08-2020

**Programa de Pós-Graduação:** Educação Física

**Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)**

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-9446-875X>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/9939140909436589>

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

JOSE IRINEU GORLA

Orientador

---

ANSELMO DE ATHAYDE COSTA E SILVA

Membro Titular

---

CLÁUDIO DIEHL NOGUEIRA

Membro Titular

---

HÉLCIO ROSSI GONÇALVES

Membro Titular

---

WILSON NADRUZ JUNIOR

Membro Titular

A ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a Deus, o único digno de toda honra, glória e adoração.

Dedico também a minha família meu esposo Fernando, a meus pais Carlos e Rosmari, e meus irmãos Marília, Marina e Carlos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu sabedoria, força, resiliência e tantas outras capacidades para que eu pudesse concluir mais esta etapa.

Agradeço a meu esposo Fernando Rosch de Faria, pela ajuda durante todo processo e pelo companheirismo de sempre, tchê amo.

Agradeço aos meus pais Carlos Ferreira Borges e Rosmari Dreier Borges, as minhas irmãs Marília Borges e Marina Borges e meu irmão Carlos Ferreira Borges Junior, por sempre estarem me apoiando em todos os sentidos.

Agradeço a minha vó Ruth Terezinha Dreier (*in memorian*) e a minha bisavó Leonor Calgaro (*in memorian*), por todos ensinamentos, por todo apoio e cuidados. Espero ter retribuído um pouco de tudo que me proporcionaram.

Agradeço a meus colegas do Laboratório de Avaliação Física no Exercício e Esportes Adaptados (Jéssica, Rafael, Alessandro, Nayara, Orcizo, Matheus) que sempre estiveram dispostos a ajudar; este trabalho também é fruto dos esforços de vocês.

Agradeço aos voluntários do meu estudo, sem a participação, confiança e dedicação de vocês nada seria possível.

Agradeço a todos os colegas, funcionários e professores da Faculdade de Educação Física da UNICAMP, que nos gestos mais simples possibilitaram a conclusão deste trabalho.

Agradeço ao meu professor/pai Decio Roberto Calegari (*in memorian*) por tantas oportunidades, conhecimento compartilhado e cuidados.

Agradeço a meu irmão da vida Anselmo de Athayde Costa e Silva por ter me feito enxergar muito além do que poderia imaginar.

Agradeço a todos os professores da banca (Anselmo, Hélcio, Wilson e Diehl) por ter aceitado meu convite e por todas as contribuições.

Agradeço ao meu orientador prof. Dr. José Irineu Gorla que mesmo sem me conhecer confiou no meu trabalho e me oportunizou chegar a este momento.

Obrigada a todos!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## RESUMO

Indivíduos com lesão da medula espinhal (LME) apresentam elevados níveis de sedentarismo que aliado as complicações inerentes da LME são fatores de risco à saúde nesta população. Contudo o exercício físico regular promove melhoras na aptidão física relacionada à saúde em adultos com LME. Apesar disto, nenhum estudo analisou os efeitos na aptidão física da prática regular de esporte adaptado sem foco no rendimento esportivo e; também não é elucidado se exercícios combinados realizados 2x por semana, por período de dez semanas causam efeitos significativos na aptidão física de sedentários com paraplegia (nível de lesão torácica). O objetivo desta tese é verificar a influência da prática de exercícios físicos na aptidão física relacionada à saúde de homens com paraplegia crônica. Foram elaborados dois estudos, nos quais foram aferidas as medidas antropométricas e da composição corporal, força muscular, capacidade aeróbia ( $VO_{2\text{pico}}$ ) e biomarcadores, antes e após período de monitoramento ou de intervenção. No primeiro estudo propomos identificar os efeitos do handebol em cadeira de rodas (HCR) na aptidão física de homens com paraplegia crônica. Quatro voluntários com LME (T3-T8) realizaram a prática não estruturada do HCR, 2x por semana durante 46 sessões. Foram observadas melhoras das variáveis antropométricas, mas estas melhoras não foram estatisticamente significativas e suficientes para reduzir fatores de risco cardiovasculares como a razão andróide/ginóide e a gordura central, preditas por DXA. Não houve alterações positivas e significativas nas variáveis de força muscular isocinética e  $VO_{2\text{pico}}$ , observado apenas aumento significativo na taxa de troca respiratória ( $p=0,01$ ), que pode estar relacionada ao tipo de estímulos propostos no treinamento. Através deste estudo podemos concluir que o treinamento não estruturado do HCR, possibilita a manutenção de algumas variáveis da aptidão física importantes para a saúde, entretanto, pode não promover melhoras significativas na composição corporal, força muscular e capacidade aeróbia de homens com paraplegia crônica. No segundo estudo buscamos analisar os efeitos do treinamento combinado em homens sedentários com paraplegia crônica. A amostra foi composta por cinco voluntários (T4-T9) que realizaram o treinamento combinado 2x por semana por um período de 10 semanas. Os resultados demonstraram que esta proposta de treinamento possibilita aumento significativo ( $p < 0,05$ ) da força muscular nos exercícios de remada e puxada atrás, e na força isocinética dos flexores do ombro e do cotovelo ( $p < 0,05$ ). Todavia, as variáveis da composição corporal como percentual de gordura pré  $28,4 \pm 3,9$  e pós  $28,5 \pm 3,4$  (média  $\pm$  DP), massa magra pré  $52,9 \pm 6,8$  e

pós  $53,8 \pm 7,6$ , e biomarcadores, apresentaram manutenção das variáveis sem efeito do treinamento. O mesmo pode ser constatado com a capacidade aeróbia ( $VO_{2\text{pico}}$ ), que não apresentou melhora significativa apesar de aumentar (7,8%) após período de treinamento. Mediante este estudo identificamos que o treinamento combinado realizado 2x por semana por um período de dez semanas pode possibilitar melhora na aptidão física de homens com paraplegia crônica. Em síntese, nossos resultados permitem inferir que exercícios físicos distintos propiciam melhoras na aptidão física relacionada a saúde de homens com paraplegia crônica, acrescentando informações a literatura existente.

**Palavras-chaves:** Traumatismos da Medula Espinhal; Paraplegia; Aptidão Física; Exercícios Físicos; Treinamento Combinado; Handebol em Cadeira de Rodas.

## ABSTRACT

Individuals with spinal cord injury (SCI) have high levels of physical inactivity which, combined with SCI complications, are risk factors for health in this population. However, regular physical exercise promotes improvements in health-related physical fitness in adults with SCI. Despite this, no study has analyzed the effects on physical fitness of regular practice of adapted sports without a focus on sports performance and; it is also unclear whether combined exercises performed twice a week for a period of ten weeks cause significant effects on sedentary physical fitness with paraplegia (thoracic level of injury). The objective of this thesis is to verify the influence of physical exercise on physical fitness related to the health of men with chronic paraplegia. Two studies were carried out, which measured anthropometric and body composition measurements, muscle strength, aerobic capacity ( $VO_{2peak}$ ) and biomarkers, before and after the monitoring or intervention period. In the first study we propose to identify the effects of wheelchair handball (WH) on the physical fitness of men with chronic paraplegia. Four volunteers with SCI (T3-T8) performed the unstructured practice of WH, 2x a week for 46 sessions. Improvements in anthropometric variables were observed, but these improvements were not statistically significant and sufficient to reduce cardiovascular risk factors such as android/gynoid ratio and central fat predicted by DXA. There were no positive and significant changes in the variables of isokinetic muscle strength and  $VO_{2peak}$ , with only a significant increase in the rate of respiratory exchange ( $p= 0.01$ ), which may be related to the type of stimuli proposed in the training. Through this study we can conclude that the unstructured training of WH, allows the maintenance of some variables of physical fitness important for health, however, it may not promote significant improvements in body composition, muscle strength and aerobic capacity of men with chronic paraplegia. In the second study, we analyzed the effects of combined training in sedentary men with chronic paraplegia. The sample consisted of five volunteers (T4-T9) who performed the combined training twice a week for a period of 10 weeks. The results showed that this training proposal allows a significant increase ( $p < 0.05$ ) in muscle strength in row exercises and pulled back, and the isokinetic strength of the shoulder and elbow flexors ( $p < 0.05$ ). However, body composition variables such as fat percentage before  $28.4 \pm 3.9$  and after  $28.5 \pm 3.4$  (mean  $\pm$  SD), lean mass before  $52.9 \pm 6.8$  and after  $53.8 \pm 7.6$ , and biomarkers, maintained variables without training effect. The same can be seen with the aerobic capacity ( $VO_{2peak}$ ), which did not show significant

improvement despite increasing (7.8%) after the training period. Through this study we identified that the combined training carried out twice a week for a period of ten weeks can enable improvement in the physical fitness of individuals with chronic paraplegia. In summary, our results allow us to infer that different physical exercises provide improvements in physical fitness related to the health of men with chronic paraplegia, adding information to the existing literature.

Keywords: Spinal Cord Injury; Paraplegia; Physical fitness; Physical exercise; Wheelchair Handball.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Deslocamento alternando frente e costas.....	92
Figura 2 -	Troca de passes em dupla.....	93
Figura 3 -	Passê em deslocamento com marcação.....	94
Figura 4 -	Arremesso em deslocamento.....	95
Figura 5 -	Ataque 3x3.....	96
Figura 6 -	Ataque 4x3.....	97
Figura 7 -	Desenho do estudo (prática não-estruturada de HCR) .....	35
Figura 8 -	Esquematização do processo de inclusão dos participantes do estudo .....	49
Figura 9 -	Desenho do estudo (treinamento combinado) .....	56
Figura 10-	Exercício aeróbio em ciclo ergômetro de braço .....	98
Figura 11 -	Puxada com polia alta .....	99
Figura 12 -	Peitoral abdução e adução .....	100
Figura 13 -	Remada com polia baixa na barra larga .....	101
Figura 14 -	Tríceps corda .....	102
Figura 15 -	Rosca bíceps com rotação .....	103
Figura 16 -	Elevação lateral com halteres .....	104

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Características antropométricas e da composição corporal .....	37
Tabela 2 -	Composição corporal segmentar (mediana e amplitude interquartil) .....	38
Tabela 3 -	Biomarcadores .....	39
Tabela 4 -	Valores médias e desvio padrão das variáveis neuromusculares obtidas no protocolo isocinético na velocidade 60°/s (Articulação do Cotovelo) ...	40
Tabela 5 -	Valores médias e desvio padrão das variáveis neuromusculares obtidas no protocolo isocinético na velocidade 60°/s (Articulação do Ombro) .....	42
Tabela 6 -	Capacidade Aeróbia .....	43
Tabela 7 -	Características dos participantes .....	58
Tabela 8 -	Características antropométricas e da composição corporal .....	59
Tabela 9 -	Biomarcadores pré e pós treinamento combinado .....	60
Tabela 10 -	Consumo alimentar pré e pós intervenção .....	62
Tabela 11 -	Resultados do teste de 1RM .....	63
Tabela 12 -	Resultados variáveis neuromusculares obtidas no protocolo isocinético na velocidade 60°/s (Articulação do Cotovelo) .....	64
Tabela 13 -	Resultados variáveis neuromusculares obtidas no protocolo isocinético na velocidade 60°/s (Articulação do Ombro) .....	65
Tabela 14 -	Capacidade Aeróbia .....	66

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 .....	17
1.1 Introdução .....	17
1.2 Objetivos .....	19
1.3 Hipóteses.....	19
1.4 Organização da Tese .....	20
CAPITULO 2 .....	21
MARCO TEÓRICO .....	21
2.1 Aspectos Cardiorrespiratórios da LME .....	21
2.2 Aspectos Neuromusculares da LME.....	23
2.3 Aspectos da Composição Corporal na LME.....	25
2.4 Aspectos Cardiovasculares da LME .....	27
CAPITULO 3 .....	30
A PRÁTICA DE HANDEBOL EM CADEIRA DE RODAS NÃO ESTRUTURADA, PROMOVE MELHORAS NA APTIDÃO FÍSICA DE INDIVÍDUOS COM LESÃO NA MEDULA ESPINHAL? .....	30
3.1 Introdução .....	30
3.2 Métodos .....	31
3.2.1 Participantes .....	31
3.2.2 Aspectos éticos do estudo .....	31
3.2.3 Avaliação Antropométrica .....	32
3.2.4 Avaliação da Composição Corporal.....	32
3.2.5 Biomarcadores.....	32
3.2.6 Avaliação da força muscular (Dinamômetro Isocinético).....	33
3.2.7 Avaliação da Capacidade Aeróbia .....	34
3.2.8 Protocolo do estudo.....	34

3.2.9 Análise dos dados.....	36
3.3 Resultados.....	36
3.4 Discussão.....	43
3.5 Conclusão.....	46
CAPÍTULO 4.....	47
EFEITOS DA PRÁTICA DE EXERCÍCIO COMBINADO NA APTIDÃO FÍSICA DE INDIVÍDUOS COM LESÃO DA MEDULA ESPINHAL.....	47
4.1 Introdução.....	47
4.2 Metodologia.....	48
4.2.1 Amostra.....	48
4.2.2 Nível de Atividade Física.....	49
4.2.3 Avaliação Antropométrica e da Composição Corporal.....	50
4.2.4 Biomarcadores.....	51
4.2.5 Avaliação da Força Muscular (Teste 1 RM).....	51
4.2.6 Avaliação da Força Muscular (Dinamômetro Isocinético).....	52
4.2.7 Pressão Arterial.....	53
4.2.8 Avaliação da Capacidade Aeróbia.....	53
4.2.9 Recordatório alimentar/ Registro de consumo alimentar.....	54
4.2.10 Controle do treinamento.....	54
4.2.11 Protocolo de treinamento combinado.....	56
4.2.12 Análise estatística.....	57
4.3 Resultados.....	58
4.3.1 Características dos participantes.....	58
4.3.2 Composição corporal e biomarcadores.....	58
4.3.3 Consumo Alimentar.....	61
4.3.4 Força Muscular.....	63

4.3.5 Capacidade cardiorrespiratória e cardiovascular.....	66
4.4 Discussão .....	67
4.4.1 Composição corporal e perfil lipídico.....	67
4.4.2 Ingestão calórica.....	69
4.4.3 Força Muscular.....	70
4.4.4 VO <sub>2</sub> pico e pressão arterial .....	72
4.4.5 Limitações .....	74
4.5 Conclusão.....	74
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	74
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	75
7. APÊNDICES .....	87
Apêndice 1- Ficha de coletas de dados (sessões de treino).....	87
Apêndice 2- Termo de Consentimento.....	88
Apêndice 3- Atividades utilizadas para aquecimento .....	92
Apêndice 4- Atividades técnicas e táticas .....	93
Apêndice 5- Atividades técnicas e táticas: passes em deslocamento.....	94
Apêndice 6- Arremessos .....	95
Apêndice 7- Trabalhos táticos: Ataque 3x3 .....	96
Apêndice 8- Trabalhos táticos: Ataque 4x3 .....	97
Apêndice 9- Exercício aeróbio em ciclo ergômetro de braço .....	98
Apêndice 10- Puxada atrás com polia alta .....	99
Apêndice 11- Puxada atrás com polia alta .....	100
Apêndice 12- Remada com polia baixa na barra larga.....	101
Apêndice 13- Tríceps corda .....	102
Apêndice 14- Rosca bíceps com rotação.....	103
Apêndice 15- Elevação lateral dos braços com halteres .....	104

8. ANEXOS .....	105
Anexo 1. Parecer Consubstanciado do CEP.....	105
Anexo 2. Questionário de Nível de Atividade Física (IPAQ)- versão curta.....	106
Anexo 3. Classificação do Nível de Atividade Física (IPAQ).....	108
Anexo 4. Registro de consumo alimentar .....	109
Anexo 5. Medidas de consumo alimentar .....	110

## CAPÍTULO 1

### 1.1 Introdução

É consenso na literatura que pessoas com deficiência física, especialmente aquelas com lesão da medula espinhal (LME), apresentam menores níveis de atividade física em comparação com a população sem deficiência, ou seja, trata-se de uma população com elevados níveis de sedentarismo (BUCHHOLZ et al., 2003). O perfil sedentário tem relação com o déficit do controle motor e limitações em habilidades funcionais causadas pela lesão, dificuldades de acesso a locais públicos e infraestrutura inadequada, que agravam o problema de locomoção.

O sedentarismo aliado às complicações inerentes à LME é um fator de risco importante para o desenvolvimento de doenças secundárias à lesão, como por exemplo diabetes do tipo II, hipertensão arterial, alteração no perfil lipídico, aumento da quantidade de gordura corporal (JACOBS; NASH, 2004) e doenças cardiovasculares que estão entre as principais causas de mortalidade nessa população (GARSHICK et al., 2005). Tais fatores reforçam a necessidade de incentivo à prática de exercício físico para essa população.

É sabido que o esporte de rendimento para indivíduos com LME pode promover a redução do risco cardiovascular (MATOS-SOUZA et al., 2013; MATOS-SOUZA et al., 2016), melhora da função diastólica (De ROSSI, et al., 2014) e melhora da composição corporal (GORLA; COSTA E SILVA; et al., 2016). No entanto, não são encontrados estudos que indiquem se a prática regular de esporte sem foco no alto rendimento esportivo possibilita as mesmas melhoras em aspectos da aptidão física. Além disto, as oportunidades de acesso à prática esportiva de alto rendimento beneficiam apenas uma restrita minoria. Indivíduos que não tenham ambições competitivas, não gostem de praticar esportes, ou cuja idade não permita a prática esportiva de alto rendimento, não irão obter os referidos benefícios. Num país como o Brasil onde existe uma incidência média de indivíduos com LME traumática de 21 indivíduos por milhão por ano (BOTELHO et al., 2018) e cerca de 6 a 8 mil novos casos por ano (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015), a necessidade de possibilitar alternativas diferentes para o exercício voltado ao público em questão, fica ainda mais evidente.

Diante deste quadro, como forma de possibilitar alternativas mais acessíveis, têm sido elaboradas recomendações ou “*guidelines*” sobre a prática de exercícios para indivíduos

com LME na forma de treinamento aeróbio e de força. Estas recomendações ainda divergem em alguns aspectos como (tipo, intensidade, frequência e duração).

Segundo os estudos de Evans et al., (2015) e Ginis et al., (2018) para melhoras na saúde cardiovascular e cardiorrespiratória os exercícios aeróbios devem ser realizados no mínimo 2x por semana com intensidade de moderada à vigorosa e duração da sessão pelo de menos 20 minutos, e para melhora da força e resistência muscular os exercícios de força devem ser realizados 2x por semana, 8-10 repetições com duração total de treino 30 à 60 minutos.

Para Tweedy et al., (2017) o treinamento aeróbio deve ser realizado no mínimo 3x por semana com intensidade vigorosa e tempo de treino maior ou igual a 20min, e para o treinamento de força são necessários treinos 2x por semana composto por 3 séries de 8-12 repetições com tempo de recuperação de dois a três minutos em cada série.

Levando em consideração estas diretrizes alguns estudos (JACOBS, et al., 2001; JACOBS et al., 2002; HICKS et al., 2003; NASH et al., 2007; PELLETIER et al., 2015; TOTOSY DE ZEPETNEK, et al., 2015) utilizaram o treinamento combinado (treino aeróbio e de força na mesma sessão) a fim de verificar sua influência na aptidão física desta população e encontraram manutenção e melhoras de algumas variáveis.

Apesar destes estudos, propostas e orientações de exercício existentes, há baixa de moderada confiança nas evidências para melhoras na aptidão cardiorrespiratória, potência e força muscular através de exercícios combinados (BOCHKEZANIAN et al., 2015; Van Der SCHEER, et al., 2017). Neste sentido, algumas questões ainda não foram respondidas como os efeitos do treinamento combinado realizado 2x por semana na aptidão física especificamente indivíduos paraplégicos com lesões a nível torácico (completa e incompleta); a efetividade de uma proposta de treinamento combinado por período de apenas dez semanas (frequência de 2x por semana) na aptidão física e se o perfil alimentar de indivíduos sedentários participantes de treinamento combinado pode estar relacionado a ausência de efeitos significativos na composição corporal encontradas nos demais estudos.

Diante destas lacunas relacionadas ao exercício físico tanto através do esporte adaptado quanto do exercício combinado é que se delineou a presente tese.

## 1.2 Objetivos

Objetivo Geral:

Avaliar os efeitos do exercício físico na aptidão física relacionada a saúde de homens com paraplegia crônica.

Objetivos Específicos:

Analisar os efeitos da prática de handebol em cadeira de rodas e do treinamento combinado na composição corporal de homens com paraplegia crônica.

Quantificar as modificações da força muscular através da prática de handebol em cadeira de rodas e do treinamento combinado em homens com paraplegia crônica.

Analisar os efeitos da prática do handebol em cadeira de rodas e do treinamento combinado na aptidão aeróbia de homens com paraplegia crônica.

Examinar os efeitos da prática de handebol em cadeira de rodas e do treinamento combinado nos biomarcadores de homens com paraplegia crônica.

Identificar o perfil de consumo alimentar dos participantes do treinamento combinado com paraplegia crônica.

## 1.3 Hipóteses

Hipótese Substantiva

Nossa pesquisa apresentou a seguinte hipótese para o estudo com treinamento não estruturado através da prática de handebol em cadeira de rodas: H<sub>0</sub> = que não existem diferenças significativas pós período de monitoramento, entre os resultados da composição corporal, força muscular, aptidão aeróbia e biomarcadores de homens com paraplegia crônica.

Nossa pesquisa apresentou a seguinte hipótese para o estudo com treinamento combinado: H<sub>1</sub> = existem diferenças significativas pós período de treinamento proposto, entre os resultados da composição corporal, força muscular, capacidade aeróbia e biomarcadores de homens com paraplegia crônica.

#### **1.4 Organização da Tese**

A estrutura da presente tese será apresentada da seguinte forma:

No capítulo 2 a tese fornece um marco teórico, que tem como objetivo apresentar os principais aspectos cardiovasculares, cardiorrespiratórios, neuromusculares e da composição corporal em indivíduos com LME. Cada tópico tem como objetivo revisar aspectos da fisiologia humana com ênfase nas alterações decorrentes da LME.

No capítulo 3 é exposto um estudo que analisa o efeito da prática não estruturada do handebol em cadeira de rodas (HCR) durante 46 sessões realizado 2x por semana, na aptidão física de homens com paraplegia crônica.

O estudo apresentado no capítulo 4 aborda os efeitos do treinamento combinado realizado 2x por semana, na aptidão física de indivíduos sedentários com paraplegia crônica durante 20 sessões de treinamento.

## CAPITULO 2

### MARCO TEÓRICO

Neste tópico iremos abordar sobre os principais aspectos fisiológicos que podem influenciar a aptidão física relacionada a saúde de indivíduos com LME. Devido a abrangência de cada aspecto, este marco teórico traz informações específicas sobre as variáveis que serão estudadas nos artigos que compõem essa tese.

Neste interim, no tópico Aspectos Cardiorrespiratórios na LME, apresentamos as principais implicações fisiológicas neste sistema de acordo com o nível de lesão com enfoque na variável do consumo máximo de oxigênio. No tópico Aspectos Neuromusculares na LME, são explanados os fatores que reduzem a força muscular pós LME e os efeitos da espasticidade na força muscular. No tópico Aspectos da Composição Corporal descrevemos o comportamento componentes de massa gorda e massa magra, bem como perfil lipídico na fase crônica da lesão e os principais fatores relacionados a estas alterações. No tópico Aspectos Cardiovasculares na LME buscamos possibilitar a compreensão do comprometimento deste sistema sobre a regulação da pressão arterial.

#### 2.1 Aspectos Cardiorrespiratórios da LME

O sistema respiratório tem como principal função permitir a difusão do oxigênio (O<sub>2</sub>) para o sangue e do gás carbônico (CO<sub>2</sub>) para a atmosfera (MORAIS, 2016), sendo este sistema estreitamente coadunado ao sistema cardiovascular uma vez que é o sangue que transporta oxigênio para todas as partes do corpo.

Em indivíduos com LME observa-se uma importante limitação respiratória principalmente em lesões completas e níveis altos (acima de T6), devido ao comprometimento das inervações das musculaturas respiratórias. Os movimentos de entrada (inspiração) e saída de ar pelos pulmões (expiração) dependem principalmente da musculatura do diafragma controlada de forma espinhal pelo nervo frênico (originado em C3 a C5) e músculos intercostais 5° a 12° vértebras torácicas (ERHART, 1974). Portanto, lesões medulares nas duas primeiras

vértebras cervicais geralmente irão levar o indivíduo a morte por paralisia do nervo frênico e lesões na terceira vértebra cervical permitirão sobrevida, porém, com o uso de respiradores artificiais restringindo a atividade física a atividades passivas (GREGUOL; BOHME, 2013).

A origem das inervações do diafragma e demais musculaturas responsáveis pela respiração, nos possibilita identificar que em paraplégicos com lesão alta na região torácica a musculatura do diafragma e acessória não serão afetadas, porém, as musculaturas intercostais poderão estar debilitadas. Já no caso de uma LME na região torácica baixa, pode haver certo comprometimento da função respiratória em decorrência da redução da reserva expiratória, uma vez que há a diminuição ou perda da função contrátil da musculatura abdominal e; quando a LME afeta os segmentos medulares abaixo de T12, não há prejuízo respiratório para os sujeitos (CAMPANA et al., 2014).

Para a mensuração funcional do sistema cardiorrespiratório, utiliza-se da avaliação da capacidade aeróbia representada pelo consumo máximo de oxigênio  $VO_2$  (LEE et al., 2015), porém normalmente na população com LME não é possível observar um platô na curva do  $VO_2$ , bem como a elevação da frequência cardíaca com aumento da intensidade do exercício, principalmente por fadiga do executante e pelas alterações fisiológicas causadas pela LME e por isso o valor do  $VO_{2\text{pico}}$  é utilizado.

O  $VO_{2\text{max}}$  e  $VO_{2\text{pico}}$  tem sido amplamente estudado nas mais diferentes formas de exercícios físicos para pessoas com LME. Estes estão inversamente relacionado ao nível de lesão, sendo que tetraplégicos apresentam níveis de  $VO_{2\text{max}}$  significativamente menores do que paraplégicos (LEE et al., 2015), porém, não há diferença significativa entre os valores de  $VO_{2\text{max}}$  ou  $VO_{2\text{pico}}$  de paraplégicos níveis de lesão baixa e alta (BERNARD et al., 2000; MYERS et al., 2010; LEE et al., 2015), mesmo com uma menor massa muscular ativa.

Segundo Pelletier et al., (2013) em lesados medulares a capacidade aeróbia é reduzida em função da dependência de exercício de membros superiores, da diminuição da massa muscular e do nível de atividade física, que diminui a capacidade de transporte e utilização do oxigênio pelo organismo.

Apesar das limitações cardiorrespiratórias decorrentes da LME, podemos observar que através do exercício ocorrem adaptações significativamente positivas. Em exercícios aeróbios de intensidade moderada em esteira de cadeira de rodas ou ergômetros de braço, com duração de 30min, 2 à 4x por semana são observadas melhoras de 15 à 20%  $VO_{2\text{pico}}$  (TORDI et al., 2001; NIGHTINGALE et al., 2017; BRESNAHAN et al., 2019), através do treinamento

combinado realizado 3x por semana a melhora é de 29,7% (PELLETIER et al., 2013), e através do treinamento de força de 12 semanas a melhora de 15,1% (JACOBS, 2009). Estes resultados reforçam a relevância da prática regular de exercícios na saúde cardiorrespiratória de indivíduos com LME, independentemente do nível de lesão.

## 2.2 Aspectos Neuromusculares da LME

A força muscular ou a força realizada por um indivíduo, pode ser definida como a capacidade neuromuscular de superar uma resistência (BOMPA, 2002). Imediatamente após a LME há uma diminuição substancial de força muscular como resultado da atrofia muscular (HICKS et al., 2011) tanto por desuso quanto por desinervação, sendo que, mesmo músculos que ainda possuem alguma inervação apresentam redução da capacidade de resposta neurológica, levando ao retardamento de ativação normal e da capacidade de geração de força (SHIELDS, 2002; HICKS et al., 2011).

Isto nos possibilita inferir que em lesados medulares o sistema neuromuscular que se refere à interação do sistema nervoso e do sistema muscular, sofre mudanças marcantes na morfologia do músculo e em suas propriedades metabólicas e contráteis (SCELSI, 2001). Como mudança marcante na morfologia muscular estão as alterações dos tipos de fibras musculares que na LME crônica desencadeia uma transformação de fibras de contração lenta, resistente à fadiga, em fibras de contração rápida e fatigáveis (SHIELDS, 1995; GERRITS et al., 1999).

Estudos realizados por Biering-Sørensen et al. (2009) e Scelsi, (2001), apontam que abaixo do nível da lesão as fibras musculares tipo I se transformam em tipo IIb, passando a ter características de maior trabalho anaeróbico, além disto a proporção do número de fibras musculares é menor do que nos músculos com inervação preservada acima do nível da lesão (PELLETIER; HICKS, 2011), e essas fibras possuem menor quantidade de proteínas contráteis e menores níveis máximos de força de contração (BIERING-SØRENSEN et al., 2009). Somadas as alterações morfológicas, a musculatura abaixo do nível da lesão ainda pode sofrer de hipertonia, hipotonia ou atonia, dependendo do nível e/ou tipo de LME (NASH, 2005; PELLETIER; HICKS, 2011).

Corroborando com tais afirmações, Scelsi (2001) demonstrou que há uma diminuição na secção transversa da musculatura e dos vasos capilares abaixo do nível da lesão,

em virtude do desuso e da perda de fibras musculares do tipo I, conforme supracitado. Todavia, acima do nível da lesão há tendência da mudança do tipo de fibra muscular predominante para fibras do tipo I, que tem características aeróbias, como resultado de esforços relativos às atividades de vida diária (HICKS et al., 2003).

Além das mudanças supracitadas logo após a LME traumática a nível torácico, 69% dos lesados medulares apresentam espasticidade (SKÖLD et al., 1999) que é resultado de danos nos neurônios motores superiores localizados na medula espinhal, os quais são responsáveis pelo controle muscular voluntário (REKAND, 2010).

As principais características da espasticidade são hipertonia muscular, hiperreflexia, clônus (série de contrações involuntárias devido ao estiramento do músculo), reflexos cutâneos de longa duração e espasmos musculares evocados por breves estímulos cutâneos não invasivos (YONG, 1994).

O exato mecanismo que leva a espasticidade é complexo e multifatorial. As teorias existentes envolvem a perda da inibição reflexa com a medula espinhal tornando-se hiperexcitável, embora o mecanismo exato permaneça desconhecido (BARROS et al., 2018).

Já é bem definido pela literatura que a espasticidade tem algumas vantagens (CHA et al., 2019), como a melhora da circulação sanguínea, um efeito protetor contra a deterioração da composição corporal, gasto energético e perfil metabólico em indivíduos com LME completa (GORGEY et al., 2010). Porém, a espasticidade pode limitar movimentos articulares, causar desconfortos/ dores, interferir em muitas atividades do dia-a-dia, tais como o sono, o posicionamento no leito ou na cadeira, a higiene pessoal, a capacidade de realizar cateterismo e transferências sem auxílio, entre outros (BRASIL, 2013).

Neste interim, quando a espasticidade se torna um problema para o indivíduo com LME, tratamentos medicamentosos (ELBASIOUNY et al., 2010), estimulação elétrica (TANCREDO et al., 2013) e exercícios passivos em ergômetros (KAKEBEEKE et al., 2005; RAYEGANI et al., 2011; CHANG et al., 2013), contribuem para a redução dos níveis de espasticidade em curto prazo, porém a longo prazo não são encontradas melhoras significativas através de eletroestimulação (THOMAZ et al., 2019). Também não são encontrados estudos que possam indicar se exercícios realizados com as musculaturas preservadas ou seja, acima do nível de lesão podem contribuir ou não para a redução da espasticidade.

Apesar destas alterações nos componentes neuromusculares estímulos abaixo do nível de lesão através de intervenções em esteira com suporte de peso corporal (STEWART et

al., 2004; GIANGREGORIO et al., 2006) e estimulação elétrica em ciclo ergômetro de perna (LIU et al., 2007; JANSSEN; PRINGLE, 2008) proporcionam melhora na força muscular, representadas pelo aumento da circunferência das musculaturas da perna, aumento da área de secção transversa, aumento das fibras musculares do tipo I e melhora do pico de torque.

O mesmo pode ser constatado acima do nível da lesão onde a prática regular de exercício físico, melhora significativamente a força muscular, seja através de treinamento de força realizado por semana com carga de 60 a 70% 1RM (JACOBS, 2009), através do treinamento combinado realizado 3x por semana (KIM et al., 2019) ou através do treinamento combinado 2x a 3x por semana com carga de 50 à 80% 1RM (JACOBS; NASH; RUSINOWSKI; 2001; HICKS et al., 2003; NASH et al., 2007; PELLETIER et al., 2015).

### 2.3 Aspectos da Composição Corporal na LME

A composição corporal refere-se à quantidade relativa dos diferentes tipos de tecidos do corpo (gordura, músculos, ossos e outras partes vitais) (ACSM, 2014). Em indivíduos com LME (na maioria dos casos) tanto na fase aguda como crônica podem ser observadas alterações da composição corporal negativamente associadas a saúde, representadas pelo aumento da massa gorda (JONES et al., 2003; DIONYSSIOTIS et al., 2008; MARUYAMA et al., 2008) e diminuição da massa magra corporal (DIONYSSIOTIS et al., 2009; BECK et al., 2014).

No que tange ao aumento expressivo da massa gorda tanto na fase aguda como crônica da LME a literatura tem indicado como fatores determinantes o nível neurológico da lesão que é influenciador da MG regional, a idade devido à perda exponencial de tecido muscular esquelético (SPUNGEN et al., 2003; INUKAI et al., 2006) , o sexo em que mulheres apresentam maior quantidade de gordura do que os homens (MOJTAHEDI et al., 2009) e a redução da taxa metabólica de repouso (BUCHHOLZ et al., 2003). Estes e demais fatores têm contribuído para que em média, 50% desta população apresente prevalência de obesidade (ANSON; SHEPHERD, 1996; LIANG et al., 2007).

O aumento da obesidade tem estreita relação com síndromes metabólicas, seus principais componentes incluem obesidade abdominal, dislipidemias, aumento pressão arterial, resistência à insulina, condições pró-inflamatórias, entre outros (MYERS, LEE, KIRATLI.,

2007). Lee e colaboradores (2005) observaram que a síndrome metabólica estava presente em 23% dos indivíduos com LME (aproximadamente o dobro de populações de idade semelhante) e que os escores pré-diabetes e risco cardiovascular estavam elevados em relação aos relatados entre populações ambulatoriais.

Segundo Fisher et al (2015), as células gordurosas armazenadas em locais de tecido não adiposo como ossos, músculos, fígado ou locais intra-abdominal (especialmente mesentério) estão relacionadas com o aumento de risco de desenvolvimento de doenças cardio metabólicas, situação encontrada na população com LME que apresenta acúmulo de gordura visceral (EDWARDS et al., 2008) e intramuscular (GORGEY; DUDLEY, 2007) maior do que indivíduos sem deficiência.

Associados a estes fatores pessoas com LME apresentam como anormalidade lipídica primária a diminuição de colesterol lipoproteico de alta densidade (HDL), assim como a elevação do colesterol total (TG) e colesterol lipoproteico de baixa densidade (LDL) (BAUMAN et al., 1992, 1999), normalmente associado ao estilo de vida sedentário (MOJTAHEDI et al., 2008; GORGEY et al., 2016).

Estes fatores de risco também podem ser acompanhados por quadros de resistência a insulina que acomete cerca de 50% desta população (NASH, 2009). Não se sabe ao certo qual o fator determinante, porém, a inatividade física (SPUNGEN et al., 1995; D'OLIVEIRA et al., 2014), a obesidade (NELSON et al., 2007; RANKIN et al., 2017) e a disfunção simpática (KARLSSON, 1999) tem sido indicadas como influenciadores.

Como podemos observar as alterações na composição corporal de indivíduos com LME podem acarretar comorbidades que afetarão a qualidade de vida, todavia a atividade física pode sobrepujar a maioria destas alterações fisiológicas e metabólicas pois possibilita a melhora da massa óssea (GORLA, et al., 2016), massa muscular (PELLETIER et al., 2015; MARTIN GINIS et al., 2018), perfil lipídico (NASH et al., 2001; MOGHARNASI et al., 2019) e resistência insulínica (MOJTAHEDI et al., 2008).

Contudo, quanto a massa gorda não existem evidências suficientes que possibilitem afirmações sobre os efeitos do exercício físico (HICKS et al., 2011; Van Der SCHEER et al., 2017) o que os estudos tem observado é a manutenção da massa gorda através do treinamento combinado (TOTOSY DE ZEPETNEK, et al., 2015) e treinamento aeróbio (BIZZARINI et al., 2005).

## 2.4 Aspectos Cardiovasculares da LME

O sistema cardiovascular tem como principal função transportar o sangue rico em oxigênio e nutrientes para todas as células do corpo. Este sistema é composto pelo coração que tem por função bombear sangue através do sistema circulatório, para que os tecidos possam receber a perfusão adequada (FOSS; KETEVIAN, 2000) e pelos vasos sanguíneos que formam uma rede de tubos condutores por onde o sangue passará.

Após uma lesão da medula espinhal este sistema será afetado. Isto ocorre devido a influência do sistema nervoso autônomo SNA (simpático e parassimpático) no sistema cardiovascular. É importante lembrar que a inervação cardíaca parassimpática (nervo vago) tem suas fibras nervosas originadas do tronco encefálico (ele não transmite impulsos nervosos pela medula espinhal), esse sistema quando estimulado vai controlar principalmente a frequência cardíaca pois inerva sobretudo o nodo sinoatrial e atrioventricular que é responsável pelo controle dessa variável (FOSS; KETEVIAN, 2000).

Já a inervação simpática (nervo cardíaco simpático) inerva todo o coração com quantidade proporcionalmente maior para os ventrículos pois inerva o músculo cardíaco do ventrículo (miocárdio). As inerações simpáticas cardioaceleradoras e vasoconstritoras estão localizadas, respectivamente, nas regiões torácicas superiores (segmentos torácicos 1 a 4) e regiões lombares (segmento lombar 1 e 2) da medula espinhal (FOSS; KETEVIAN, 2000; HOU; RABCHEVSKY, 2014).

Desta forma, fica evidente que uma lesão na medula espinhal com secção completa da medula e a níveis altos (cervicais e torácicos) acarreta maior desregulação autonômica, ou seja, à medida que aumenta o nível da lesão maior será a desinervação simpática e mais comprometido estará o sistema cardiovascular.

Dentre as variáveis afetadas pela LME está a pressão arterial (PA) que é um importante mecanismo de controle da homeostase do sistema cardiovascular em repouso e/ou durante o exercício. Ela é controlada por inúmeros mecanismos cabendo destacar o mecanismo de curto prazo diretamente ligado a reflexos neurais sendo o órgão alvo o próprio coração. O controle de curto prazo refere-se ao mecanismo barorreflexo, neurônios localizados em sua maioria no seio carotídeo e no arco aórtico, esses receptores informam ao SNC através do nervo glossofaríngeo (carótida) e nervo vago (aorta) como está a PA. Dessa forma ao chegar no tronco

encefálico a resposta é enviada pelo SNA através do nervo simpático fazendo com que a pressão seja normalizada (GUYTON; HALL, 2006).

O comprometimento no sistema barorreceptor é encontrado particularmente em pessoas que apresentam LME com secção completa a níveis cervicais e torácicos altos (POPA et al., 2010), porém, lesões completas abaixo de T12 causam o comprometimento da musculatura de membros inferiores que contribuem no retorno venoso, e desta forma podem comprometer a ação barroreflexa, pois ocorre a diminuição da capacidade de redistribuir o sangue por vasoconstrição (DRAGHICI; TAYLOR, 2018).

Lesões em níveis T5 a T12 acarretam maior deservação da massa muscular acompanhada de deservação do rim e do trato gastrointestinal. Tendo em vista que o barorreflexo arterial tem influência direta na atividade nervosa simpática renal (JOHNS et al., 2011) e, portanto, na atividade da renina plasmática (LOHMEIER et al., 2010) as lesões nesse nível podem prejudicar a regulação da pressão (DRAGHICI; TAYLOR, 2018).

Em níveis altos (T1-T4), ocorre à perda de inervação simpática cardíaca, reduzindo a resposta simpática no controle da pressão arterial. Além disso, a falta de atividade simpática eferente para a periferia, a redução do controle simpático do coração e a entrada parassimpática sem oposição no nódulo sinusal podem comprometer a bradicardiaca mediada por barroreflexo em resposta ao aumento da pressão (DRAGHICI; TAYLOR, 2018).

Cabe apontar que a resistência periférica também será afetada, pois os nervos que inervam os músculos lisos das arteríolas e veias também pertencem ao SNA e em sua maior parte, incluem os nervos simpáticos que quando estimulados causam vasoconstrição. Também existem alguns nervos simpáticos que agem apenas nas arteríolas dos músculos esqueléticos e quando estimulados causam vasodilatação (SILVERTHON, 2017).

Isso nos permite inferir que a população com LME independentemente do nível da lesão desde que seja completa, poderá apresentar comprometimento do controle da pressão arterial por barroreflexo e quimioreflexo, apontando pressões baixas nessa população tanto em níveis de repouso quanto no exercício. Indivíduos com LME incompleta onde o controle descendente do tônus simpático supra espinhal é parcialmente preservado, apresentam menor predisposição à pressão arterial baixa (POPA et al., 2010).

Quanto ao comportamento da PA desta população no exercício físico, é observado que através de exercícios combinados (aeróbico e força na mesma sessão) após período de

intervenção que não ocorrem alterações significativas da PA de repouso, tanto sistólica quanto diastólica (HICKS et al., 2003; TOTOSY DE ZEPETNEK et al., 2015).

O mesmo pode ser constatado em atividades de esforço cardiovascular máximo em ergômetro de braço, tanto a PAD quanto a PAS não apresentam alterações significativas pré e pós atividades (CLAYDON et al., 2006; RIMAUD et al., 2007), sendo verificado apenas um pequeno aumento sistólico e diminuição diastólica logo após o exercício, porém, estabilizados nos primeiros minutos de recuperação chegando próximos aos valores basais (CLAYDON et al., 2006).

Seron et al., (2014), avaliaram a pressão arterial de repouso e de recuperação até 60 min após o exercício físico em cinco paraplégicos fisicamente ativos, e observaram que no exercício aeróbio os participantes apresentaram hipotensão para pressão arterial sistólica depois dos 30 minutos de recuperação, porém, no exercício resistido não foi encontrada hipotensão arterial em nenhum momento. Estes estudos apontam que o exercício parece não influenciar significativamente na pressão arterial de lesados medulares, entretanto ainda existem muitas lacunas sobre esta temática que precisam ser exploradas.

Este breve marco teórico nos traz indicativos que o fator determinante na saúde em geral de indivíduos com lesão da medula espinhal não são as alterações fisiológicas decorrentes da lesão e sim a inatividade física. A seguir apresentaremos o primeiro estudo desta tese.

## CAPITULO 3

### A PRÁTICA DE HANDEBOL EM CADEIRA DE RODAS NÃO ESTRUTURADA, PROMOVE MELHORAS NA APTIDÃO FÍSICA DE INDIVÍDUOS COM LESÃO NA MEDULA ESPINHAL?

#### 3.1 Introdução

Aptidão física é definida conjunto de características que um indivíduo tem ou alcança relacionado com sua capacidade de realizar uma atividade física, geralmente categorizada em componentes relacionados a saúde e as habilidades (ACSM, 2014). Os componentes da aptidão física relacionados a saúde são a resistência cardiorrespiratória, a composição corporal, a força e resistência muscular, e a flexibilidade, que são fundamentais para a qualidade de vida das pessoas.

Isto posto, observa-se a importância da busca pela melhora da aptidão física e da avaliação e monitoramento destas variáveis através dos diferentes tipos de exercício físico. Em indivíduos com LME a relevância de buscar compreender os efeitos do exercício se torna maior, pois o perfil sedentário aliado ao comprometimento das vias autonômicas responsáveis por funções vitais do organismo devido a LME, aumentam o risco de doenças cardiovasculares e comprometem aptidão física nessa população. Este quadro, enfatiza a importância do exercício físico para a manutenção da qualidade de vida das pessoas com LME pois reduz os riscos de doenças cardiovasculares (MATOS-SOUZA et al., 2013; MATOS-SOUZA et al., 2016), aumenta força e resistência muscular (NASH et al., 2007a), aumenta a massa óssea (GORLA, et al., 2016), reduzindo complicações à saúde a longo prazo (EVANS et al., 2015).

Dentre as propostas de exercício para essa população encontra-se o handebol em cadeira de rodas, modalidade que pode ser praticada por pessoas com deficiência física que possuem acometimento dos membros inferiores, a qual possui muitos *sprints*, deslocamentos em altas e baixas intensidades alternados por momentos de descanso. Esta modalidade apesar de possuir muitos praticantes não faz parte do programa paralímpico, o que reduz a disponibilidade recursos e influencia diretamente o desenvolvimento como rendimento esportivo, o que pode impossibilitar a estruturação de treinamentos nos clubes que não possuem recursos para contratações de equipes técnicas.

Apesar da literatura apontar que o esporte adaptado de alto rendimento traz melhoras na aptidão física de indivíduos com LME, não são encontrados estudos que demonstrem se a prática não estruturada de esporte adaptado leva aos mesmos benefícios, o que motivou a condução deste estudo que intenta avaliar os efeitos da prática não estruturada do HCR na aptidão física de homens com paraplegia crônica.

## **3.2 Métodos**

### **3.2.1 Participantes**

Participaram deste estudo quatro homens com LME (paraplégicos) praticantes de HCR a mais de três anos, do projeto de extensão da Faculdade de Educação Física da Unicamp. Para caracterização do nível de lesão neurológica dos sujeitos, foi aplicada a escala AIS (*Abbreviated Impairment Scale*). Essa avaliação leva em conta o segmento mais caudal da medula espinhal onde as funções motoras e sensitivas ainda são preservadas nos dois lados do corpo do sujeito, assim como, se a lesão foi completa ou incompleta (KIRSHBLUM et al., 2011).

Como critérios de inclusão e exclusão os voluntários deveriam ser do sexo masculino, paraplégicos (nível de lesão torácica), possuir mais de um ano de lesão, ser maior de 18 anos, não poderiam apresentar quadro de diabetes, hipertensão, serem fumantes ou terem tido recentemente doenças cardiovasculares, pulmonares ou câncer.

Foi solicitado a todos os participantes a manterem os mesmos hábitos alimentares por todo o estudo, sendo que nenhuma intervenção alimentar foi realizada durante o período de treinamento.

### **3.2.2 Aspectos éticos do estudo**

Os voluntários que aceitaram participar do estudo foram detalhadamente esclarecidos quanto aos objetivos e procedimentos, assim como os possíveis riscos e benefícios do estudo, e então assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido para participação na pesquisa. Para todos os procedimentos foram ofertadas sessões de familiarização quando

necessárias. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética pela Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas sob parecer nº 1.987.980 (Anexo 1).

### 3.2.3 Avaliação Antropométrica

A massa corporal foi mensurada em uma balança de piso com precisão de 0,1 kg (Líder<sup>®</sup>) modelo LD1050. A estatura foi determinada utilizando um estadiômetro com precisão de 0,1 cm, na posição supina, conforme protocolos prévios. Para medidas de circunferência torácica, cintura abdominal, quadril, coxa e panturrilha, foi utilizada uma fita antropométrica modelo Gulick, da marca Mabbis<sup>®</sup>, com precisão de 0,1 cm. As pregas cutâneas, tricipital, bicipital, subescapular, supra-iliaca, abdominal, peitoral e axilar média foram aferidas com o adipômetro Harpenden<sup>®</sup> (Harpenden Instruments, Marsden, UK). Todas as medidas foram realizadas consecutivamente por um único avaliador.

### 3.2.4 Avaliação da Composição Corporal

A composição corporal foi estimada através do equipamento de Absorciometria Radiológica de Dupla Energia (*Hologic QDR 4500A, software version 11.1:3, Waltham, MA, USA*). O conteúdo mineral ósseo, a massa magra e a massa gorda em gramas foram medidas em todo o corpo e regionalmente (tronco, pernas e braços).

Todas as medidas foram realizadas com os indivíduos instruídos a usar roupas leves; sendo que os sapatos foram removidos antes do teste. Foi solicitado aos sujeitos a retirarem todos os objetos de metal (ou seja, anéis, colares, etc.) e devido à possibilidade de contraturas e espasmos, foram realizados esforços para posicionar cada sujeito com a maior precisão possível.

### 3.2.5 Biomarcadores

Para determinação da glicose sanguínea (hemoglobina glicosada, glicose); perfil lipídico (colesterol total, HDL-colesterol, LDL-colesterol, Triglicérides); insulina e cortisol foram realizadas coletas de sangue, por um profissional habilitado, em dia previamente agendado, no período das 8h00 e 10h00 (estando os voluntários em jejum de 12 horas).

### 3.2.6 Avaliação da força muscular (Dinamômetro Isocinético)

Para avaliação da força muscular foi utilizado dinamômetro isocinético Biodex® System Pro 4 (Biodex Medical System Inc.) em ambiente fechado com temperatura de 22 graus. Os sujeitos foram posicionados sentados na cadeira do dinamômetro de acordo com as especificações do fabricante, sendo fixados por meio de faixas no tronco, cintura e coxa. O eixo de rotação do dinamômetro foi alinhado visualmente ao eixo de rotação da articulação do cotovelo e ombro.

Antes de iniciar o protocolo proposto, os voluntários realizaram um aquecimento geral no cicloergômetro de braço durante cinco minutos, e depois um aquecimento específico de cinco repetições concêntricas para extensão e flexão do cotovelo e ombro, a 60°/s no dinamômetro Isocinético. Após o aquecimento, os voluntários realizaram o protocolo composto por duas séries isocinéticas (separadas por 30 segundos de descanso) de flexão e extensão do cotovelo e do ombro (5 repetições a 60°/s), sendo anotado o melhor valor encontrado para pico de torque nos dois esforços (JACOBS, et al., 2001).

Durante o protocolo, os avaliados foram estimulados verbalmente pelo avaliador e a fim de garantir a replicação dos parâmetros utilizados na avaliação diagnóstica para a avaliação após intervenção foram registradas distância de solo, a altura, a inclinação, e rotação do dinamômetro; a inclinação, altura, rotação, distância de solo e do encosto da cadeira; e o comprimento do braço nivelado.

Tanto para os exercícios concêntricos flexores quanto para os exercícios concêntricos extensores do cotovelo e ombro, foram mensurados o pico de torque, pico de torque normalizado, potência média (valor referente à média de potência entre os números de repetições) e a quantidade total de trabalho.

Além das variáveis citadas os déficits contralaterais e a razão agonista/antagonista também foram calculados, a fim de identificar desequilíbrios musculares que podem aumentar o risco de lesões.

### 3.2.7 Avaliação da Capacidade Aeróbia

A fim de avaliarmos a capacidade aeróbia ( $VO_{2\text{pico}}$ ) foi utilizado o teste de esforço cardiorrespiratório incremental máximo no ciclo ergômetro de braço M4100 (Cefise, Brasil). O teste máximo iniciou com um aquecimento prévio de duração de 2 minutos com carga de 2,5W (50g) na velocidade de 50-60 rpm. Após o aquecimento, a carga foi aumentada de 10W a cada minuto enquanto que a velocidade deveria permanecer constante (MARTEL et al., 1991). O teste foi finalizado quando o voluntário não apresentava mais condições de manter a velocidade pré-estabelecida frente ao incremento de carga. A fim de monitorar essa velocidade pré-estabelecida no teste foi utilizado o software Ergometric 6.0 (Cefise) conectado na roda do ergômetro de braço.

Os voluntários utilizaram uma máscara facial de silicone conectada a um analisador de gases automatizado Oxycon (Yager<sup>®</sup>, Alemanha) além do monitor de frequência cardíaca. As medidas ventilatórias e de trocas gasosas foram obtidas respiração por respiração (*breath-by-breath*), sendo o valor médio de leitura nos últimos 30 segundos de teste considerado o  $VO_{2\text{pico}}$  (VAN DER SCHEER et al., 2015). Antes de cada teste, o analisador foi calibrado a partir de um cilindro com gases cujas concentrações de  $O_2$  e  $CO_2$  são conhecidas.

Durante a realização do teste de esforço máximo um médico cardiologista esteve acompanhando os voluntários e nenhum dos indivíduos precisou encerrar o teste precocemente por problemas de saúde. Cabe destacar que somente três voluntários realizaram esta avaliação porque o quarto voluntário não pode estar presente no dia de avaliação desta variável pré-treinamento.

### 3.2.8 Protocolo do estudo

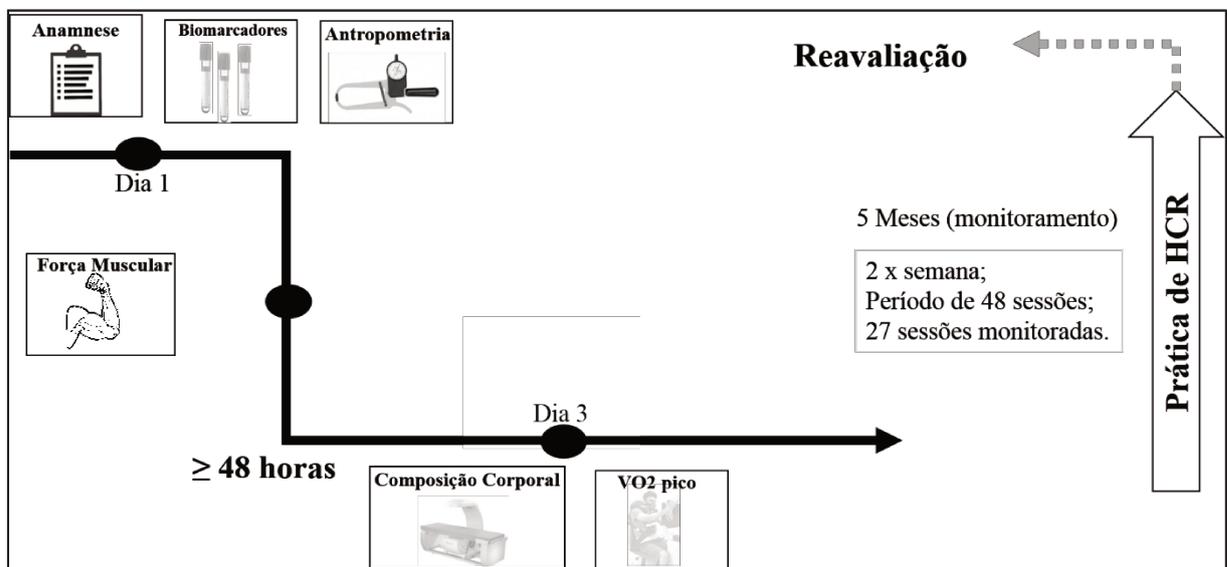
Os participantes foram submetidos a uma “bateria” inicial de avaliações que possibilitou identificar o perfil de atividade física, composição corporal, força e capacidade aeróbia. Estas avaliações foram realizadas após 18 sessões do retorno aos treinamentos (período de férias de três meses). O fato de não terem sido realizadas avaliações logo no início do treinamento (antes destas 18 sessões), se deu pela baixa frequência dos sujeitos aos treinos iniciais e também pela logística das avaliações.

Após as avaliações iniciais que tiveram duração de duas semanas, os participantes foram monitorados por um período de aproximadamente cinco meses totalizando 46 sessões de treino. A prática do HCR era disponibilizada 2x por semana em dias não consecutivos, sendo que para o controle das atividades desenvolvidas o pesquisador esteve presente no local dos treinamentos e realizou o acompanhamento do tempo de duração da sessão e das atividades ministradas, por pelo menos 1x por semana totalizando o monitoramento de 27 sessões. Além disto, após dez minutos de cada sessão de treino foi apresentada aos indivíduos a escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) adaptada por Foster (FOSTER et al., 2001), a fim de calcular a carga de cada sessão.

As sessões integraram fundamentos da modalidade (condução de cadeira, passe, recepção e arremesso) e desenvolvimento do jogo (táticas do jogo), basicamente consistindo em: Aquecimento, parte técnica ou tática e o jogo propriamente dito. As principais atividades desenvolvidas durante o período monitorado são descritas e apresentadas nos apêndices (3-8).

Ao término desse período monitorado os indivíduos foram reavaliados a fim de identificar a influência dessas atividades sob a aptidão física (Figura 7).

**Figura 7.** Desenho do estudo (prática não-estruturada de HCR).



### 3.2.9 Análise dos dados

A análise estatística foi realizada através do IBM SPSS versão 21. Para caracterizar a amostra em cada uma das diferentes variáveis e dos diferentes momentos foi utilizada estatística descritiva (média e desvio padrão). A normalidade dos dados foi avaliada através do teste de Shapiro-Wilk. As comparações entre os momentos foram realizadas através do teste *t de Student* para dados pareados e a análise do tamanho do efeito foi realizada através do cálculo *d* de Cohen. O valor de significância adotado foi de  $p \leq 0,05$ .

### 3.3 Resultados

Quatro indivíduos com lesão da medula espinhal (T3-T8), idade ( $46,7 \pm 10,1$ ), tempo de prática esportiva ( $6,2 \pm 3,8$ ), AIS A e B, participaram deste estudo. Através do controle das 27 sessões das atividades observou-se que a intensidade das atividades através da escala de percepção subjetiva de esforço em cada sessão variou de 4-6 (um pouco forte e forte) com carga média de 436 unidades arbitrárias. Os maiores valores de carga foram observados quando haviam mais atividades com deslocamentos em velocidade e mudanças rápidas de direção; já os menores valores de carga foram observados nos dias em que o objetivo das atividades foi quase que totalmente tático, o que pode ser considerado normal uma vez que os momentos de treinamento e correção tática são pausados.

No que tange, as variáveis antropométricas e da composição corporal pré e pós período de acompanhamento dos treinos (tabelas 1 e 2) observamos reduções da massa corporal ( $p=0,05$ ), IMC ( $p=0,06$ ) e da circunferência abdominal ( $p=0,07$ ) após período monitorado com maior efeito na circunferência abdominal ( $d= 2,24$ ). Todavia, estas alterações não foram suficientes para reduzir variáveis que indicam fatores de risco cardiovasculares como a razão andróide/ginóide e a gordura central preditas por DXA.

**Tabela 1.** Características antropométricas e da composição corporal.

	<i>Pré</i>	<i>Pós</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Sujeitos (n)	4	4		
MC (Kg)	86,5±7,5	84,2±6,3	0,05	0,33
Estatura (m)	1,75±0,1	-		-
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	28,1±1,4	27,4±1,1	0,06	0,57
CAbd (cm)	106,1±4,6	98,5±1,5	0,07	2,24
∑9pregas (mm)	219,1±66,1	196,2±21,4	0,38	0,46
% G (DXA)	31,1±7	31,7±7,5	0,61	0,08
Razão androide/ginóide	1,09±0,15	1,06±0,17	0,09	0,19
Appen (MM+CMO)/Alt <sup>2</sup>	8,10±1,6	7,98±1,6	0,57	0,08

**Legenda:** MC= massa corporal; IMC= índice de massa corporal; CAbd= circunferência abdominal, ∑9pregas: somatória de nove pregas cutâneas; Appen= índice apendicular.

Quando analisamos composição corporal por segmento corporal (Tabela 2) percebemos aumento do conteúdo mineral ósseo (CMO) em praticamente todas as regiões do corpo, com significância estatística no braço esquerdo ( $p=0,00$ ) e na região do tronco ( $p=0,01$ ), o que merece destaque posto que esta população apresenta risco aumentado para osteopenia e osteoporose.

**Tabela 2.** Composição corporal segmentar.

	Braço direito				Braço esquerdo			
	<i>Pré</i>	<i>Pós</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>Pré</i>	<i>Pós</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
MM (Kg)	5,2±0,34	5,1±0,36	0,52	0,31	5,10±0,67	5,27±0,72	0,14	0,25
MG (kg)	1,86±0,32	1,74±0,39	0,52	0,31	1,95±0,43	1,90±0,37	0,81	0,12
CMO (g)	0,260±0,05	0,255±0,04	0,27	0,11	0,254±0,05	0,263±0,05	0,00*	0,17
%G	25,3±2,9	24,5±3,8	0,66	0,25	26,6±4,6	25,8±4,7	0,42	0,18
	Perna direita				Perna esquerda			
	<i>Pré</i>	<i>Pós</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>Pré</i>	<i>Pós</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
MM (Kg)	6,7±2,4	6,5±1,9	0,40	0,13	6,54±1,7	6,51±1,9	0,39	0,02
MG (kg)	4,89±2	4,91±1,7	0,95	0,01	4,63±1,8	4,65±1,5	0,93	0,01
CMO (g)	0,405±0,12	0,419±0,08	0,78	0,05	0,378±0,13	0,390±0,12	0,21	0,09
%G	40,5±14,3	41,8±14,6	0,61	0,09	44,2±22	47,1±24	0,58	0,09
	Tronco							
	<i>Pré</i>	<i>Pós</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>Pré</i>	<i>Pós</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
MM (Kg)	27,5±2,6	26,6±2,1	0,11	0,36				
MG (kg)	11,7±3,5	11,9±4	0,80	0,06				
CMO (g)	0,790±0,21	0,810±0,22	0,01*	0,09				
%G	28,9±6,4	29,8±7,5	0,46	0,09				

**Legenda:** MM= massa magra; MG= massa gorda; CMO= conteúdo mineral ósseo; %G= percentual de gordura.  
\*diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre pré e pós acompanhamento dos treinos.

A fim de identificar risco de doença cardíaca e aspectos da saúde em geral, foram realizados exames de sangue através dos quais não foram identificadas diferenças significativas em nenhuma das variáveis analisadas (tabela 3) com destaque para os níveis de HDL abaixo dos parâmetros adequados e os níveis de LDL acima dos parâmetros (ACSM, 2014).

**Tabela 3.** Biomarcadores.

	<i>Pré</i>	<i>Pós</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Cortisol (mcg/dL)	8,7±2,2	11,7±4,8	0,15	0,80
Insulina (mcUI/mL)	16±4,4	17±5,4	0,60	0,20
Hemoglobina (%)	5,3±0,32	5,4±0,22	0,25	0,37
Colesterol total (mg/dL)	192,5±55,7	196,5±44,2	0,85	0,08
Glicose (mg/dL)	91±13,9	88±8,3	0,38	0,26
HDL (mg/dL)	31,8±5,3	35,5±1,7	0,28	0,95
LDL (mg/dL)	136,8±44,5	134,5±41,2	0,89	0,05
Triglicérides (mg/dL)	119,3±51,1	132,3±44	0,46	0,27

**Legenda:** HDL= lipoproteínas de alta densidade; LDL= lipoproteínas de baixa densidade.

Apesar de não terem sido constatadas diferenças significativas pré e pós para os biomarcadores, alto desvio padrão ocorreu em função de um sujeito outlier, que apresentou valores acima dos ideais.

Redução da força muscular para o movimento de extensão da articulação do cotovelo (direita e esquerda) e nos movimentos de flexão e extensão (direita e esquerda) na articulação do ombro foram observados, porém, sem diferenças significativas que também podem estar relacionados ao alto desvio padrão observados nestas variáveis (Tabela 4 e 5).

**Tabela 4.** Valores médias e desvio padrão das variáveis neuromusculares obtidas no protocolo isocinético na velocidade 60°/s (Articulação do Cotovelo).

		<b>Flexão (pré)</b>	<b>Flexão (pós)</b>	<i>p</i>	<i>d (ES)</i>	<b>Extensão (pré)</b>	<b>Extensão (pós)</b>	<i>p</i>	<i>d</i>
PT(Nm)	Direita	60,2±11,9	61,4±14,4	0,87	0,22	69,5±18,3	58,5±16,6	0,63	0,63
	Esquerda	58,2±11,6	57,3±14,6	0,06	0,06	69,4±24,2	51,6±8,9	0,13	0,97
PT (Kg)	Direita	70±9,6	71,4±11,6	0,88	0,13	80,6±14,5	67,5±12,9	0,08	0,95
	Esquerda	67,6±7,4	66,7±12,8	0,91	0,08	80±22,2	60,2±7,9	0,12	1,18
QTT (J)	Direita	365±56,6	370,4±67	0,85	0,09	393,9±125,6	324,7±85,8	0,28	0,64
	Esquerda	366,9±64,5	363,2±84,1	0,91	0,05	375,2±158	299,4±35,2	0,33	0,66
POM (whatts)	Direita	43,4±7,4	45,2±11,8	0,74	0,19	47,5±16,1	39,4±12,9	0,24	0,56
	Esquerda	43,1±8,8	43±13	0,98	0,01	45,6±19,5	35,8±5,5	0,29	0,68

**Legenda:** PT= pico de torque; PT (Kg)= pico de torque normalizado (PT/MC); QTT= quantidade total de trabalho; POM= potência média.

Além das variáveis apresentadas nas tabelas 4 e 5, os déficits contralaterais e a razão agonista/antagonista também foram calculados, e desta forma constatamos que dois voluntários apresentaram déficit contralateral para extensão da articulação do ombro e os quatro para extensão da articulação do cotovelo (mesmo após período de treinamento), representados por diferença maior do que 10% percentual que configura como risco de lesão incremental (GUEDES; ROCHA, 2013).

No que tange, a razão agonista/antagonista que também pode ser um indicador de risco de lesões por sobrecarga nos ligamentos, na articulação do cotovelo (direita e esquerda) um voluntário apresentou valores inferiores aos normativos que é de 100% e na articulação do ombro (direito e esquerdo) também somente um voluntário apresentou valores inferiores ao normativo desta articulação que é de 70 à 80% (DVIR, 2002).

**Tabela 5.** Valores médias e desvio padrão das variáveis neuromusculares obtidas no protocolo isocinético na velocidade 60°/s (Articulação do Ombro).

		<b>Flexão (pré)</b>	<b>Flexão (pós)</b>	<b><i>p</i></b>	<b><i>d (ES)</i></b>	<b>Extensão (pré)</b>	<b>Extensão (pós)</b>	<b><i>p</i></b>	<b><i>d</i></b>
PT(Nm)	Direita	70,5±17,6	67,8±13,5	0,46	0,17	89,7±29,5	81,5±22,7	0,14	0,31
	Esquerda	69,4±10,4	64,1±7,3	0,06	0,59	86,3±29,4	81,8±32,5	0,51	0,14
PT (Kg)	Direita	80,9±13,8	78,9±8,4	0,58	0,18	103,9±26,7	94,7±20,4	0,13	0,39
	Esquerda	79,2±5,1	74,9±3	0,18	1,04	99,9±27,1	94,2±28,5	0,48	0,21
QTT (J)	Direita	424,8±87,2	462,4±93,2	0,32	0,42	526,5±170,5	491,5±132,8	0,20	0,23
	Esquerda	408,6±68,5	424,6±48,7	0,37	0,27	516,8±181,8	501,1±215,4	0,74	0,08
POM (whatts)	Direita	49,2±7,9	49,3±12,5	0,98	0,01	62,5±23,5	52,7±16,2	0,10	0,48
	Esquerda	47,3±7,5	45,1±6,6	0,22	0,32	61,7±24,2	54,5±24,9	0,23	0,30

**Legenda:** PT= pico de torque; PT (Kg)= pico de torque normalizado (PT/MC); QTT= quantidade total de trabalho; POM= potência média.

Quanto as variáveis da capacidade cardiorrespiratória podemos observar redução do  $\dot{V}O_{2\text{pico}}$  e aumento significativo ( $p=0,00$ ) da taxa de troca respiratória (Tabela 6).

**Tabela 6.** Capacidade Aeróbia.

Sujeitos	$\dot{V}O_{2\text{pico}}$ pré (ml/kg/min)	$\dot{V}O_{2\text{pico}}$ pós (ml/kg/min)	RER <sub>pico</sub> pré	RER <sub>pico</sub> pós
1	14,67	11,4	1,22	1,72
2	20,05	17,84	1,17	1,68
3	14,68	10,9	1,18	1,69
<i>M (dp)</i>	16,46±3,1	13,4±3,9	1,19±0,03	1,69±0,02
<i>p</i>		0,10		0,00*

**Legenda:** †= dados não normais;  $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ = consumo de oxigênio pico; RER<sub>pico</sub>= taxa de troca respiratória pico; \*diferença estatística ( $p<0,05$ ) entre pré e pós acompanhamento dos treinos.

### 3.4 Discussão

Este estudo teve como objetivo verificar a influência da prática não estruturada de handebol em cadeira de rodas na aptidão física de indivíduos com lesão da medula espinhal, desta forma podemos identificar que essa proposta de exercício possibilita a manutenção das variáveis da aptidão física estudadas.

No que tange as variáveis antropométricas houve redução de todas as medidas, mas estas reduções não foram significativas o que pode estar relacionado ao número reduzido de sujeitos, sendo que o tamanho de efeito após período de acompanhamento dos treinos é considerado grande (COHEN, 1988) para a variável CA<sub>Abd</sub>.

Na composição corporal foram observadas melhoras no conteúdo mineral ósseo (CMO) em todas as regiões do corpo (braço, tronco e pernas) e de ambos os lados (direito e esquerdo). Estes resultados positivos para o CMO corroboram os resultados observados no estudo de Gorla et al., (2016), os quais verificaram aumento do significativo pré e pós prática de rugby em cadeira de rodas, realizado quatro vezes por semana.

Apesar de não terem sido observadas melhoras significativas pós prática de HCR, a manutenção das variáveis da composição corporal é positiva tendo em vista a tendência de aumento da gordura corporal e regional (tronco e membros inferiores) durante a fase crônica da

lesão (INUKAI et al., 2006; DIONYSSIOTIS et al., 2008) e a redução da massa magra (CLASEY et al., 2004; DIONYSSIOTIS et al., 2008). Cabe ressaltar que a manutenção destas variáveis preditas por medidas antropométricas pós um determinado período de “intervenção”, também foram observadas em estudos com a prática de basquetebol em cadeira de rodas (BCR) de forma recreativa (TAYLOR et al., 1986); prática de BCR de rendimento (ITURRICASTILLO et al., 2015) e através de treinamento combinado (DURAN et al., 2001; BIZZARINI et al., 2005; PELLETIER et al., 2015; TOTOSY DE ZEPETNEK, et al., 2015).

A ausência de alterações na composição corporal também é reforçada pelos resultados observados do perfil lipídico, que não apresentaram alterações significativas. Cabe salientar que houve aumento dos níveis de HDL mas permaneceu abaixo dos valores considerados adequados para a população em geral, as demais variáveis do perfil lipídico estão dentro dos parâmetros estabelecidos. Este resultado quanto aos níveis de HDL corrobora com o que foi observado por Sadowska-Krepa et al., (2016), os quais compararam os resultados de indivíduos tetraplégicos praticantes de rugby em cadeira de rodas por mais de cinco anos, com os de tetraplégicos sedentários, e observaram melhoras induzidas pelo treinamento.

Além da composição corporal de acordo com as diretrizes do American College of Sports Medicine (ACSM, 2014), o exercício com enfoque para melhoras na saúde deve conter os componentes de aptidão musculoesquelética (força e resistência muscular) e aptidão cardiorrespiratória. Neste sentido a força muscular foi aferida através da avaliação isocinética da articulação do cotovelo e ombro as quais, apresentaram redução de força de extensão na articulação do cotovelo e, nos flexores e extensores da articulação do ombro.

Dentre os fatores que podem ter influenciado nesta redução da força muscular podemos citar a ausência de um “programa” de flexibilidade. A flexibilidade/amplitude de movimento tem relação com os níveis de força muscular, musculaturas contraídas, tensas e rígidas com volume excessivo de massa muscular limitam a amplitude do movimento (PLATONOV, 2008), ou seja, a mobilidade das articulações o que neste estudo pode ter gerado menor quantidade de força necessária para a realização do movimento de extensão.

Apesar disso essas alterações na força muscular não foram significativas o que vem ao encontro do que foi observado no estudo de Jacobs, et al., (2001), que mesmo realizando treinamento em circuito de resistência por 12 semanas alternando exercícios de força e de alta velocidade com baixa resistência em ergômetro de braço com paraplégicos (T5-L1), também

não observou alterações significativas através da avaliação isocinética (fase concêntrica e excêntrica) tanto na articulação do cotovelo quanto na articulação do ombro.

Optou-se por avaliar somente os movimentos de flexão e extensão destas articulações pois são as mais utilizadas para a prática do HCR, representado pela propulsão de cadeira de rodas, técnica de passes e arremessos. Segundo Kulig et al., (1998) no momento inicial da fase de impulso da cadeira de rodas, os ombros realizam o movimento de extensão, abdução e rotação interna. Entretanto, a partir do momento que a mão toca o topo da posição o momento de extensão começa a diminuir e torna-se num momento de flexão anterior ao momento de recuperação. Já no que tange a articulação do cotovelo Vanlandewijck et al., (1994) identificou movimento alternado de flexão e extensão do cotovelo, sendo que com maior velocidade que ocorre a alternância do movimento de flexão para extensão é bem mais curto.

Durante a prática do HCR além da propulsão de cadeira é necessária ênfase no treinamento de passe, recepção e arremesso que são os fundamentos do jogo. O arremesso acima do ombro é o mais utilizado no HCR e segundo Bartlett (2004), os movimentos da parte superior do corpo para realização deste movimento envolvem: elevação, abdução do ombro, flexão horizontal, rotação medial e rotação lateral do ombro, flexão e extensão do cotovelo e hiperextensão do punho.

Diante desses padrões de movimentos observados, podemos sugerir que o fato das atividades cotidianas (locomoção, transferência de cadeiras) necessitarem das mesmas articulações avaliadas e por não terem sido realizados treinos específicos (com controle de carga) para melhora da força das musculaturas responsáveis pelos movimentos dessas articulações é que não foram encontradas alterações nos parâmetros neuromusculares.

Apesar da redução do  $VO_2$  pico houve aumento significativo da taxa de troca respiratória que pode indicar que os treinamentos realizados utilizaram mais do metabolismo glicolítico (JACOBS et al., 2002) ou seja, que possuíram características anaeróbias. Esse resultado vem ao encontro das características dos treinos acompanhados e com as características da própria modalidade que pode ser considerada predominantemente anaeróbia.

A principal limitação deste estudo encontra-se no número reduzido de sujeitos, que limitam as análises estatísticas, porém isto justifica-se pela especificidade da amostra e pelo longo período de monitoramento das atividades.

### **3.5 Conclusão**

Através deste estudo podemos concluir que o treinamento não estruturado de handebol em cadeira de rodas, possibilita a manutenção de algumas variáveis da aptidão física importantes para a saúde, entretanto, pode não promover melhoras significativas na composição corporal, força muscular e capacidade aeróbia de homens com paraplegia crônica.

Este estudo reforça a necessidade do planejamento, estruturação e distribuição de cargas de treinamento para se obter melhoras significativas na aptidão física nesta população.

## **CAPÍTULO 4**

### **EFEITOS DA PRÁTICA DE EXERCÍCIO COMBINADO NA APTIDÃO FÍSICA DE INDIVÍDUOS COM LESÃO DA MEDULA ESPINHAL.**

#### **4.1 Introdução**

A lesão da medula espinhal (LME) está relacionada à lesão traumática ou patológica que compromete as estruturas contidas no canal medular (medula, cauda equina e cone medular), levando a redução ou perda total das funções motoras, sensitivas e autonômicas (GREGUOL; BOHME, 2013). Um dos fatores responsáveis pelo diagnóstico da LME está associado ao nível de lesão sendo, a tetraplegia referente a lesões acima da primeira vértebra torácica (T1), no qual observa-se o comprometimento das funções de membro superior, inferior e tronco, enquanto que, a paraplegia associada a lesões na altura ou inferior à T1, comprometendo o tronco e membros inferiores.

É sabido que indivíduos com LME geralmente apresentam disfunções fisiológicas (LEICHT et al., 2012), neuromusculares (PELLETIER; HICKS, 2011) e metabólicas (TANHOFFER et al., 2014) que podem refletir na capacidade de realização de atividades físicas, devido aos baixos níveis de condicionamento do sistema cardiorrespiratório, os déficit de força, dislipidemias, fatores que associados, podem implicar na instalação da fadiga precoce e/ou excessiva; porém estas implicações não impedem a prática de exercício físico e podem ser minimizadas através do mesmo.

Dentre as formas de exercício que tem impactado positivamente na saúde em indivíduos com LME podemos citar o treinamento combinado que pode ser definido como a combinação de exercícios aeróbios e de resistência muscular realizado em uma mesma sessão (BOCHKEZANIAN et al., 2015b), o qual busca atingir os benefícios de ambos os tipos de treinos em um período relativamente menor. Através deste tipo de treino tem sido encontrada melhoras na aptidão cardiorrespiratória e muscular (JACOBS, et al., 2001; HICKS et al., 2003; PELLETIER et al., 2015) e a manutenção da composição corporal (TOTOSY DE ZEPETNEK, et al., 2015).

Apesar destes resultados positivos importantes lacunas precisam ser exploradas no treinamento combinado para indivíduos com LME, reforçada pelo estudo de Van Der Scheer et al. (2017) que aponta baixa a moderada confiança nas evidências para melhoras na aptidão cardiorrespiratória, potência e força muscular através deste tipo de treino. Neste sentido, algumas questões ainda não foram respondidas como, os efeitos do treinamento combinado realizado 2x por semana na aptidão física especificamente indivíduos paraplégicos com lesões a nível torácico (completa e incompleta); a efetividade de uma proposta de treinamento combinado por período de apenas dez semanas (frequência de 2x por semana) na aptidão física e se o perfil alimentar de indivíduos sedentários participantes de treinamento combinado pode estar relacionado a ausência de efeitos significativos na composição corporal observados em outros estudos.

Diante disto, este estudo tem por objetivo verificar os efeitos do treinamento combinado na aptidão física de homens com paraplegia crônica.

## **4.2 Metodologia**

### **4.2.1 Amostra**

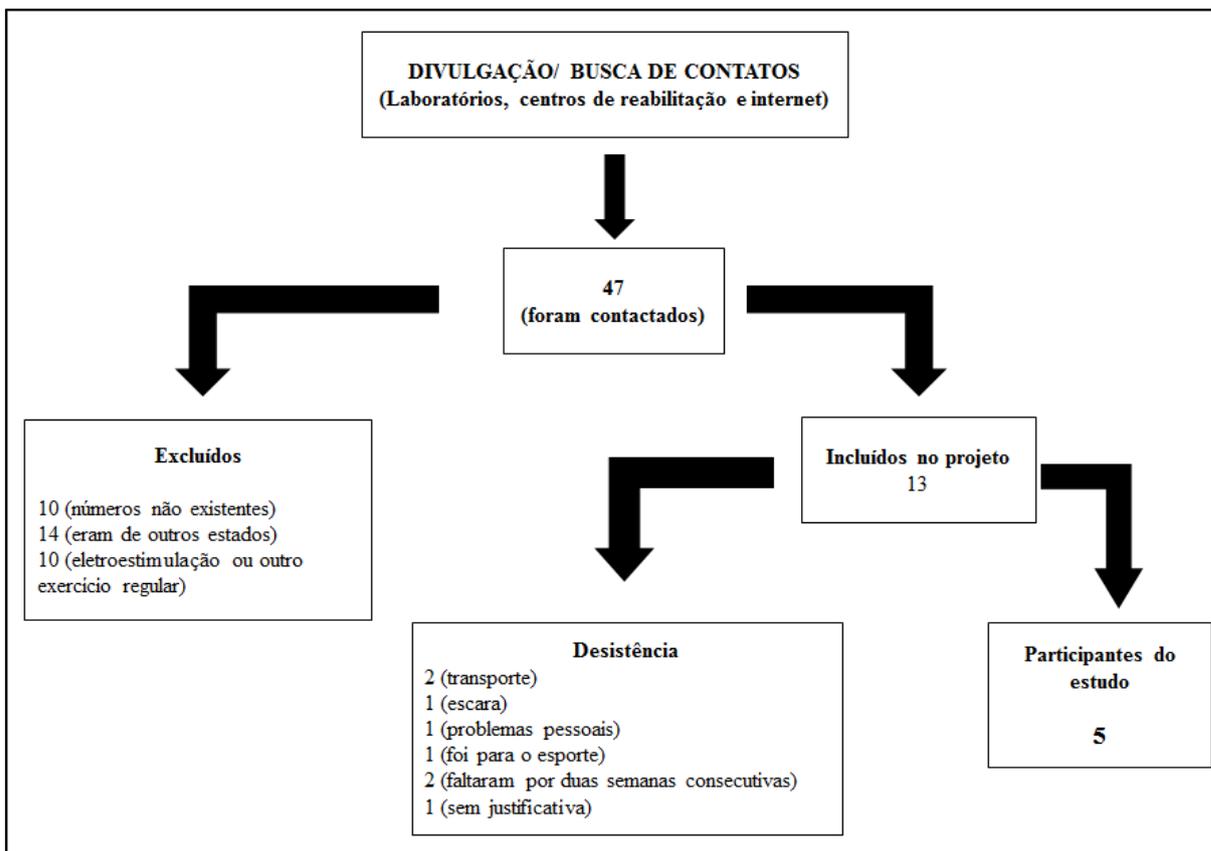
Fizeram parte deste estudo cinco homens com LME sedentários (T4 – T9). A amostra foi determinada aleatoriamente, sendo que o processo de composição da amostra (Figura 2) se iniciou em fevereiro de 2018 e foi concluída em dezembro de 2019.

Como critérios de inclusão os participantes deveriam ser do sexo masculino, paraplégicos (nível de lesão torácica), possuir mais de um ano de lesão, ser maior de 18 anos, não praticar nenhuma atividade física e não fazer uso de substância psicoativa. Como critérios de exclusão os indivíduos não poderiam apresentar quadro de *diabetes mellitus* (Insulino dependente), hipertensão sistêmica, doença coronariana arterial, doença cardíaca ou pulmonar e câncer.

Os voluntários que aceitaram participar do estudo foram detalhadamente esclarecidos quanto aos objetivos e procedimentos, assim como os possíveis riscos e benefícios do estudo, e então assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido para participação na

pesquisa. Para todos os procedimentos, foram ofertadas sessões de familiarização quando necessárias. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética pela Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas sob parecer nº 1.987.980 (Anexo 1).

**Figura 8.** Esquematização do processo de inclusão dos participantes do estudo.



#### 4.2.2 Nível de Atividade Física

Para que pudéssemos inferir que os voluntários participantes do estudo eram sedentários foi utilizada a versão curta do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) validada para pessoas sem deficiência no Brasil (Anexos 2 e 3), sendo composta por 8 perguntas que incluem atividades relacionadas a quatro domínios: trabalho, transporte, recreação e lazer (MATSUDO et al., 2001).

Sua aplicação foi feita através de entrevista e questionário autoaplicável o qual considera como período de referencia a última semana, fornecendo informações do tempo gasto

em “caminhada” e em atividades sedentárias e de intensidades moderadas e vigorosas, sendo a forma mais aceita tanto por pesquisadores como pelos respondentes (CRAIG et al., 2003).

Para o uso deste questionário na amostra estudada foi utilizado os termos “tocar/empurrar rapidamente a cadeira de rodas” (intensidade vigorosa), “tocar/empurrar a cadeira de rodas em velocidade moderada” (intensidade moderada) e "tocar/ empurrar a cadeira de rodas" como uma alternativa para caminhada proposta por (SAEBU; SØRENSEN, 2011). Cabe ressaltar que as questões referentes ao tempo gasto sentado foram excluídas como proposto por Saebu & Sørensen (2011) por não fazer sentido solicitar aos usuários de cadeira de rodas que relatem seu tempo de permanência sentados.

#### 4.2.3 Avaliação Antropométrica e da Composição Corporal

A massa corporal foi mensurada em uma balança de piso com precisão de 0,1 kg (Líder<sup>®</sup>) modelo LD1050. A estatura foi determinada utilizando um estadiômetro com precisão de 0,1 cm, na posição supina, conforme protocolos prévios. Para medidas de circunferência torácica, cintura abdominal, quadril, coxa e panturrilha, foi utilizada uma fita antropométrica modelo Gulick, da marca Mabbis<sup>®</sup>, com precisão de 0,1 cm. As pregas cutâneas, tricipital, bicipital, subescapular, supra ilíaca, abdominal, peitoral e axilar média foram aferidas com o adipômetro Harpenden<sup>®</sup> (Harpenden Instruments, Marsden, UK). Todas as medidas foram realizadas consecutivamente por um único avaliador.

Para estimativa do percentual de gordura optou-se pela equação de predição de Durnin e Womersley (1974) o qual utiliza as pregas tricipital, bicipital, subescapular e supra ilíaca a fim de calcular a densidade corporal. A equação Durnin e Womersley (1974) foi escolhida por priorizar a parte de membros superiores, pela ausência de equações de predição para indivíduos sedentários com LME e por estar sendo utilizada em estudos com exercício nesta população (BIZZARINI et al., 2005; MOGHARNASI et al., 2018).

Após serem encontradas as densidades o percentual de gordura corporal (%G) foi estimado através da equação de Siri (1961):  $\%G = (4.95/Densidade - 4.50)*100$ .

Cabe evidenciar que o método de densitometria óssea não pode ser utilizado pois os participantes apresentaram espasticidade, o que impossibilitou a estabilidade na posição supina para a realização o exame de imagem e também não conseguimos utilizar os dados

provenientes da avaliação através do método de pletismografia por deslocamento de ar (body pod) pois o equipamento apresentou problemas nas avaliações pós treinamento combinado.

#### 4.2.4 Biomarcadores

Para determinação da glicose sanguínea (hemoglobina glicosada, glicose); perfil lipídico (colesterol total, HDL-colesterol, LDL-colesterol, Triglicérides); saúde em geral (Hemograma completo); insulina e cortisol foram realizadas coletas de sangue, por um profissional habilitado, em dia previamente agendado, no período das 8h00 e 10h00 (estando os voluntários em jejum de 12 horas).

#### 4.2.5 Avaliação da Força Muscular (Teste 1 RM)

O teste de uma repetição máxima (1-RM) foi realizado seguindo algumas orientações da *American Society of Exercise Physiologists* (ASEP), para avaliação da força máxima dinâmica (BROWN; WEIR, 2001).

Antes de iniciar o teste os voluntários se familiarizaram com o equipamento e o movimento que seria necessário realizar para avaliação da musculatura, essa familiarização se deu da seguinte forma: o avaliador explicou de forma verbal e prática o movimento que deveria ser realizado e logo após o avaliado realizou o movimento no equipamento (com a menor carga possível) desta forma, foi definida a amplitude de movimento e a posição das mãos. Os limites inferior e superior da amplitude de movimento foram determinados por uma fita métrica fixada no equipamento (peitoral e cross-over).

Antes do teste os voluntários realizaram um aquecimento geral de cinco minutos em cicloergometro de braço sendo que logo após foi realizado um aquecimento específico consistindo em uma série de oito repetições com carga estimada em torno de 50% para 1RM e seguida por um conjunto de três repetições à 70% do valor estimado de 1RM (BROWN; WEIR, 2001).

Após o aquecimento específico, foi dado um intervalo de três minutos antes dos voluntários serem submetidos ao teste. O teste consistiu na obtenção da máxima quantidade de peso que pode ser levantada em um ciclo completo do exercício. A carga inicial para o teste máximo foi estimada de forma subjetiva, e a partir disso, o peso levantado foi aumentado até que o voluntário não conseguisse realizar uma repetição completa com aquela carga. O número

total de tentativas para achar o valor de 1RM não excedeu à cinco e entre as tentativas houve um intervalo de quatro minutos (BROWN; WEIR, 2001). Entre os exercícios, foi respeitado um intervalo de 5 minutos, e a ordem dos mesmos foi constituída de forma a minimizar o impacto do desgaste muscular, desta forma, primeiro foram realizados os testes de 1RM para os maiores grupos musculares (latíssimo do dorso; peitoral e trapézio) e depois os menores (tríceps, deltoide e bíceps).

Nos exercícios de remada e tríceps corda a “barra” era entregue pelos avaliadores até a posição de extensão completa de cotovelos. Após a autorização do voluntário, o peso era liberado pelos avaliadores. O acréscimo de peso foi maior nas primeiras tentativas e menor nas últimas, sendo realizado individualmente e de maneira subjetiva.

#### 4.2.6 Avaliação da Força Muscular (Dinamômetro Isocinético)

Para avaliação da força muscular foi utilizado dinamômetro isocinético Biodex® System Pro 4 (Biodex Medical System Inc.) em ambiente fechado com temperatura de 22 graus. Os voluntários foram posicionados sentados na cadeira do dinamômetro de acordo com as especificações do fabricante, sendo fixados por meio de faixas no tronco, cintura e coxa. O eixo de rotação do dinamômetro foi alinhado visualmente ao eixo de rotação da articulação do cotovelo e ombro.

Antes de iniciar o protocolo proposto, os voluntários realizaram um aquecimento geral no cicloergômetro de braço durante cinco minutos, e depois um aquecimento específico de cinco repetições concêntricas para extensão e flexão do cotovelo e ombro, a 60°/s no dinamômetro isocinético. Após o aquecimento, os voluntários realizaram o protocolo composto por duas séries isocinéticas (separadas por 30 segundos de descanso) de flexão e extensão do cotovelo e do ombro (5 repetições a 60°/s), sendo anotado o melhor valor encontrado para pico de torque nos dois esforços (JACOBS, et al., 2001). Durante o protocolo, os avaliados foram estimulados verbalmente pelo avaliador e a fim de garantir a replicação dos parâmetros utilizados na avaliação diagnóstica para a avaliação após intervenção foram registradas distância de solo, a altura, a inclinação, e rotação do dinamômetro; a inclinação, altura, rotação, distância de solo e do encosto da cadeira; e o comprimento do braço nivelado.

Tanto para os exercícios concêntricos flexores quanto para os exercícios concêntricos extensores do cotovelo e ombro, foram mensurados o pico de torque, pico de

torque normalizado, potência média (valor referente à média de potência entre os números de repetições) e a quantidade total de trabalho.

#### 4.2.7 Pressão Arterial

A Pressão Arterial foi aferida através do monitor de pressão arterial digital de braço de marca Omron Hem 7122 conforme os parâmetros da VI diretrizes brasileiras de hipertensão (SBC., 2010).

Os participantes tiveram sua pressão aferida antes da sessão após cinco minutos de repouso e ao término da sessão após cinco minutos.

#### 4.2.8 Avaliação da Capacidade Aeróbia

Para a avaliação da capacidade aeróbia ( $VO_{2pico}$ ) foi utilizado o teste de esforço cardiorrespiratório incremental máximo no ciclo ergômetro de braço M4100 (Cefise, Brasil). O teste máximo iniciou com um aquecimento prévio de duração de 2 minutos com carga de 2,5W (50g) na velocidade de 50-60 rpm. Após o aquecimento, a carga foi aumentada de 10W a cada minuto enquanto que a velocidade deveria permanecer constante (MARTEL et al., 1991). O teste foi finalizado quando o voluntário não apresentava mais condições de manter a velocidade pré-estabelecida frente ao incremento de carga. A fim de monitorar essa velocidade pré-estabelecida no teste foi utilizado o software Ergometric 6.0 (Cefise) conectado na roda do ergômetro de braço.

Durante o teste os voluntários utilizaram uma máscara facial conectada a um sistema metabólico automatizado respiração a respiração (CPX, Medical Graphics, St. Paul, Minnesota, EUA) além do monitor de frequência cardíaca (Polar Electro Oy, Kempele, Finland).

No decorrer da realização do teste de esforço máximo um médico cardiologista esteve acompanhando os voluntários e nenhum dos voluntários precisou encerrar o teste precocemente por problemas de saúde.

#### 4.2.9 Recordatório alimentar/ Registro de consumo alimentar

O consumo alimentar dos participantes foi identificado através do recordatório alimentar de 24 horas, que consiste na quantificação de todos os alimentos e bebidas ingeridos no período de 24 horas antecedentes a pesquisa (BIRÓ et al., 2002).

Diante de dificuldades encontradas pelos voluntários da pesquisa em lembrar o consumo alimentar das últimas 24 horas, optou-se por utilizar o método de auto relato em que cada participante registrou suas informações de consumo alimentar dois dias da semana (entre segunda e sexta-feira) e um dia de fim de semana, na primeira e última semana do estudo.

Neste método de auto relato primeiramente o responsável pela pesquisa explicou como preencher cada item do recordatório (anexo D), bem como entregou impressos medidas alimentares (anexo E) e no momento da devolução do recordatório realizava a conferência para identificar se todas as informações haviam sido preenchidas. É importante destacar que alguns voluntários eram analfabetos e nestes casos os voluntários enviaram fotos ou áudios de seu consumo alimentar diário.

A partir dos dados coletados foram calculados por um profissional especializado a ingestão dos nutrientes consumidos utilizando a tabela brasileira de composição de alimentos - TACO e rótulos dos produtos, por meio do software Avanutri®.

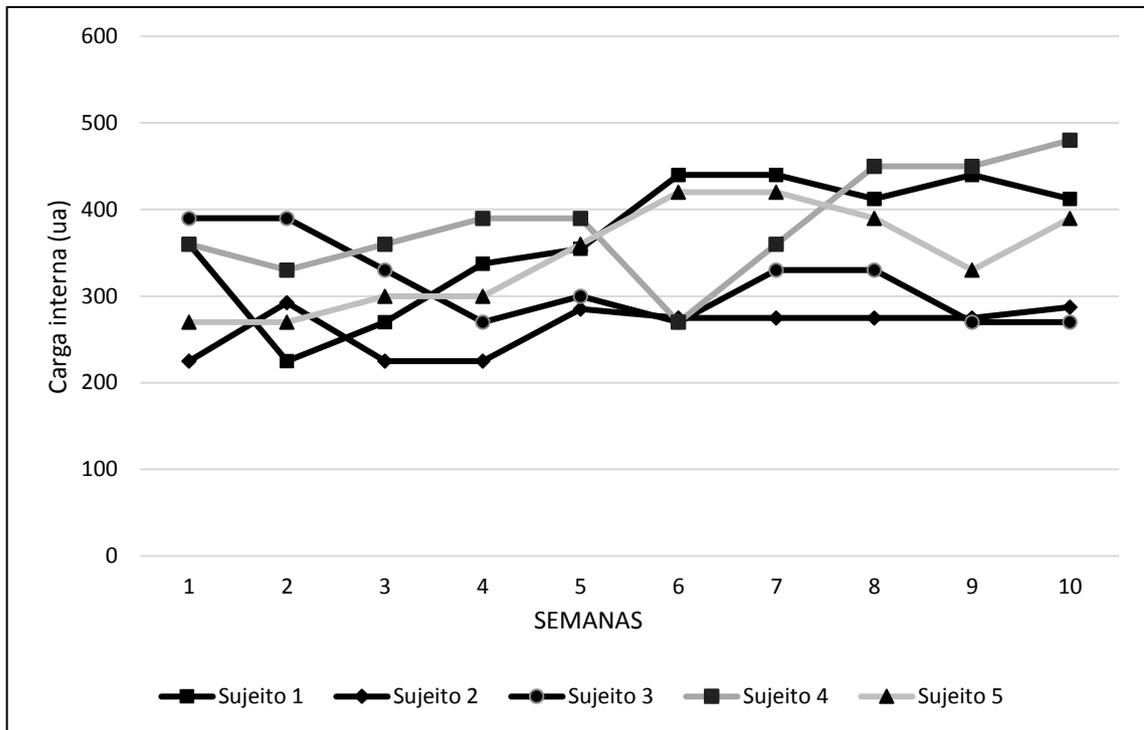
Para estimativa da taxa metabólica basal foi utilizada a equação de predição proposta por Harris & Benedict, (1918) para homens:  $66,437 + (5,0033 \times \text{altura [cm]}) + (13,7516 \times \text{peso [kg]}) - (6,755 \times \text{idade [anos]})$ .

#### 4.2.10 Controle do treinamento

Para o controle dos treinamentos após dez minutos de cada sessão de exercício foi utilizada a escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) adaptada por Foster et al., (2001), a qual juntamente com o tempo de treino possibilita calcular a carga interna de cada voluntário por sessão.

Através da PSE quando observávamos decréscimo da carga interna semanal de forma individual (representada pelas unidades arbitrárias) a carga era aumentada considerando que já havia ocorrido uma adaptação ao treinamento (Gráfico 1).

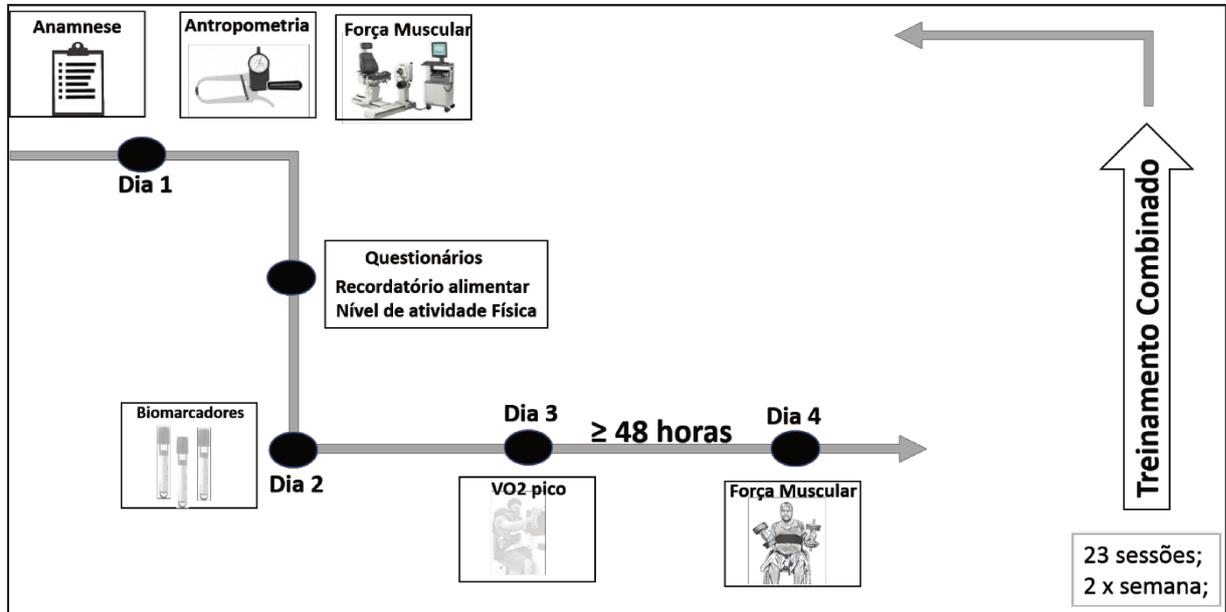
**Gráfico 1.** Carga interna semanal de treinamento.



Além do protocolo convencional em que a PSE é anotada após no mínimo dez minutos da sessão de treinamento, utilizamos a PSE após cada série de exercícios. Esta resposta aguda também foi considerada, ou seja, o exercício o qual a PSE era inferior à 3 na escala de PSE para o momento do treino aeróbio e inferior a 5 nos exercícios de força, a carga era aumentada. Todas as informações foram anotadas em uma ficha (Anexo 2), a qual facilitou o controle das variáveis.

## 4.2.11 Protocolo de treinamento combinado

Figura 9. Desenho do estudo (treinamento combinado).



O treinamento combinado foi realizado 2x por semana, durante 20 sessões de treino. O mesmo foi composto por exercício aeróbico em ciclo ergômetro de braço (Endorphin®- EN 350) com duração de 15 à 30min e intensidade de moderada a vigorosa (escala de percepção de esforço 3-6 na escala de 10 pontos) (PELLETIER et al., 2015); exercícios de força 3 séries de 12 repetições 50 à 80% de uma repetição máxima (TWEEDY et al., 2017). O tempo de duração total das sessões foi de aproximadamente 60 minutos.

O treinamento aeróbico foi iniciado com carga de 50% do  $VO_{2\text{pico}}$  a uma velocidade entre 9 e 10km/h, com duração de 15 minutos. Logo após a primeira sessão de acordo com a PSE (quando menor que três) ocorria o aumento do tempo de exercício e/ou velocidade sendo este critério determinante para as alterações de carga.

O ciclo ergômetro utilizado para os treinamentos (Apêndice 9) chegava a uma carga máxima de apenas 48Watts, o que impossibilitou o aumento de peso durante o exercício aeróbico. A não utilização do cicloergometro Cefise utilizado na avaliação do  $VO_{2\text{pico}}$  se deu pela dificuldade de transferência dos participantes em todos os treinos e porque o mesmo estava localizado em um laboratório que possui escadas o que dificultaria a realização dos treinos.

Quanto ao treinamento de força os treinos foram compostos por seis exercícios (Puxada atrás com polia alta; Peitoral abdução e adução; Remada com polia baixa na barra larga; Tríceps corda; Rosca bíceps com rotação e Elevação lateral dos braços com halteres), ordenados de forma estrutural, em que se priorizou a execução de grupos musculares maiores e grupos menores posteriormente. Cada exercício era constituído por 3 series de 12 repetições e período de descanso entre os exercícios de 1 minuto com cadência ou ritmo de dois segundos. A descrição das dificuldades encontradas e as adaptações necessárias durante os exercícios de força são apresentadas nos apêndices (10, 11, 12, 13, 14 e 15).

Os exercícios escolhidos tiveram o intuito de melhorar a massa muscular dos membros superiores a fim de contribuir na autonomia dos participantes e tinham enfoque na utilização da cadeira de rodas para aproveitamento do tempo de treinamento, evitar constrangimentos e principalmente evitar contatos com superfícies rígidas (transferência da cadeira para os equipamentos) que podem causar lesões por pressão.

Ainda em relação ao treino de força a carga inicial foi de 50% de 1RM e o aumento das cargas foi feito de acordo com a percepção subjetiva de esforço de cada sujeito, em escalas inferiores a 5 era aumentado 20% da carga atual. Essa forma de aumento de carga foi feita compreendendo que as adaptações neuromusculares ocorrem de forma individualizada sem seguir um padrão para todo grupo, portanto, alguns sujeitos tiveram mais ajustes de cargas do que outros no decorrer do estudo. Com esse procedimento, buscou-se manter um aumento progressivo da sobrecarga do treinamento durante todas as semanas de intervenção.

#### 4.2.12 Análise estatística

A análise estatística foi realizada através do IBM SPSS versão 21. Para caracterizar a amostra em cada uma das diferentes variáveis e dos diferentes momentos foi utilizada estatística descritiva (média e desvio padrão). A normalidade dos dados foi avaliada através do teste de Shapiro-Wilk. As comparações entre os momentos (variáveis paramétricas) foram realizadas através do teste *t de Student* para dados pareados e para as variáveis não paramétricas (representadas pela sigla †) foi utilizado o teste de Wilcoxon pareado. Além disto a fim de quantificar os efeitos do treinamento foi realizada análise do tamanho do efeito através do

cálculo  $d$  de Cohen e também calculado o percentual de variação ( $\% \Delta$ ). O valor de significância adotado foi de  $p \leq 0,05$ .

### 4.3 Resultados

#### 4.3.1 Características dos participantes

Os voluntários apresentaram média de idade  $41,2 \pm 7,3$  e tempo de lesão  $6,8 \pm 5,5$  completaram 10 semanas de treinamento e antes de iniciarem seus programas responderam uma anamnese. Através da qual pode ser identificado que nenhum dos participantes fazia uso de cigarro ou bebida, nenhum apresentava lesões por pressão, todos tomam regularmente bacoflono e retemic e apresentavam espasticidade.

**Tabela 7.** Características dos participantes.

Sujeito	Idade (anos)	TL (anos)	NL (anos)	AIS	Causa	Medicamentos
1	36	15	T5/T6	B	Traumática	Bacoflono, retemic, diazepam e sulfato ferroso.
2	35	10	T4	A	Traumática	Bacoflono e retemic
3	39	2	T9	B	Traumática	Bacoflono e retemic
4	53	4	T4	A	Traumática	Bacoflono e retemic
5	43	3	T6/T7	B	Traumática	Bacoflono e retemic

**Legenda:** TL= tempo de lesão; NL= nível de lesão; AIS= Abbreviated Injury Scale.

#### 4.3.2 Composição corporal e biomarcadores

Não foram observadas alterações significativas na composição corporal e marcadores sanguíneos, mas foi notória a redução de gordura nas extremidades do corpo

representada pela somatória de pregas cutâneas e um pequeno aumento da gordura nas áreas centrais representadas pelo aumento das medidas de circunferências da cintura e abdominal.

**Tabela 8.** Características antropométricas e da composição corporal.

	<i>pré</i>	<i>pós</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
MC (Kg)	74±9,8	75,2±10,2	0,18	0,12
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	20,9±2,1	21,3±2,4	0,17	0,15
∑pregas braço (mm)	20,3±4,9	18,6±4,4	0,04	0,36
∑pregas tronco (mm)	132,5±16,5	131,9±11,5	0,91	0,04
∑pregas pernas (mm)	44,2±1,7	44,6±2,7	0,76	0,29
∑ 9pregas (mm)	197,1±19,3	179,2±46,5	0,36	0,50
RCE (cm)	0,52±0,03	0,53±0,03	0,19	0,25
RCQ (cm)	0,95±0,04	0,95±0,04	0,90	0,07
Ccint (mm)	92,5±6,8	93,8±6,3	0,19	0,20
Cabd (mm)	94±7,2	95,1±7,2	0,26	0,14
%G (Durnin)	28,4±3,9	28,5±3,4	0,89	0,01
MM (Kg)	52,9±6,8	53,8±7,6	0,14	0,12

**Legenda:** MC= massa corporal; IMC= índice de massa corporal; ∑pregas braço= somatória das pregas cutâneas tricípital e bicipital; ∑pregas tronco= somatória das pregas cutâneas subescapular, peitoral, axilar média, supra ilíaca e abdominal; ∑pregas pernas= somatória das pregas cutâneas da coxa e panturrilha; ∑9 pregas= somatória das nove pregas cutâneas; RCE= relação cintura estatura; RCQ= relação cintura quadril; Ccint= Circunferência da cintura; Cabd= circunferência abdominal; %G= percentual de gordura; MM= massa magra.

Esses resultados da composição corporal são respaldados pelos resultados do perfil lipídico os quais somente tivemos melhoras dos níveis de HDL pós período de intervenção (Tabela 9), mas ainda com valores abaixo dos parâmetros considerados adequados.

**Tabela 9.** Biomarcadores pré e pós treinamento combinado.

	<i>Pré</i>	<i>Pós</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>%Δ</i>
Triglicérides (mg/dL)	120±56	133±72,3	0,64	0,21	11,3
Colesterol total (mg/dL)	182±67,3	184,7±54,7	0,79	0,04	1,5
HDL (mg/dL)	37±2,2	39,5±3,4	0,06	0,87	6,8
LDL (mg/dL)	120,3±63,3	117,5±54,7	0,76	0,05	-2,3
VLDL (mg/dL)	24,8±10,2	27,8±12,8	0,59	0,26	12,1
Cortisol (mcg/dL)	9,8±3	12±2,8	0,42	0,77	22,7
Insulina (mcUI/mL)	9,9±4,5	9,7±2,8	0,95	0,05	-1,8
<b>Hemograma</b>					
LEU (g/dL)	5,9±0,8	6,5±2	0,66	0,40	10,4
HGB (g/dL)	13,7±3,2	13,1±4,4	0,46	0,14	-4,0
HCT%	41,2±6,5	40±10,4	0,59	0,14	-2,9
VCM (fl)	83,6±13,6	82±17,7	0,50	0,10	-1,9
HCM (pg)	27,6±6,4	26,8±8	0,39	0,11	-3,0
CHCM (g/dL)	32,7±2,8	32,1±3,6	0,22	0,20	-2,0
ADE (%)†	13,7±2,4	14,5±3,7	0,14	0,26	6,0
PLT (mm <sup>3</sup> )	224,000±69,632	213,000±54,191	0,25	0,18	-4,9
SEG (%)	58±10,2	62,1±12,3	0,58	0,36	7,0
LINF (%)	29,7±7,9	26,8±10,4	0,57	0,32	-9,9
MONO (%)	7,9±1,4	8,1±2,2	0,80	0,15	3,5
EOSINO (%)	3,9±3,6	2,6±2,3	0,36	0,41	-32,3
BASO (%)†	0,6±0,3	0,4±0,2	0,28	0,73	-26,1

**Legenda:** HDL= lipoproteínas de alta densidade; LDL= lipoproteínas de baixa densidade; VLDL= lipoproteína de muito baixa densidade; LEU= leucócitos; HGB= hemoglobina; HCT= Hematócrito; VCM= volume corpuscular médio; HCM= Hemoglobina corpuscular média; CHCM= Concentração de hemoglobina corpuscular média; ADE= Amplitude de distribuição eritrocitária; PLT= plaquetas; SEG= segmentados; LINF= linfócitos; MONO= monócitos; EASINO= easinófilos; BASO= basófilos.

### 4.3.3 Consumo Alimentar

No consumo alimentar só foi observada diferença estatística ( $p=0,04$ ) na ingestão de lipídeos pós intervenção, mas também é possível observar maior ingestão semanal de calorias e, como apresentado na metodologia os mesmos foram orientados a manterem suas alimentações normalmente sem interferência do estudo.

**Tabela 10.** Consumo alimentar pré e pós intervenção.

	CHO (g) †		PTN (g)†		LP (g) †		Vit C (g) †		Cal (g)		Fe (g) †		IC (Kcal/dia)		TMB	
	pré	pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós
1	714,9	946,4	204,5	227,8	142,3	255,2	23,7	54,5	779,8	529,9	50,9	35,2	4959	6994	1698,4	1741,0
2	537,6	442,3	145,2	268	105,2	173,7	14	50,7	551,5	5291	234,9	25,9	3678,4	4405	1803,3	1843,1
3	338,9	1376,3	288,3	1279,6	212,7	1932	17,9	12,2	447,3	443,3	29,5	38,4	4423	4587,9	1514,5	1517,6
4	447,9	447,9	206	151,8	97,5	99,5	189,8	116,3	936,1	855,3	17,1	13,6	3493	3294	1427,8	1426,4
5	473,9	402,5	154,9	214,2	105,4	196,5	44,9	22,4	409,2	739,7	23,9	23,8	3464	4236	2010,2	2007,5
<i>M</i>	502,6	723	199,8	428,3	132,6	531,4	58,1	51,2	624,8	1572	71,3	27,4	4003	4703	1690,8	1707,1
<i>Dp</i>	138,7	428,3	56,7	477,7	48	784,9	74,6	40,6	226	2085	92,3	9,8	661	1374	231,8	237,0
<i>p</i>	0,46		0,14		0,04*		0,89		0,68		0,22		0,14		0,19	

**Legenda:** †= dados não normais; CHO= carboidrato; PTN= proteínas; LP= lipídeos; Vit C= vitamina C; Cal= cálcio; Fe= ferro; IC= ingestão calórica; TMB= taxa metabólica basal.

\*diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre pré e pós período de treinamento.

#### 4.3.4 Força Muscular

Em todos os exercícios propostos observamos melhoras da força muscular sendo significativas nos exercícios de puxada atrás com polia alta ( $p=0,01$ ) e remada com polia baixa na barra larga ( $p=0,03$ ).

**Tabela 11.** Resultados do teste de 1RM.

	<i>pré</i>	<i>pós</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>%Δ</i>
Puxada atrás com polia alta (Kg)	91±7,4	96,6±5,5	0,01*	0,86	6,15
Peitoral abdução e adução em peck deck (Kg)	59±13,4	67,8±17,7	0,05	0,56	14,9
Remada com polia baixa na barra larga (Kg)	88±12,5	106,6±6,5	0,03*	1,86	21,1
Tríceps corda (Kg)	31,5±7,8	39,4±6,3	0,07	1,12	25,1
Rosca bíceps com elevação (Kg)	11±3,4	14,8±2,5	0,06	1,28	34,5
Elevação dos braços com halteres (Kg)†	7,6±0,9	9,6±1,8	0,06	1,40	26,3

**Legenda:** †= denota dados não normais; LD= latíssimo do dorso.

\*diferença estatística ( $p<0,05$ ) entre pré e pós período de treinamento.

Esses ganhos também foram observados na articulação do cotovelo (quantidade total de trabalho,  $p= 0,04$ ) e do ombro (pico de torque por quilo,  $p=0,04$ ) no movimento de flexão do braço direito, com tamanho de efeito acima de moderado (Tabelas 12 e 13).

**Tabela 12.** Resultados variáveis neuromusculares obtidas no protocolo isocinético na velocidade 60°/s (Articulação do Cotovelo).

		Flexão (pré)	Flexão (pós)	<i>p</i>	<i>d (ES)</i>	%Δ	Extensão (pré)	Extensão (pós)	<i>p</i>	<i>d (ES)</i>	%Δ
PT (Nm)	Direita	48,2±8	55,7±4,6	0,12	1,15	15,5	43,5±5,3	44,8±9,4	0,59	0,16	2,9
	Esquerda	47,5±6	54,2±6	0,06	1,12	14,3	44,8±3,2	45,5±6	0,75	0,14	1,6
PT (Kg)	Direita	66,3±17	75,3±7	0,14	0,69	13,6	59,2±10,6	60,7±14,2	0,63	0,12	2,5
	Esquerda	64,9±14	73,5±9,4	0,06	0,72	13,3	60,8±7,1	62±12	0,71	0,12	1,9
QTT (J)	Direita	287,7±53,6	340,1±34,1	0,04*	1,16	18,2	266,5±28,3	258,3±73,2	0,79	0,15	-3,1
	Esquerda	300,7±30,6	332,9±42,5	0,18	0,87	10,7	272,6±18	277,5±30,1	0,69	0,20	1,8
POM (whatts)	Direita	36,0±6,3	39,1±4,1	0,36	0,59	8,7	33,0±3,6	30,6±9	0,46	0,35	-7,3
	Esquerda	35,8±4,7	39,1±5,1	0,14	0,68	9,3	32,6±4,2	33,1±3,7	0,73	0,15	1,8

**Legenda:** PT= pico de torque; PT (Kg)= pico de torque normalizado (PT/MC); QTT= quantidade total de trabalho; POM= potência média.

\*diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre pré e pós período de treinamento.

**Tabela 13.** Resultados variáveis neuromusculares obtidas no protocolo isocinético na velocidade 60°/s (Articulação do Ombro).

		Flexão (pré)	Flexão (pós)	<i>p</i>	<i>d</i> (ES)	%Δ	Extensão (pré)	Extensão (pós)	<i>p</i>	<i>d</i>	%Δ
PT (Nm)	Direita	52,7±10	61,6±12,9	0,06	0,77	16,9	62,6±14,4	73,3±14,9	0,27	0,73	17,2
	Esquerda	53,8±12,3	63,2±15,4	0,23	0,68	17,6	60,3±10,1	73,3±9,4	0,11	1,32	21,4
PT (Kg)	Direita	71,1±13,8	82,7±13,4	0,04*	0,85	16,2	79,1±30,6	99,1±18,4	0,17	0,79	25,3
	Esquerda	73,6±15,5	84,5±15,5	0,20	0,70	14,8	76,7±24,1	98,9±10,5	0,08	1,19	28,9
QTT (J)	Direita	363,8±82,3	451,6±87,9	0,11	1,03	24,1	405,4±91,7	472,9±72,2	0,38	0,82	16,6
	Esquerda	370,6±84,6	459,3±113,1	0,17	0,89	23,9	382±67,5	486,1±74,4	0,08	1,47	27,3
Potência	Direita	38,0±8,8	44,56±9,3	0,02*	0,72	17,2	41,32±7,6	47,2±8,8	0,28	0,71	14,2
	Esquerda	38,9±9,4	44,4±11,2	0,09	0,54	14,3	38,2±6,7	47,4±8,5	0,02*	1,19	23,9

**Legenda:** PT= pico de torque; PT (Kg)= pico de torque normalizado (PT/MC); QTT= quantidade total de trabalho; POM= potência média.

\*diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre pré e pós período de treinamento.

#### 4.3.5 Capacidade cardiorrespiratória e cardiovascular

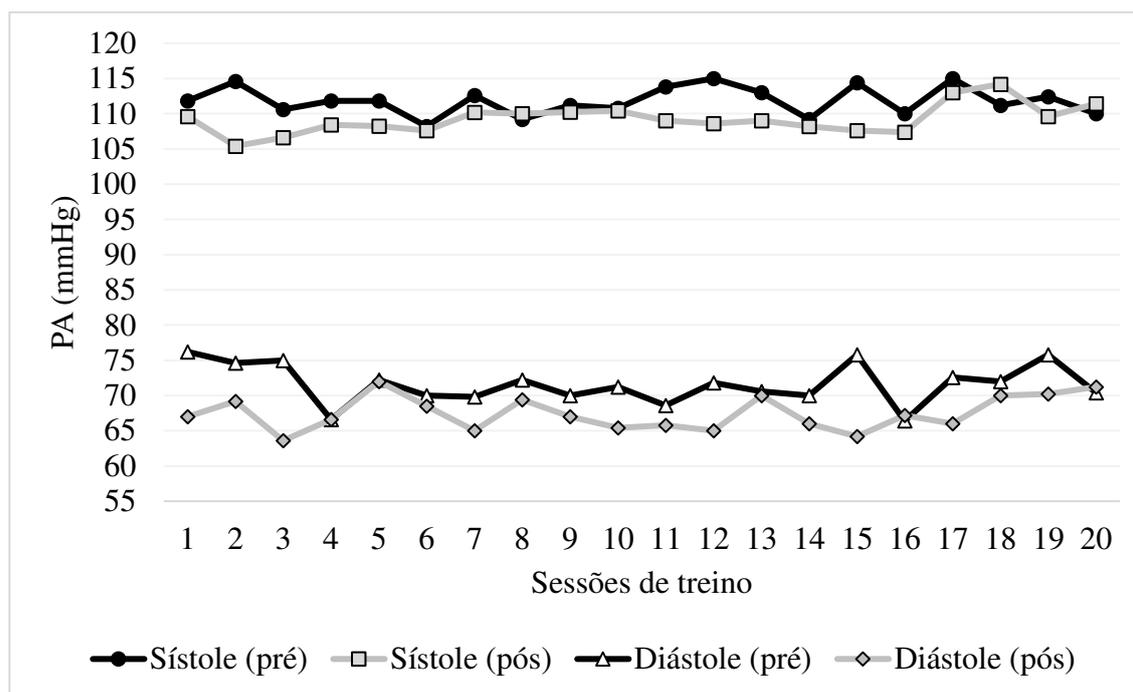
A capacidade aeróbia da maioria dos voluntários apresentou melhoras, porém, estas melhoras não foram significativas e o efeito do treinamento é considerado pequeno (COHEN, 1988).

**Tabela 14.** Capacidade Aeróbia.

Sujeito	VO <sub>2pico</sub> (ml/Kg/min)		RER <sub>pico</sub>		FC <sub>pico</sub> (bpm)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
1	12,88	16,4	1,43	1,49	168,5	163
2	18,77	15,6	1,23	1,73	151	177
3	12,3	15,4	1,48	1,62	173	171
4	11,93	12,25	1,33	1,25	-	166
5	12,44	14,06	1,34	1,34	-	185
<i>Média (DP)</i>	13,66±2,87	14,74±1,63	1,36±0,10	1,49±0,20	164,2±11,6	172±8,8
<i>p</i>		0,42		0,28		
<i>d</i>		0,51		0,89		0,89
<i>%Δ</i>		7,89		9,10		5,02

**Legenda:** VO<sub>2pico</sub>= consumo de oxigênio pico; RER<sub>pico</sub>= taxa de troca respiratória pico; FC= frequência cardíaca.

Referente a capacidade cardiovascular a pressão arterial pré e pós cada treino foi monitorada, apresentando em praticamente todas as sessões quedas destes variáveis pós treino (Gráfico 2). Após as 10 semanas de treinamento houve redução significativa ( $p= 0,01$ ) da pressão arterial sistólica (média pré treino 112±2 e pós treino de 109±2) e também ( $p= 0,01$ ) da pressão arterial diastólica (média pré treino 72±8 e pós de 67±8) ambas com tamanho de efeito considerado pequeno ( $d= 0,02$  e  $d= 0,17$  respectivamente).

**Gráfico 2.** Comportamento da pressão arterial.

## 4.4 Discussão

Através deste estudo identificamos que o treinamento combinado realizado 2x por semana por um período de dez semanas, pode melhorar a aptidão física de homens com paraplegia crônica. Nossos resultados permitiram identificar: a) manutenção da composição corporal e perfil lipídico; b) melhora significativa da força muscular; c) melhoras na aptidão cardiorrespiratória determinada pelo  $VO_2$  pico e RER, todavia sem efeitos significativos.

### 4.4.1 Composição corporal e perfil lipídico

Manutenção das medidas antropométricas, composição corporal e do perfil lipídico após 10 semanas de treinamento combinado foi encontrado neste estudo. Apesar de nossa amostra ser composta por indivíduos sedentários mesmo antes da intervenção proposta, somente um dos voluntários apresentou o IMC maior que  $22,1 \text{ kg/m}^2$  valor indicado como critério de corte para obesidade em lesados medulares (LAUGHTON et al., 2009), os demais estavam e permaneceram com os índices inferiores ao valor de corte. Além do IMC os valores de circunferência da cintura

menores que 94cm (RAVENSBERGEN et al., 2014) indicam baixo risco para doenças cardiovasculares.

Estas medidas antropométricas assim como o percentual de gordura corporal não apresentaram alterações significativas após o treinamento combinado. Todavia, ao analisarmos as somatórias de pregas cutâneas que podem ser possíveis preditoras do percentual de gordura pois tem se correlacionado fortemente com a gordura corporal (WILLEMS et al., 2015), houve redução da somatória de pregas cutâneas significativamente na região do braço ( $p=0,04$ ) que pode estar relacionado ao pequeno aumento da massa magra corporal pós intervenção.

Apesar deste estudo ter seguido as diretrizes de exercícios propostas para as melhoras na aptidão física de pessoas com LME, essas diretrizes não nos permitiram identificar melhoras significativas da composição corporal e perfil lipídico. Somente dois estudos analisaram as alterações da composição corporal e perfil lipídico após treinamento combinado, no estudo de Totosy de Zepetnek et al., (2015), não foram encontradas reduções significativas para peso corporal, IMC, circunferência da cintura e perfil lipídico. Já no estudo de Kim et al., (2019), que realizou treinamento combinado 3x por semana durante seis semanas identificou melhoras significativas do IMC, percentual de gordura predito através da bioimpedância e níveis de HDL.

Algumas hipóteses podem ser consideradas quanto a manutenção das variáveis relacionadas a gordura corporal encontrada em nosso estudo. A primeira hipótese está relacionada a característica do treinamento combinado, ou seja, o impacto deste tipo de treino nas variáveis relacionadas a gordura é pequeno, segundo Swift et al., (2018), a perda de peso relacionada ao treinamento combinado inicialmente varia de 0 a 3%, sendo possível essas melhoras apenas com volume alto de treinamento aeróbio.

Outra hipótese é a frequência semanal dos treinos, segundo os autores McArdle et al., (2016), é indicado a participação em atividades físicas por um mínimo de três dias por semana a fim de alterar favoravelmente a composição corporal, afirmativa que vem ao encontro do achado no estudo de Kim et.al., (2019) citado anteriormente, os quais realizaram o treinamento combinado 3x por semana e encontrou alterações significativas nas variáveis relacionadas a gordura corporal.

A terceira hipótese está relacionada a alimentação, uma ingestão calórica que excede o gasto energético diário e com altos índices de lipídeos, acarreta acúmulo na reserva de gordura no tecido adiposo, o que pode ser observado claramente em nossos resultados. Todavia, a manutenção dos componentes relacionados a gordura corporal é positiva posto o aumento dos índices de adiposidade na fase crônica da lesão medular.

#### 4.4.2 Ingestão calórica

Alterações no tecido adiposo resumidamente vão ocorrer através de um balanço energético negativo, ou seja, baixa ingestão calórica, acompanhada de aumento da taxa metabólica basal e nível de atividade física (GATER, 2007).

Pessoas com LME apresentam diminuição da taxa metabólica basal (GATER, 2007) bem como do gasto energético (BAUMAN et al., 2004) devido a atrofia muscular e a inatividade física (GATER, 2007; MARUYAMA et al., 2008). Até hoje não existem equações validadas para aferição da TMB em indivíduos com LME, e por isso a calorimetria indireta tem sido indicada como a melhor ferramenta para avaliação desta variável, todavia, a calorimetria indireta também pode apresentar subestimações da TMB pois não leva em consideração variáveis como espasticidade e disreflexia autonômica.

Em nosso estudo identificamos consumo de quantidade de kcal diárias expressivamente maiores do que a taxa metabólica basal, apesar de utilizarmos para TMB o cálculo proposto por Harris & Benedict (1918) que não é validado para essa população, esse resultado pode ter refletido nos efeitos do treinamento na composição corporal. É sabido que a taxa metabólica basal é apenas um dos três principais componentes do gasto energético, que conta ainda com efeito térmico dos alimentos e o gasto energético associado à atividade física (GATER, 2007; MCARDLE et al., 2016) o que compromete conclusões mais efetivas.

Apesar de um alto desvio padrão houve aumento significativo na ingestão de lipídios pré e pós período de treinamento, todos os voluntários aumentaram a ingestão deste macronutriente. Estudos prévios (TOMEY et al., 2005; GROAH et al., 2009), também apontaram que paraplégicos possuem uma dieta que inclui muita gordura, esta ingestão de lipídeos aumentada aliada ao metabolismo de ácidos graxos limitado (mesmo durante o exercício físico) devido à disfunção do sistema autônomo (KJAER et al., 2001), são indicativos de que uma dieta que limite a ingestão deste macronutriente possa ser efetiva na redução da gordura corporal nesta população (GORGEY et al., 2015).

O estudo de Holla et al., (2020), aponta que fatores pessoais (tédio, fadiga, estágio da vida, motivação intrínseca, entre outros) e fatores ambientais (cozinhas não ajustadas, custos, suprimento desfavorável de alimentos, educação / aconselhamento nutricional entre outros), influenciam o comportamento alimentar de usuários de cadeira de rodas. No estudo Bailey et al., (2018) a falta de motivação, a falta de conhecimento e os custos de uma dieta foram as principais barreiras apontadas pelos participantes.

Nossos resultados corroboram com os apontamentos feitos no estudo de Gater., (2007) o qual cita que o exercício físico sozinho pode não aumentar de forma suficiente o gasto energético para compensar a ingestão calórica, desta forma, a combinação de dieta e exercício físico a abordagem mais lógica para reduzir a gordura corporal em indivíduos com LME. Todavia, não são encontrados estudos com treinamento combinado que aliaram dieta e o exercício, tampouco analisaram a ingestão calórica após um período de treinamento combinado; e até o presente momento não existem diretrizes alimentares nacionais para esta população o que dificulta qualquer tipo de análise mais conclusiva.

#### 4.4.3 Força Muscular

A força e a resistência muscular dos membros superiores são fundamentais para a realização das atividades da vida diária de paraplégicos, o fortalecimento destas musculaturas é elementar pois evita lesões e proporciona maior autonomia funcional.

Neste sentido, propomos exercícios que possibilitassem fortalecer as musculaturas dos braços mais utilizadas para a propulsão de cadeira de rodas e transferências, principais atividades da vida diária desta população que necessitam de aplicação de força. Segundo estudo de Rankin, Richter, Neptune (2011), no terço inicial da fase de impulsão/empurrão da cadeira de rodas o principal músculo envolvido é o deltoide medial, subseqüentemente os músculos peitoral maior, deltoide anterior e infraespinhal geram a maior parte da força mecânica total. No final da fase de empurrão, os músculos deltoide medial, subescapular e latíssimo do dorso agem para absorver a força do braço.

Já na fase de recuperação da propulsão de cadeira de rodas os músculos extensores e flexores do ombro (deltoide medial, deltoide posterior, latíssimo do dorso, deltoide anterior, peitoral) e supraespinhal; flexores e extensores do cotovelo (bíceps, braquiorradial, tríceps cabeça longa e curta) e subescapular; e os músculos mais distais do braço (pronador e supinador) alternam sistematicamente entre liberar e absorver a força do braço para retrain (RANKIN, RICHTER, NEPTUNE., 2011).

Nesta perspectiva apesar de não observamos melhoras significativas nas musculaturas do bíceps e deltoide, notamos maior efeito do treinamento nestas musculaturas menores (através do *d Cohen*), as quais tiveram mais estímulos nas sessões de treinamento, pois foram trabalhadas em mais de um exercício proposto.

No que concerne as transferências tanto na fase de preparação, fase de elevação do tronco e fase descendente do tronco, os músculos os quais são exigidas maior quantidade de força máxima

tanto na parte anterior quanto posterior do braço são peitoral maior (81% e 49%, na fase inicial), latíssimo do dorso (40% e 25%, na fase inicial), serrátil anterior (47% e 54%, na fase inicial) e infraespinhal (37% e 45%, na fase inicial) (Perry et al., 1996). Neste sentido, constatamos melhoras significativas nos exercícios puxada atrás com polia alta ( $p= 0,01$ ) e remada com polia baixa na barra larga ( $p= 0,03$ ), com maior efeito ( $d= 1,86$ ) no exercício de remada. Esses ganhos foram observados em praticamente todas as variáveis de força isocinética (flexores e extensores) da articulação do ombro, também observado no estudo de Jacobs et al., (2001).

Nossos achados corroboram com os demais estudos que utilizaram treinamento combinado (2x por semana) os quais observaram ganhos importantes na força muscular em exercícios que priorizam musculaturas como bíceps, tríceps, peitoral e deltoide (HICKS et al., 2003; PELLETIER et al., 2015). Ganhos de força significativos também foram observados através do treinamento combinado em circuito através de exercícios que incluíram fortalecimento das musculaturas trapézio e dorsais, peitoral, bíceps, tríceps e deltoide (JACOBS, NASCH, RUSINOWSKI., 2000; NASCH ET AL., 2007).

Esses resultados positivos referentes a força muscular na parte superior do corpo, contribuem na autonomia funcional de lesados medulares além, de ajudar a evitar lesões e dores no ombro (HICKS et al., 2003; KIM et al., 2019), fatores diretamente relacionados a qualidade vida desta população.

#### 4.4.4 VO<sub>2pico</sub> e pressão arterial

Aumento do VO<sub>2pico</sub> de 7,9% e do RER de 9,1% foi observado após nossa proposta de treinamento combinado, estas alterações não foram significativas, e segundo os valores de referência de aptidão cardiorrespiratória para paraplégicos propostos por Simmons et al., (2014) nossos voluntários apresentaram valores considerados regulares tanto pré quanto pós intervenção, ou seja, abaixo dos valores médios para essa população.

Ao analisarmos os resultados obtidos em estudos de treinamento combinado (PELLETIER et al., 2015; KIM et al., 2019) os mesmos encontraram melhoras de VO<sub>2pico</sub> acima de 17%, todavia, nestes estudos a amostra foi composta também por tetraplégicos e considerando que o nível motor da lesão é associado a 22,3% da variabilidade do VO<sub>2pico</sub> (SIMMONS et al., 2014), que tetraplégicos possuem valores de VO<sub>2pico</sub> significativamente menores que paraplégicos (JANSSEN et al., 2002; HAISMA et al., 2006; LEE et al., 2015) e que aumentos de 41% do VO<sub>2pico</sub> são atingidos após período de intervenção em tetraplégicos (KIM et al., 2019), esses valores percentuais de melhoras através do treinamento combinado podem ter sido superestimados nestes estudos.

Além disto, a revisão sistemática de literatura realizada por Van Der Scheer et al., (2017) apontou através da escala GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation) que os estudos com treinamento combinado (membros superiores) possuem qualidade de evidência para aptidão cardiorrespiratória considerada baixa, o que indica a necessidade de estudos nesta temática para verificar esse efeito.

Também podemos considerar que o pequeno aumento pós período de treinamento nas variáveis antropométricas massa corporal e IMC possa ter influenciado negativamente nos resultados do VO<sub>2pico</sub>, ambas variáveis apresentam correlação inversa e significativa ( $r=-0,41$  a  $r=-0,31$ ) com o VO<sub>2pico</sub> possivelmente associados a componente de massa gorda (JANSSEN et al., 2002), enfatizado no estudo de Kim et al., (2019) que observou associação de 8,7% do VO<sub>2pico</sub> com o índice de massa corporal.

Outro fator que pode ter sido determinante para o menor percentual de melhora de VO<sub>2pico</sub> encontrado é a frequência semanal, nos estudos com paraplégicos tanto com treinamento aeróbio (TORDI et al., 2001; NIGHTINGALE et al., 2017; BRESNAHAN et al., 2019); como treinamento resistido (JACOBS, 2009) ou treinamento combinado em circuito (NASH et al., 2007) as melhoras foram maiores e a frequência semanal foi de três ou mais vezes por semana, sugerindo que um volume maior poderia ter sido mais efetivo para o componente cardiorrespiratório.

Demais fatores como tempo de lesão e a idade também influenciam na aptidão cardiorrespiratória, paraplégicos com tempo de lesão de 10 a 19 apresentam valores de  $VO_2$  pico significativamente maiores que indivíduos com 20-29 e >30anos de lesão (GROOT, DE et al., 2015); paraplégicos com idade inferior a 40 anos possuem valores de  $VO_2$  pico significativamente maiores do que homens com mais de 40 anos (LEE et al., 2015), sendo encontrada correlação inversa e significativa ( $r=-0,30$ ,  $p < 0.01$ ) da idade com o  $VO_2$  pico (JANSSEN et al., 2002). Todavia, estes fatores podem não ter influenciado nossos resultados uma vez que nossos voluntários têm menos de 10 anos de lesão e média de idade inferior a 40 anos.

Referente a pressão arterial de lesados medulares que é mais baixa comparada a pessoas sem deficiência (PHILLIPS; KRASSIOUKOV, 2015) e é significativamente menor em paraplégicos lesões altas do que em lesões baixas (HICKS et al., 2003), identificamos que tanto a PA sistólica como diastólica apresentaram reduções em praticamente todas as sessões de treinamento. Esse comportamento da PA após a sessão de exercício é denominado hipotensão pós-exercício e ao longo do tempo pode gerar adaptações crônicas importantes, sendo observada tanto em exercícios aeróbios como resistidos (BRITO et al., 2018).

Apesar do comportamento da PA pós exercício observado em nosso estudo seguir o padrão observado em pessoas sem deficiência, não é possível tirarmos conclusões efetivas, posto que, o nível de lesão tem influência direta na resposta cardiovascular e que são inúmeros os mecanismos responsáveis pela hipotensão pós exercício (MACDONALD, 2002) os quais não monitoramos, como exemplo o débito cardíaco, fator hemodinâmico diretamente relacionado a queda da PA pós exercício (NUNES et al., 2008).

Além dos fatores citados acima até o presente momento nenhum estudo com treinamento combinado para pessoas com LME analisou o comportamento agudo da pressão arterial. No estudo de Hicks et al., (2003) com paraplégicos (T3-S1) foram analisadas a pressão sistólica e diastólica de repouso, após três, seis, e nove meses de treinamento combinado e não foram encontradas alterações significativas, o mesmo pode ser constatado no estudo de Totosty de Zepetnek et al., (2015) após 16 semanas de treinamento, o que indica a necessidade de novas pesquisas referente a este tema.

#### 4.4.5 Limitações

São comuns estudos longitudinais com lesados medulares disporem de número reduzido de voluntários devido a fatores associados a lesão da medula espinhal como lesões por pressão, problemas de transporte, deslocamento, infecções urinárias, entre outros, variáveis que também influenciaram nosso estudo o qual teve número reduzido de voluntários. Além disto, utilizamos métodos não validados para pessoas com LME como o questionário de atividade física IPAQ, e métodos indiretos para avaliação da composição corporal e taxa metabólica basal, todavia são métodos amplamente utilizados e que nos possibilitam traçar perfis que podem contribuir para estudos subsequentes em ambientes não laboratoriais.

#### 4.5 Conclusão

Através deste estudo identificamos que o treinamento combinado realizado 2x por semana por um período de dez semanas possibilita melhora significativa da força muscular, melhoras aptidão cardiorrespiratória e manutenção da composição corporal de homens com paraplegia crônica.

Próximos estudos são necessários com amostras maiores, buscando identificar as respostas de acordo com o nível e severidade da lesão (completa e incompleta), que monitorem o gasto energético e realizem intervenção nutricional juntamente com o exercício proposto para que assim consigamos respostas mais efetivas na composição corporal.

### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos através desta tese enfatizam os benefícios de tipos distintos de exercícios na aptidão física relacionada a saúde de indivíduos com paraplegia crônica, acrescentando informações a literatura existente, com o intuito de contribuir para melhora da qualidade de vida desta população.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Benefícios e Riscos Associados à Atividade Física. In: **Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição**. 9 ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan Ltda, 2014. p.2–3.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Testes de Esforço. **Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição**. 9 ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan Ltda, 2014. p. 44.

ANSON, C. A.; SHEPHERD, C. Incidence of secondary complications in spinal cord injury. **J Rehabil Res**, v. 19, n. 1, p. 55–66, 1996.

BAILEY, K. A.; LENZ, K.; ALLISON, D. J.; DITOR, D. S. Barriers and facilitators to adhering to an anti-inflammatory diet for individuals with spinal cord injuries. **Health Psychology Open**, v. 5, n. 2, p. 1–11, 2018.

BARROS, A. G. C.; LOBATO, H. P.; CARELLI, L. E.; SILVA, T. Reabilitação das lesões medulares. In: MOTTA, G.; BARROS, T. **Ortopedia e traumatologia**, 2018. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

BARTLETT, R. Princípios do lançamento. In: ZATSIORSKY, V. M. **Biomecânica no esporte: Performance do desempenho e prevenção de lesão**. 1ed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

BAUMAN, W. A.; ADKINS, R. H.; SPUNGEN, A. M.; et al. Is immobilization associated with an abnormal lipoprotein profile? Observations from a diverse cohort. **Spinal Cord**, v. 37, p. 485–493, 1999.

BAUMAN, W. A.; SPUNGEN, A. M.; WANG, J.; PIERSON, R. N. The relationship between energy expenditure and lean tissue in monozygotic twins discordant for spinal cord injury. **Journal of Rehabilitation Research and Development**, v. 41, n. 1, p. 1–8, 2004.

BAUMAN, W. A.; SPUNGEN, A. M.; ZHONG, Y. G.; et al. Depressed serum high density lipoprotein cholesterol levels in veterans with spinal cord injury. **Paraplegia**, v. 30, n. 10, p. 693–703, 1992.

BECK, L. A.; LAMB, J. L.; ATKINSON, E. J.; WUERMSER, L.-A.; AMIN, S. Body composition of women and men with complete motor paraplegia. **The Journal of Spinal Cord Medicine**, v. 37, n. 4, p. 359–365, 2014.

BERNARD, P. L.; MERCIER, J.; VARRAY, A.; PREFAUT, C. Influence of lesion level on the cardioventilatory adaptations in paraplegic wheelchair athletes during muscular exercise. **Spinal Cord**, v. 38, n. 1, p. 16–25, 2000.

BIERING-SØRENSEN, B.; KRISTENSEN, I. B.; KJÆR, M.; BIERING-SØRENSEN, F. Muscle

after spinal cord injury. **Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine**, 2009, v. 40, n. 4, p. 499-519, 2009.

BIRÓ, G.; HULSHOF, K.; OVESEN, L.; CRUZ, J. A. Health Monitoring Programme. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 56, n. 2, p. 25–32, 2002.

BIZZARINI, E.; SACCAVINI, M.; LIPANJE, F.; et al. Exercise prescription in subjects with spinal cord injuries. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 86, n. 6, p. 1170–1175, 2005.

BOCHKEZANIAN, V.; RAYMOND, J.; DE OLIVEIRA, C. Q.; DAVIS, G. M. Can combined aerobic and muscle strength training improve aerobic fitness, muscle strength, function and quality of life in people with spinal cord injury? A systematic review. **Spinal Cord**, 2015.

BOMPA, T. O. Desenvolvimento de Força e Potência. In. BOMPA, T. O **Periodização: Teoria e Metodologia do Treinamento**. 4ed., p.331–332, 2002. São Paulo: Phorte Editora.

BOTELHO, R. V.; ALBUQUERQUE, L. D. G.; JUNIOR, R. B.; JÚNIOR, A. A. A. Epidemiology of traumatic spinal injuries in Brazil: systematic review. **Arq Bras Neurocir**, v. 33, n. June 2014, p. 100–106, 2018.

BRASIL, M. S. **Diretrizes de Atenção à Pessoa com Lesão Medular**. 2013.

BRESNAHAN, J. J.; FARKAS, G. J.; CLASEY, J. L.; YATES, J. W.; GATER, D. R. Arm crank ergometry improves cardiovascular disease risk factors and community mobility independent of body composition in high motor complete spinal cord injury. **Journal of Spinal Cord Medicine**, v. 42, n. 3, p. 272–280, 2019.

BRITO, L. C.; FECCHIO, R. Y.; PEÇANHA, T.; et al. Postexercise hypotension as a clinical tool: a “single brick” in the wall. **Journal of the American Society of Hypertension**, v. 12, n. 12, p. 59–64, 2018.

BROWN, L. E. E. E.; WEIR, J. P. ASEP procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. **Journal of Exercise Physiology**, v. 4, n. 3, p. 1–21, 2001.

BUCHHOLZ, A. C.; MCGILLIVRAY, C. F.; PENCHARZ, P. B. Physical activity levels are low in free-living adults with chronic paraplegia. **Obesity research**, v. 11, n. 4, p. 563–570, 2003.

CALEGARI, D. R.; GORLA, J. I.; CARMINATO, R. A.; COSTA E SILVA, A. A. Regras do Jogo de Handebol em Cadeira de Rodas. In. CALEGARI, D. R.; GORLA, J. I.; ARAÚJO, P. F. **Handebol em Cadeira de Rodas: Regras e Treinamento**, São Paulo: Phorte, 2010.

CAMPANA, M. B.; DUARTE, E.; GORLA, J. I. Lesão da Medula Espinhal. In. CAMPANA, M. B.; GORLA, J. I. **Rugby em Cadeira de Rodas**. 1ed., São Paulo: Phorte, 2014. p.41–43.

CHA, S.; YUN, J. H.; MYONG, Y.; SHIN, H. I. Spasticity and preservation of skeletal muscle mass in people with spinal cord injury. **Spinal Cord**, v. 57, n. 4, p. 317–323, 2019.

- CHANG, Y. J.; LIANG, J. N.; HSU, M. J.; et al. Effects of continuous passive motion on reversing the adapted spinal circuit in humans with chronic spinal cord injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 94, n. 5, p. 822–828, 2013.
- CLASEY, J. L.; JANOWIAK, A. L.; GATER, D. R. Relationship between Regional Bone Density Measurements and the Time since Injury in Adults with Spinal Cord Injuries. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 85, n. 1, p. 59–64, 2004.
- CLAYDON, V. E.; HOL, A. T.; ENG, J. J.; KRASSIOUKOV, A. V. Cardiovascular Responses and Postexercise Hypotension After Arm Cycling Exercise in Subjects With Spinal Cord Injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 87, n. 8, p. 1106–1114, 2006.
- COHEN, J. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**. 2ed. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.
- CRAIG, C. L.; MARSHALL, A. L.; SJÖSTRÖM, M.; et al. International physical activity questionnaire: 12-Country reliability and validity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 8, p. 1381–1395, 2003.
- D'OLIVEIRA, G. L. C.; FIGUEIREDO, F. A.; PASSOS, M. C. F.; et al. Physical exercise is associated with better fat mass distribution and lower insulin resistance in spinal cord injured individuals. **Journal of Spinal Cord Medicine**, v. 37, n. 1, p. 79–84, 2014.
- DIONYSSIOTIS, Y.; LYRITIS, G. P.; PAPAIOANNOU, N.; et al. Influence of neurological level of injury in bones, muscles, and fat in paraplegia. **J Rehabil Res Dev**, v. 46, n. 8, p. 1037–1044, 2009.
- DIONYSSIOTIS, Y.; PETROPOULOU, K.; RAPIDI, C. A.; et al. Body Composition in Paraplegic Men. **Journal of Clinical Densitometry**, v. 11, n. 3, p. 437–443, 2008.
- DRAGHICI, A. E.; TAYLOR, J. A. Baroreflex autonomic control in human spinal cord injury: Physiology, measurement, and potential alterations. **Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical**, v. 209, p. 37–42, 2018.
- DURAN, F. S.; LUGO, L.; RAMIREZ, L.; LIC, E. E. Effects of an exercise program on the rehabilitation of patients with spinal cord injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 82, n. 10, p. 1349–1354, 2001.
- DURNIN, J. V.; WOMERSLEY, J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. **Br J Nutr**, v. 32, n. 1, p. 77–97, 1974.
- DVIR, Z. **Isocinética. Avaliações musculares, interpretações e aplicações práticas**. Barueri: Manole, 2002.

- EDWARDS, L. A.; BUGARESTI, J. M.; BUCHHOLZ, A. C. Visceral adipose tissue and the ratio of visceral to subcutaneous adipose tissue is greater in adults with vs. without spinal cord injury, despite matching waist circumferences. **The American journal of clinical nutrition**, v. 87, n. 3, p. 600–607, 2008.
- ELBASIOUNY, S. M.; MOROZ, D.; BAKR, M. M.; MUSHAHWAR, V. K. Management of Spasticity After Spinal Cord Injury: Current Techniques and Future Directions. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 24, n. 1, p. 23–33, 2010.
- ERHART, E. A. **Neuroanatomia**. 5ed. São Paulo: Atheneu, 1974.
- EVANS, N.; WINGO, B.; SASSO, E.; et al. Exercise Recommendations and Considerations for Persons With Spinal Cord Injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 96, n. 9, p. 1749–1750, 2015.
- FOSS, M. L.; KETEYIAN, S. **Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte**. 6ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- FOSTER, C.; FLORHAUG, J. A.; FRANKLIN, J.; et al. A new approach to monitoring exercise training. **Journal of strength and conditioning research**, v. 15, n. 1, p. 109–115, 2001.
- GARSHICK, E.; KELLEY, A.; COHEN, S. A.; et al. A prospective assessment of mortality in chronic spinal cord injury. **Spinal cord**, v. 43, n. 7, p. 408–16, 2005.
- GATER, D. R. Obesity After Spinal Cord Injury. **Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America**, 2007.
- GERRITS, H. L.; HAAN, A. DE; HOPMAN, M. T. E.; et al. Contractile properties of the quadriceps muscle in individuals with spinal cord injury. **Muscle & Nerve**, v. 22, n. 9, p. 1249–1256, 1999.
- GIANGREGORIO, L. M.; WEBBER, C. E.; PHILLIPS, S. M.; et al. Can body weight supported treadmill training increase bone mass and reverse muscle atrophy in individuals with chronic incomplete spinal cord injury? **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 31, n. 3, p. 283–291, 2006.
- GINIS, K. A. M.; SCHEER, J. W. VAN DER; LATIMER-CHEUNG, A. E.; et al. Evidence-based scientific exercise guidelines for adults with spinal cord injury: An update and a new guideline. **Spinal Cord**, v. 56, n. 4, p. 308–321, 2018.
- GORGEY, A. S.; CHIODO, A. E.; ZEMPER, E. D.; et al. Relationship of spasticity to soft tissue body composition and the metabolic profile in persons with chronic motor complete spinal cord injury. **The journal of spinal cord medicine**, v. 33, n. 1, p. 6–15, 2010.
- GORGEY, A. S.; DUDLEY, G. A. Skeletal muscle atrophy and increased intramuscular fat after incomplete spinal cord injury. **Spinal Cord**, v. 45, n. 4, p. 304–309, 2007.

- GORGEY, A. S.; MARTIN, H.; METZ, A.; et al. Longitudinal changes in body composition and metabolic profile between exercise clinical trials in men with chronic spinal cord injury. **Journal of Spinal Cord Medicine**, v. 39, n. 6, p. 699–712, 2016.
- GORGEY, A. S.; WELLS, K. M.; AUSTIN, T. L. Adiposity and spinal cord injury. **World Journal of Orthopaedics**, v. 6, n. 8, p. 567, 2015.
- GORLA, J. I.; COSTA E SILVA, A. A.; BORGES, M.; et al. Impact of wheelchair rugby on body composition of subjects with tetraplegia: A pilot study. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 97, n. 1, p. 92–96, 2016.
- GREGUOL, M.; BOHME, M. T. S. Atividade Física e Lesão da Medula Espinhal. In: GREGUOL, M.; COSTA, R. F. **Atividade Física Adaptada: Qualidade de Vida para Pessoas com Necessidades Especiais**. 3ed., São Paulo: Manole, 2013. p.152.
- GROAH, S. L.; NASH, M. S.; LJUNGBERG, I. H.; et al. Nutrient Intake and Body Habitus After Spinal Cord Injury: An Analysis by Sex and Level of Injury. **The journal of spinal cord medicine**, v. 32, n. 1, p. 25–33, 2009.
- GROOT, S. DE; SCHEER, J. W. VAN DER; BAKKUM, A. J. T.; et al. Wheelchair-specific fitness of persons with a long-term spinal cord injury: cross-sectional study on effects of time since injury and physical activity level 1. **Disabil Rehabil**, p. 1–7, 2015.
- GUEDES, D. P.; ROCHA, A. C. **Avaliação Física para Treinamento Personalizado, Academias e Esportes: uma abordagem**. São Paulo: Phorte, 2013.
- GUYTON, A.; HALL, J. Regulação Nervosa da Circulação e o Controle Rápido da Pressão Arterial. In: GUYTON, A. C. **Tratado de Fisiologia Médica**. Rio de Janeiro: Elsevier 2006. p.1151
- HAISMA, J. A.; BUSSMANN, J. B.; STAM, H. J.; et al. Changes in Physical Capacity During and After Inpatient Rehabilitation in Subjects With a Spinal Cord Injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 87, n. 6, p. 741–748, 2006.
- HARRIS, J. A.; BENEDICT, F. G. A Biometric Study of Human Basal Metabolism. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 4, n. 12, p. 370–373, 1918.
- HICKS, A. L.; MARTIN GINIS, K. A.; PELLETIER, C. A.; et al. The effects of exercise training on physical capacity, strength, body composition and functional performance among adults with spinal cord injury: A systematic review. **Spinal Cord**, v. 49, n. 11, p. 1103–1127, 2011.
- HICKS, A. L.; MARTIN, K. A.; DITOR, D. S.; et al. Long-term exercise training in persons with spinal cord injury: Effects on strength, arm ergometry performance and psychological well-being. **Spinal Cord**, v. 41, n. 1, p. 34–43, 2003.
- DE CARDIOLOGIA, Sociedade Brasileira et al. VI Diretrizes Brasileiras. **VI Diretrizes Brasileiras**

**de Hipertensão.** Arq Bras Cardiol [Internet], 2010.

HOLLA, J. F. M.; AKKER, L. E. VAN DEN; DADEMA, T.; et al. Determinants of dietary behaviour in wheelchair users with spinal cord injury or lower limb amputation: Perspectives of rehabilitation professionals and wheelchair users. **PLoS ONE**, v. 15, n. 1, p. 1–19, 2020.

HOU, S.; RABCHEVSKY, A. G. Autonomic consequences of spinal cord injury. **Comprehensive Physiology**, v. 4, n. 4, p. 1419–1453, 2014.

INUKAI, Y.; TAKAHASHI, K.; WANG, D.-H.; KIRA, S. Assessment of Total and Segmental Body Composition in Spinal Cord-Injured Athletes in Okayama Prefecture of Japan. **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 60, n. 2, p. 99–106, 2006.

ITURRICASTILLO, A.; GRANADOS, C.; YANCI, J. Changes in Body Composition and Physical Performance in Wheelchair Basketball Players during a Competitive Season. **Journal of Human Kinetics**, v. 48, n. 1, p. 157–165, 2015.

JACOBS, P. L. Effects of resistance and endurance training in persons with paraplegia. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 5, p. 992–997, 2009.

JACOBS, P. L.; MAHONEY, E. T.; NASH, M. S.; GREEN, B. A. Circuit resistance training in persons with complete paraplegia. **Journal of rehabilitation research and development**, v. 39, n. 1, p. 21–28, 2002.

JACOBS, P. L.; NASH, M. S.; RUSINOWSKI, J. Circuit training provides cardiorespiratory and strength benefits in persons with paraplegia. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 33, n. 5, p. 711–717, 2001.

JACOBS, P.; NASH, M. Exercise Recommendations for Individuals with Spinal Cord Injury. **Sports Med**, v. 34, n. 11, p. 727–751, 2004.

JANSSEN, T. W. J.; DALLMEIJER, A. J.; VEEGER DIRKJAN H E J; WOUDE, L. H. V VAN DER; JANSSEN, W. J. Normative values and determinants of physical capacity in individuals with spinal cord injury. **Journal of Rehabilitation Research and Development**, v. 39, n. 1, p. 29–39, 2002.

JANSSEN, T. W. J.; PRINGLE, D. D. Effects of modified electrical stimulation-induced leg cycle ergometer training for individuals with spinal cord injury. **Journal of Rehabilitation Research and Development**, v. 45, n. 6, p. 819–830, 2008.

JOHNS, E. J.; KOPP, U. C.; DIBONA, G. F. Neural Control of Renal Function. **Comprehensive Physiology**, v. 1, n. 2, p. 731–767, 2011.

JONES, L. M.; LEGGE, M.; GOULDING, A. Healthy body mass index values often underestimate body fat in men with spinal cord injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 84,

n. 7, p. 1068–1071, 2003.

KAKEBEEKE, T. H.; LECHNER, H. E.; KNAPP, P. A. The effect of passive cycling movements on spasticity after spinal cord injury: Preliminary results. **Spinal Cord**, v. 43, n. 8, p. 483–488, 2005.

KARLSSON, A. K. Autonomic dysreflexia. **Spinal Cord**, v. 37, n. 6, p. 338-391, 1999.

KIM, D. IL; TAYLOR, J. A.; TAN, C. O.; et al. A pilot randomized controlled trial of 6-week combined exercise program on fasting insulin and fitness levels in individuals with spinal cord injury. **European Spine Journal**, v. 28, n. 5, p. 1082–1091, 2019.

KIRSHBLUM, S. C.; BURNS, S. P.; BIERING-SØRENSEN, F.; et al. International standards for neurological classification of spinal cord injury ( Revised 2011 ). , v. 34, n. 6, p. 535–546, 2011.

KJAER, M.; DELA, F.; SØRENSEN, F. B.; et al. Fatty acid kinetics and carbohydrate metabolism during electrical exercise in spinal cord-injured humans. **Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol**, v. 281, n. 5, p. 1492–1498, 2001.

KULIG, K.; RAO, S. S.; MULROY, S. J.; et al. Shoulder joint kinetics during the push phase of wheelchair propulsion. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, 1998.

LAUGHTON, G. E.; BUCHHOLZ, A. C.; MARTIN GINIS, K. A.; GOY, R. E. Lowering body mass index cutoffs better identifies obese persons with spinal cord injury. **Spinal cord**, v. 47, n. 10, p. 757–762, 2009.

LEE, Y. H.; OH, K. J.; KONG, I. D.; et al. Effect of regular exercise on cardiopulmonary fitness in males with spinal cord injury. **Annals of Rehabilitation Medicine**, v. 39, n. 1, p. 91–99, 2015.

LEICHT, C. A.; BISHOP, N. C.; GOOSEY-TOLFREY, V. L. Submaximal exercise responses in tetraplegic, paraplegic and non spinal cord injured elite wheelchair athletes. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 22, n. 6, p. 729–736, 2012.

LIANG, H.; CHEN, D.; WANG, Y.; RIMMER, J. H.; BRAUNSCHWEIG, C. L. Different Risk Factor Patterns for Metabolic Syndrome in Men With Spinal Cord Injury Compared With Able-Bodied Men Despite Similar Prevalence Rates. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 88, n. 9, p. 1198–1204, 2007.

LIU, C. W.; CHEN, S. C.; CHEN, C. H.; et al. Effects of functional electrical stimulation on peak torque and body composition in patients with incomplete spinal cord injury. **Kaohsiung Journal of Medical Sciences**, v. 23, n. 5, p. 232–240, 2007.

LOHMEIER, T. E.; ILIESCU, R.; DWYER, T. M.; et al. Sustained suppression of sympathetic activity and arterial pressure during chronic activation of the carotid baroreflex. **American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology**, v. 299, n. 2, p. 402–409, 2010.

MACDONALD, J. R. Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension.

**Journal of Human Hypertension**, v. 16, p. 225–236, 2002.

MARTEL, G.; NOREAU, L.; JOBIN, J. Physiological responses to maximal exercise on arm cranking and wheelchair ergometer with paraplegics. **Paraplegia**, v. 29, n. 7, p. 447–456, 1991.

MARTIN GINIS, K. A.; SCHEER, J. W. VAN DER; LATIMER-CHEUNG, A. E.; et al. Evidence-based scientific exercise guidelines for adults with spinal cord injury: An update and a new guideline. **Spinal Cord**, v. 56, n. 4, p. 308–321, 2018.

MARUYAMA, Y.; MIZUGUCHI, M.; YAGINUMA, T.; et al. Serum leptin, abdominal obesity and the metabolic syndrome in individuals with chronic spinal cord injury. **Spinal cord**, v. 46, n. 7, p. 494–499, 2008.

MATOS-SOUZA, J. R.; ROSSI, G. DE; COSTA E SILVA, A. A.; et al. Impact of adapted sports activities on the progression of carotid atherosclerosis in spinal cord-injured subjects. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 97, n. 6, p. 1034–1037, 2015.

MATOS-SOUZA, J. R.; SILVA, A. A.; CAMPOS, L. F.; et al. Physical activity is associated with improved subclinical atherosclerosis in spinal cord injury subjects independent of variation in traditional risk factors. **International journal of cardiology**, v. 167, n. 2, p. 592–593, 2013.

MATSUDO, S.; ARAUJO, T.; MATSUDO, V.; ANDRADE, D. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): Estudo de Validade e Reprodutibilidade no Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 6, p. 5–18, 2001.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício - Nutrição, Energia e Desempenho Humano**. 8<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Diretrizes de Atenção à Pessoa com Lesão Medular Diretrizes de Atenção**. Ministério da Saúde, 2015.

MOGHARNASI, M.; TAHERICHADORNESHIN, H.; PAPOLI-BARAVATI, S. A.; TEYMURI, A. Effects of upper-body resistance exercise training on serum nesfatin-1 level, insulin resistance, and body composition in obese paraplegic men. **Disability and Health Journal**, v. 12, n. 1, p. 29–34, 2019.

MOJTAHEDI, M. C.; VALENTINE, R. J.; ARNGRÍMSSON, S. A.; WILUND, K. R.; EVANS, E. M. The association between regional body composition and metabolic outcomes in athletes with spinal cord injury. **Spinal Cord**, v. 46, n. 3, p. 192–197, 2008.

MOJTAHEDI, M. C.; VALENTINE, R. J.; EVANS, E. M. Body composition assessment in athletes with spinal cord injury: comparison of field methods with dual-energy X-ray absorptiometry. **Spinal cord**, v. 47, n. 9, p. 698–704, 2009.

MORAIS, R. DE. **Fisiologia do exercício**. 1ed. Rio de Janeiro: SES, 2016.

- MYERS, J. N.; HSU, L.; HADLEY, D.; LEE, M. Y.; KIRATLI, B. J. Post-exercise heart rate recovery in individuals with spinal cord injury. **Spinal Cord**, v. 48, n. 8, p. 639–645, 2010.
- NASH, M. S. Exercise as a health-promoting activity following spinal cord injury. **Journal of Neurologic Physical Therapy**, v. 29, n. 2, p. 87–106, 2005.
- NASH, M. S. Cardiovascular Health and exercise Prescription. **Spinal cord injury rehabilitation**. p.412, 2009. FA Davis.
- NASH, M. S.; JACOBS, P. L.; MENDEZ, A. J.; GOLDBERG, R. B. Circuit resistance training improves the atherogenic lipid profiles of persons with chronic paraplegia. **Journal of Spinal Cord Medicine**, v. 24, n. 1, p. 2–9, 2001.
- NASH, M. S.; VEN, I. VAN DE; ELK, N. VAN; 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.
- NELSON, M. D.; WIDMAN, L. M.; RICHARD, ; et al. Metabolic Syndrome in Adolescents With Spinal Cord Dysfunction. **J Spinal Cord Med**, v. 30, p. 127–139, 2007.
- NIGHTINGALE, T. E.; METCALFE, R. S.; VOLLAARD, N. B.; BILZON, J. L. Exercise Guidelines to Promote Cardiometabolic Health in Spinal Cord Injured Humans: Time to Raise the Intensity? **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, 2017.
- NUNES, N.; NAVARRO, F.; BACURA, R. F. P.; PONTES JÚNIOR, F. L.; ALVIM, R. DE O. Hipotensão pós-exercício: mecanismos e influências do exercício físico. , v. 16, n. 1, p. 99–105, 2008.
- PELLETIER, C. A.; HICKS, A. L. Muscle fatigue characteristics in paralyzed muscle after spinal cord injury. **Spinal Cord**, v. 49, n. 1, p. 125–130, 2011.
- PELLETIER, C. A.; JONES, G.; LATIMER-CHEUNG, A. E.; WARBURTON, D. E.; HICKS, A. L. Aerobic capacity, orthostatic tolerance, and exercise perceptions at discharge from inpatient spinal cord injury rehabilitation. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 94, n. 10, p. 2013–2019, 2013.
- PELLETIER, C. A.; TOTOSY DE ZEPETNEK, J. O.; MACDONALD, M. J.; HICKS, A. L. A 16-week randomized controlled trial evaluating the physical activity guidelines for adults with spinal cord injury. **Spinal Cord**, v. 53, n. 5, p. 363–367, 2015.
- PHILLIPS, A. A.; KRASSIOUKOV, A. V. Contemporary cardiovascular concerns after spinal cord injury: Mechanisms, maladaptations, and management. **Journal of Neurotrauma**, v. 32, n. 24, p. 1927–1942, 2015.
- PLATONOV, V. N. **Tratado Geral do Treinamento Desportivo**. São Paulo: Phorte, 2008.
- POPA, C.; POPA, F.; GRIGOREAN, V. T.; et al. Vascular dysfunctions following spinal cord injury.

, v. 3, n. 3, p. 275–285, 2010.

RANKIN, K. C.; O'BRIEN, L. C.; SEGAL, L.; KHAN, M. R.; GORGEY, A. S. Liver Adiposity and Metabolic Profile in Individuals with Chronic Spinal Cord Injury. **BioMed Research International**, p. 1–11, 2017.

RAVENSBERGEN, H. J. C.; LEAR, S. A.; CLAYDON, V. E. Waist circumference is the best index for obesity-related cardiovascular disease risk in individuals with spinal cord injury. **Journal of Neurotrauma**, v. 31, n. 3, p. 292–300, 2014.

RAYEGANI, S. M.; SHOJAEE, H.; SEDIGHIPOUR, L.; et al. The Effect of Electrical Passive Cycling on Spasticity in War Veterans with Spinal Cord Injury. **Frontiers in Neurology**, v. 2, p. 39, 2011.

REKAND, T. Clinical assessment and management of spasticity: A review. **Acta Neurologica Scandinavica**, v. 122, p.62-66, 2010.

RIMAUD, D.; CALMELS, P.; ROCHE, F.; et al. Effects of Graduated Compression Stockings on Cardiovascular and Metabolic Responses to Exercise and Exercise Recovery in Persons With Spinal Cord Injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 88, n. 6, p. 703–709, 2007.

ROSSI, G. DE; MATOS-SOUZA, J. R.; COSTA E SILVA, A. D. E. A.; et al. Physical activity and improved diastolic function in spinal cord-injured subjects. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 46, n. 5, p. 887–892, 2014.

SADOWSKA-KRĘPA, E.; ZWIERZCHOWSKA, A.; GŁOWACZ, M.; BOROWIEC-RYBAK, K.; KŁAPCIŃSKA, B. Blood metabolic response to a long-term wheelchair rugby training. **Spinal Cord**, v. 54, n. 5, p. 371-375, 2016.

SAEBU, M.; SØRENSEN, M. Factors associated with physical activity among young adults with a disability. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 21, n. 5, p. 730–738, 2011.

SCELSI, R. Skeletal muscle pathology after spinal cord injury: our 20 year experience and results on skeletal muscle changes in paraplegics, related to functional rehabilitation. **Basic Appl Myol**, v. 11, n. 2, p. 75–86, 2001.

SCHEER, J. W. VAN DER; GINIS, K. A. M.; DITOR, D. S.; et al. Effects of exercise on fitness and health of adults with spinal cord injury: A systematic review. **Neurology**, v. 89, n. 7, p. 736–745, 2017.

SCHEER, J. W. VAN DER; GROOT, S. DE; TEPPER, M.; et al. Wheelchair-specific fitness of inactive people with long-term spinalcord injury. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 47, n. 4, p. 330–337, 2015.

SERON, B. B.; GOESSLER, K. F.; DURIGAN, J. Z.; et al. Hipotensão pós-exercício aeróbio e

resistido em indivíduos com lesão medular. **Revista da Educacao Fisica**, v. 25, n. 1, p. 135–141, 2014.

SHIELDS, R. K. Fatigability, relaxation properties, and electromyographic responses of the human paralyzed soleus muscle. **Journal of Neurophysiology**, v. 73, n. 6, p. 2195–2206, 1995.

SHIELDS, R. K. Muscular, skeletal, and neural adaptations following spinal cord injury. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 32, n. 2, p. 65–74, 2002.

SIMMONS, O. L.; KRESSLER, J.; NASH, M. S. Reference fitness values in the untrained spinal cord injury population. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 95, n. 12, p. 2272–2278, 2014.

SIRI, W. E. Body Composition from fluid spaces and density: analisys of methods. **Techniques for measuring body composition**. v. 61, p. 223-244, 1961.

SKÖLD, C.; LEVI, R.; SEIGER, Å. Spasticity after traumatic spinal cord injury: Nature, severity, and location. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 80, n. 12, p. 1548–1557, 1999.

SPUNGEN, A. M.; ADKINS, R. H.; STEWART, C. A.; et al. Factors influencing body composition in persons with spinal cord injury: a cross-sectional study. **Journal of applied physiology**, v. 95, n. 6, p. 2398–2407, 2003.

SPUNGEN, A. M.; BAUMAN, W. A.; WANG, J.; PIERSON, R. N. Measurement of body fat in individuals with tetraplegia: a comparison of eight clinical methods. **Spinal cord**, v. 33, n. 7, p. 402–408, 1995.

STEWART, B. G.; TARNOPOLSKY, M. A.; HICKS, A. L.; et al. Treadmill training-induced adaptations in muscle phenotype in persons with incomplete spinal cord injury. **Muscle and Nerve**, v. 30, n. 1, p. 61–68, 2004.

SWIFT, D. L.; MCGEE, J. E.; EARNEST, C. P.; et al. The Effects of Exercise and Physical Activity on Weight Loss and Maintenance. **Progress in Cardiovascular Diseases**, v. 61, n. 2, p. 206- 213, 2018.

TANCREDO, J. R.; MARIA, R. M.; AZEVEDO, E. R. F. B. M. DE; et al. Clinical assessment of spasticity in individuals with spinal cord injury. **Acta Ortopedica Brasileira**, v. 21, n. 6, p. 310–314, 2013.

TANHOFFER, R. A.; TANHOFFER, A. I.; RAYMOND, J.; HILLS, A. P.; DAVIS, G. M. Exercise, energy expenditure, and body composition in people with spinal cord injury. **Journal of physical activity & health**, v. 11, n. 7, p. 1393–400, 2014.

TAYLOR, A. W.; MCDONELL, E.; BRASSARD, L. The effects of an arm ergometer training programme on wheelchair subjects. **Paraplegia**, v. 24, n. 2, p. 105–114, 1986.

- THOMAZ, S. R.; CIPRIANO, G.; FORMIGA, M. F.; et al. Effect of electrical stimulation on muscle atrophy and spasticity in patients with spinal cord injury – a systematic review with meta-analysis. **Spinal Cord**, v. 57, n. 4, p. 258-266, 2019.
- TOMEY, K. M.; CHEN, D. M.; WANG, X.; BRAUNSCHEWIG, C. L. Dietary intake and nutritional status of urban community-dwelling men with paraplegia. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 86, n. 4, p. 664–671, 2005.
- TORDI, N.; DUGUE, B.; KLUPZINSKI, D.; et al. Interval training program on a wheelchair ergometer for paraplegic subjects. **Spinal Cord**, v. 39, p. 532–537, 2001.
- TOTOSY DE ZEPETNEK, J O; PELLETIER, C. A.; HICKS, A. L.; MACDONALD, M. J. Following the Physical Activity Guidelines for Adults With Spinal Cord Injury for 16 Weeks Does Not Improve Vascular Health: A Randomized Controlled Trial. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 96, n. 9, p. 1566–1575, 2015.
- TWEEDY, S. M.; BECKMAN, E. M.; GERAGHTY, T. J.; et al. Exercise and sports science Australia (ESSA) position statement on exercise and spinal cord injury. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 20, n. 2, p. 108–115, 2017.
- VANLANDEWIJCK, Y. C.; SPAEPEN, A. J.; LYSSENS, R. J. Wheelchair propulsion: functional ability dependent factors in wheelchair basketball players. **Scandinavian journal of rehabilitation medicine**, v. 26, n. 1, p. 37–48, 1994.
- WILLEMS, A.; THOMAS, T. A.; KEIL, M.; BROOKE-WAVELL, K.; GOOSEY-TOLFREY, V. L. Dual-energy X-ray absorptiometry, skinfold thickness, and waist circumference for assessing body composition in ambulant and non-ambulant wheelchair games players. **Frontiers in Physiology**, v. 6, p. 1–7, 2015.
- YONG, R. R. Spasticity: a review. **Neurology**, v. 44, p. 12–20, 1994.

## 7. APÊNDICES

Apêndice 1- Ficha de coletas de dados (sessões de treino)

<b>Nome:</b>						<b>Data:</b>	
	<b>EXERCICIO</b>	<b>VOLUME</b>	<b>INTENSIDADE</b>	<b>PAUSA</b>	<b>PSE</b>	<b>PA</b> inicial	<b>PA</b> final
1° Atividade	Ciclo ergômetro						
2° Atividade	Latíssimo do dorso	3x12					
3° Atividade	Peitoral	3x12					
4° Atividade	Remada	3x12					
5° Atividade	Tríceps	3x12					
6° Atividade	Bíceps	3x12					
7° Atividade	Deltoide	3x12					
				<b>Final</b>			

**TERMO DE CONSENTIMENTO DOS PARTICIPANTES**

Universidade Estadual de Campinas  
Faculdade de Educação Física  
Departamento de Estudos da Atividade Física Adaptada

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO****EFEITOS DA PRÁTICA DE EXERCÍCIO FÍSICO EM PESSOAS COM LESÃO DA  
MEDULA ESPINHAL.**

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

**Objetivo da Pesquisa:**

Este estudo tem como objetivo avaliar os efeitos da prática de exercício físico em pessoas com lesão da medula espinhal. Em outras palavras iremos avaliar os efeitos da atividade física sobre a sua saúde.

**Procedimentos:**

Caso você aceite participar da pesquisa serão avaliadas as suas medidas através de equipamentos apropriados e por profissionais especializados em todos os procedimentos. Os equipamentos e os métodos que serão adotados não são equipamentos perigosos a sua saúde. No dia das avaliações no período da manhã você deverá chegar em jejum para retirarmos sangue para fazer

um hemograma completo, cabendo destacar que este procedimento será realizado por profissional treinado para isto. Após a coleta do seu sangue as amostras colhidas serão armazenadas em Biorrepositórios, que se destina a ser um tipo de depósito ao qual suas amostras ficarão no tempo de realização deste projeto de pesquisa, e logo após ao término do mesmo serão descartadas. Depois tomaremos suas medidas corporais com fitas, compassos e balança. Além das medidas citadas você também realizará exames cardiológicos, avaliação da composição corporal, da força muscular e da capacidade aeróbia. Estas avaliações irão ocorrer antes do início do programa de treinamento e após o término do mesmo, as mesmas terão uma duração de aproximadamente 12 horas, divididas em 4 dias da semana. As avaliações e intervenções serão realizadas na Faculdade de Educação Física da UNICAMP, localizada na Av. Érico Veríssimo, 701, Cidade Universitária Zeferino Vaz, Barão Geraldo, Campinas-SP.

**Desconfortos e riscos:**

Esta pesquisa não apresenta riscos previsíveis a sua integridade física ou moral. O desconforto pode acontecer devido ao tempo para a realização das atividades; no deslocamento da cadeira para os equipamentos como, por exemplo, a maca onde será feito o exame cardiológico e também no momento da coleta de sangue.

**Benefícios:**

Você não terá nenhum benefício com sua participação, mas estará ajudando a levantar informações sobre a aptidão física de pessoas com deficiência física. Você tem direito a um relatório com seus resultados individuais e irá receber orientação de um profissional de educação física participante do projeto sobre a conduta a adotar frente aos seus resultados.

**Sigilo e privacidade:**

A sua identidade e de todos os voluntários serão mantidas em total sigilo, tanto pelo pesquisador como pela instituição onde será realizada a pesquisa. Os resultados poderão ser divulgados em palestras, cursos, conferências, periódicos científicos ou outra forma de divulgação que possa transmitir os conhecimentos para a sociedade e profissionais da área, sempre sem nenhuma identificação dos participantes.

**Ressarcimento e Indenização:**

Caso você tenha gastos decorrentes da participação no estudo, tais como transporte e alimentação nos dias em que for necessária sua presença fora da rotina como participante da pesquisa, o pesquisador irá devolver esse dinheiro para você logo após a coleta dos dados.

Em caso de necessidade de assistência de qualquer ordem, por alguma eventualidade produzida pela aplicação dos instrumentos de pesquisa, esta será realizada e garantida de forma “gratuita” pela responsável pelo estudo. Você também terá garantia ao direito a indenização diante de eventuais danos produzidos pela aplicação dos instrumentos de pesquisa.

**Contato:**

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com a pesquisadora Mariane Borges, Departamento de Pesquisa em Atividade Física Adaptada da Faculdade de Educação Física da UNICAMP, Avenida Érico Verissimo, 701, Cidade Universitária Zeferino Vaz, Campinas/SP, Cep: 13083-851, telefone: 3521-6616 e email: [mariane9@yahoo.com.br](mailto:mariane9@yahoo.com.br).

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNICAMP das 08:30hs às 11:30hs e das 13:00hs as 17:00hs na Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126; CEP 13083-887 Campinas – SP; telefone (19) 3521-8936 ou (19) 3521-7187; e-mail: [cep@fcm.unicamp.br](mailto:cep@fcm.unicamp.br).

**O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).**

O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas

**Consentimento livre e esclarecido:**

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Nome do (a) participante: \_\_\_\_\_

Contato telefônico: \_\_\_\_\_

e-mail (opcional): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

(Assinatura do participante ou nome e assinatura do seu RESPONSÁVEL LEGAL)

**Responsabilidade do Pesquisador:**

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP, quando pertinente. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

\_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

(Assinatura do pesquisador)



#### Apêndice 4- Atividades técnicas e táticas

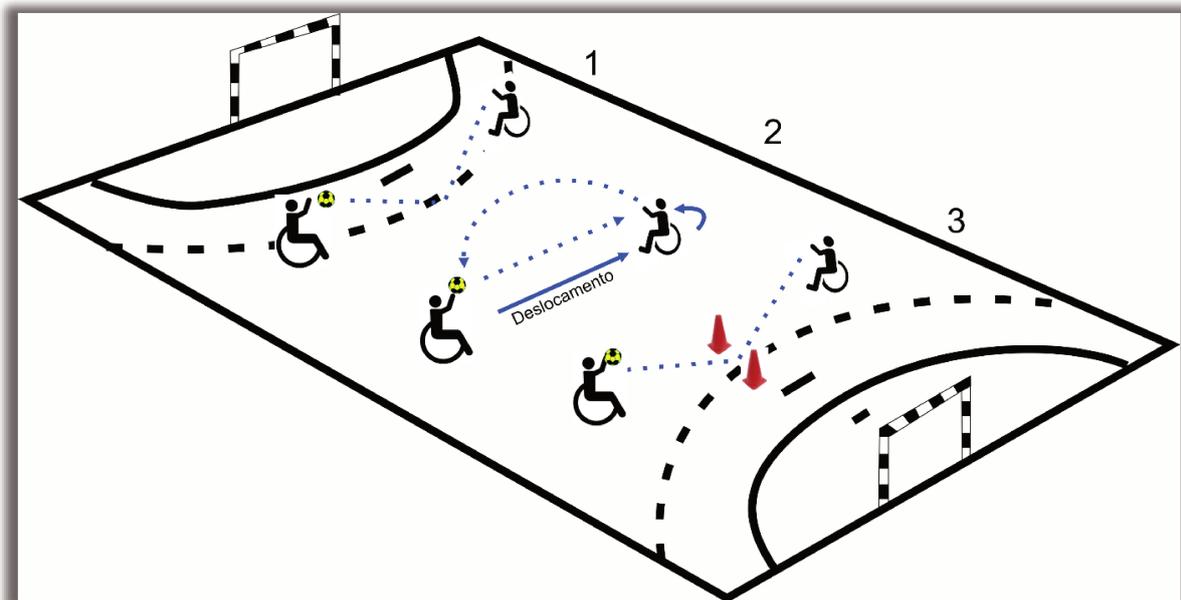
**Troca de passes na posição estática (Figura 2- 1):** em duplas posicionados de frente um para o outro a uma distância inicialmente de três metros (aumentando a distância progressivamente), executar passes quicado e passes de ombro (trajetória reta e parabólica).

**Troca de passes com movimentação (Figura 2- 2):** em duplas um de frente para o outro, realiza o passe de ombro e se desloca por trás do seu companheiro, que deve lançar a bola de volta (assim que tiver passando por trás) em passe parabólico para que pegue a bola em movimentação antes de a bola chegar a seu ponto inicial.

**Passo entre os cones (Figura 2- 3):** em duplas (um de frente para o outro), realizar passe quicado entre os cones, a distância entre os participantes é aumentada progressivamente e a distância entre os cones reduzida.

**Passo com giro:** ainda em duplas, a uma distância de aproximadamente cinco metros, realiza o passe de ombro, gira 360°, e recebe o passe de seu companheiro.

**Figura 2-** Troca de passes em dupla



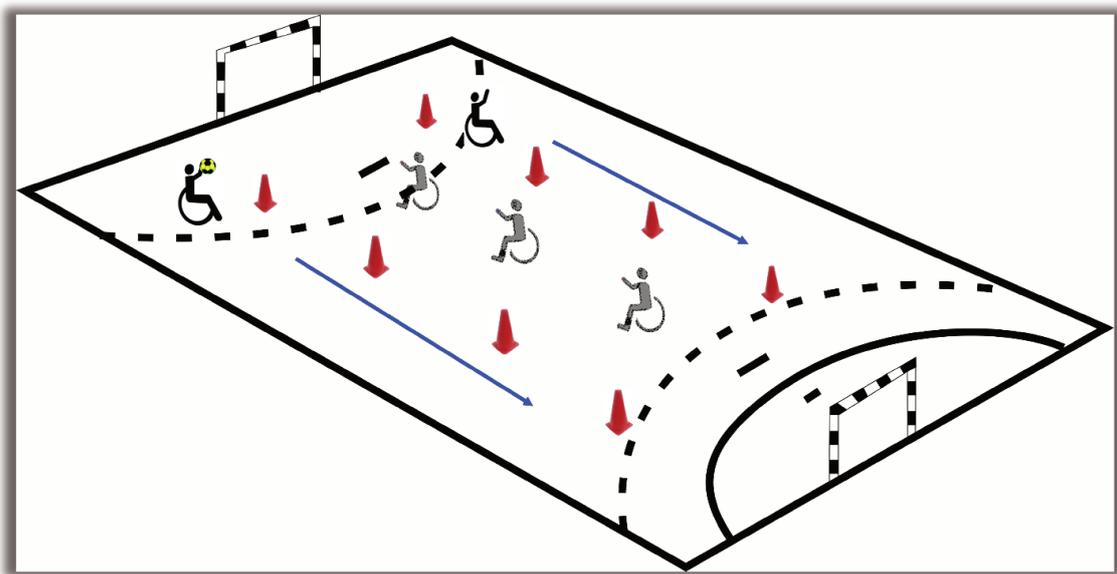
**Fonte:** própria autora.

## Apêndice 5- Atividades técnicas e táticas: passes em deslocamento

**Passe com deslocamento (quadra toda):** em duplas, um dos participantes de posse de bola ao sinal do professor deve fazer um passe a frente (ponto futuro), seu companheiro de dupla deve se deslocar ao encontro da bola, recepcionar e fazer o mesmo, até o final da quadra.

**Passe em deslocamento com marcação:** a quadra será dividida em três quadrantes os quais estarão posicionados um marcador. Ao sinal do professor os participantes devem iniciar a troca de passes quicados em deslocamento sem deixar o marcador do quadrante roubar a bola (Figura 3).

**Figura 3.** Passe em deslocamento com marcação.



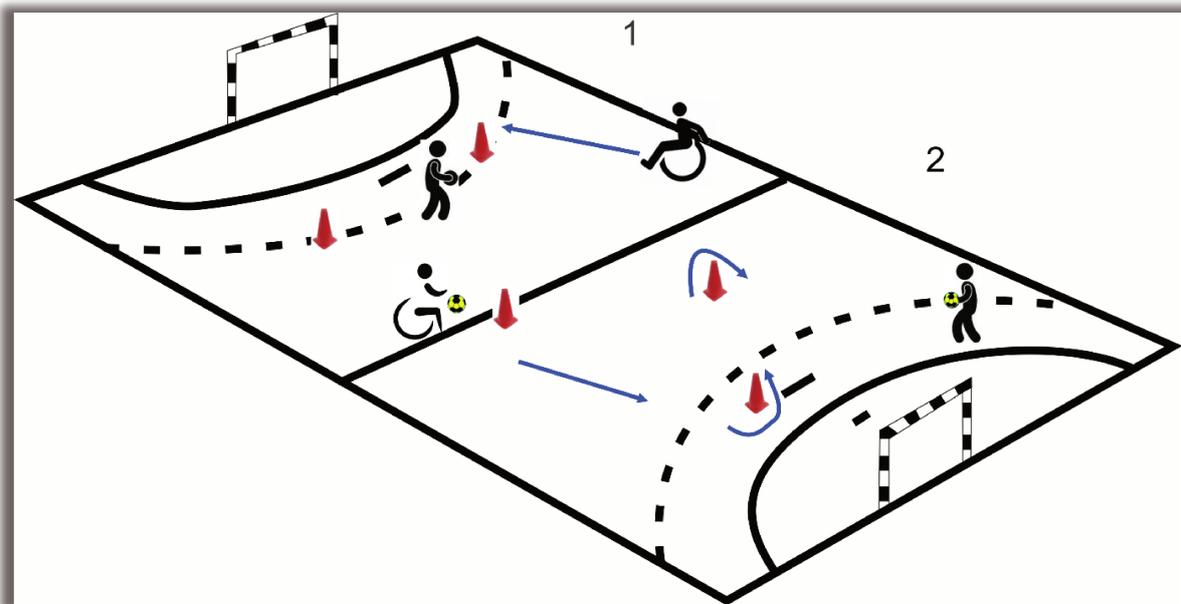
Fonte: própria autora.

## Apêndice 6- Arremessos

**Arremesso em velocidade (Figura 4- 1):** professor estará posicionado na linha dos 9 m, ao comando o participante deve se deslocar em velocidade, receber a bola e arremessar no gol. Nesta atividade o professor pode variar o arremesso podendo ser de centro ou pontas (Imagem 4).

**Arremesso em velocidade (Figura 4- 2):** o participante de posse de bola, deverá conduzir a bola até o cone mais próximo da área e realizar o arremesso, em seguida deve se deslocar ao segundo cone receber a bola do professor e realizar o arremesso da linha dos nove metros.

**Figura 4.** Arremesso em deslocamento



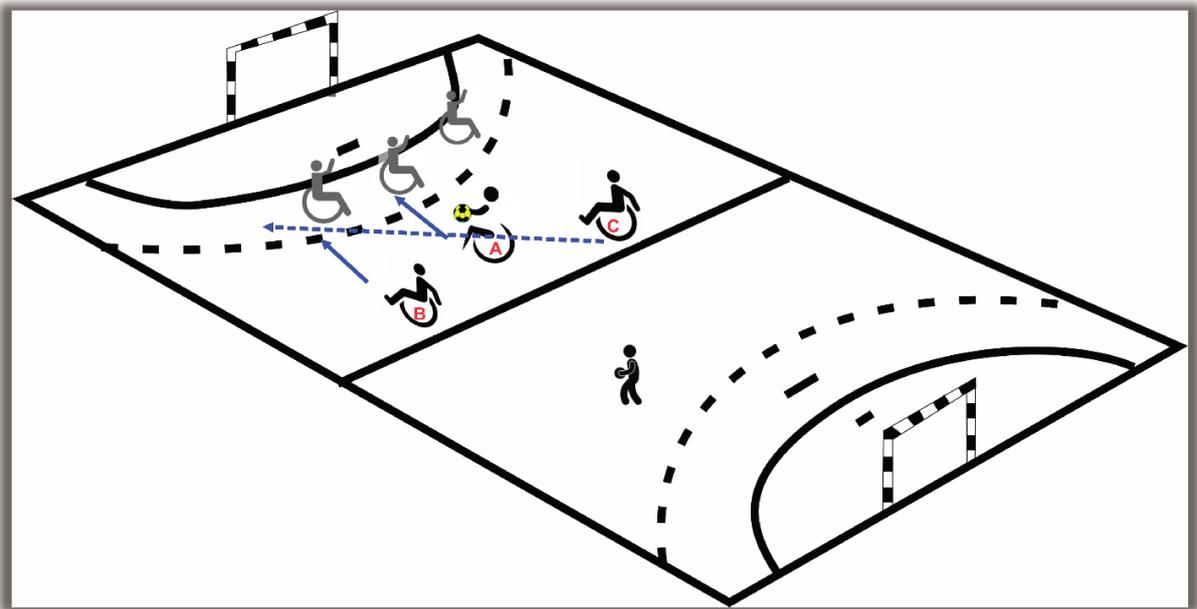
**Fonte:** própria autora.

**Arremesso de sete metros:** parado na linha dos sete metros o participante deve arremessar no gol.

## Apêndice 7- Trabalhos táticos: Ataque 3x3

**Ataque 3x3:** os jogadores de ataque devem se posicionar em linha (aproximadamente no centro da quadra), o jogador A de posse de bola deve conduzir a bola o mais próximo possível da defesa quando então deverá soltar/passar a bola para trás para o jogador C que estará em velocidade (movimentação cruzada) irá recepcionar a bola e se deslocar de posse da mesma para realizar o arremesso de ponta, onde o jogador C já estará bloqueando o defensor.

**Figura 5.** Ataque 3x3



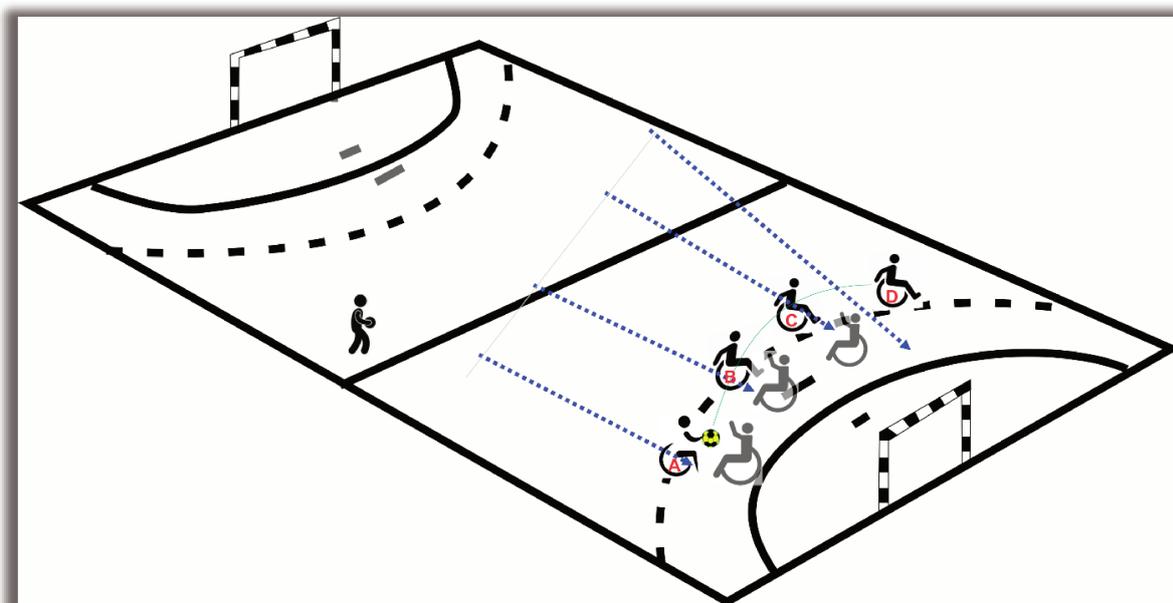
**Fonte:** própria autora.

## Apêndice 8- Trabalhos táticos: Ataque 4x3

### Ataque 4x3:

Os participantes devem se posicionar como se em diagonal, todos se deslocarão em velocidade, o participante A de posse de bola, deve chegar o mais próximo a defesa e realizar o passe para o participante B que chegando próximo a defesa realiza o passe para o participante C que chegando próximo a defesa passa a bola para o participante D que estará livre para realizar o arremesso. Caso em algum momento a defesa abra a marcação qualquer participante poderá arremessar, os passes e a sincronia da movimentação devem ser precisos, posto que a equipe estará sem goleiro quando se ataca em quatro.

**Figura 6.** Ataque 4x3



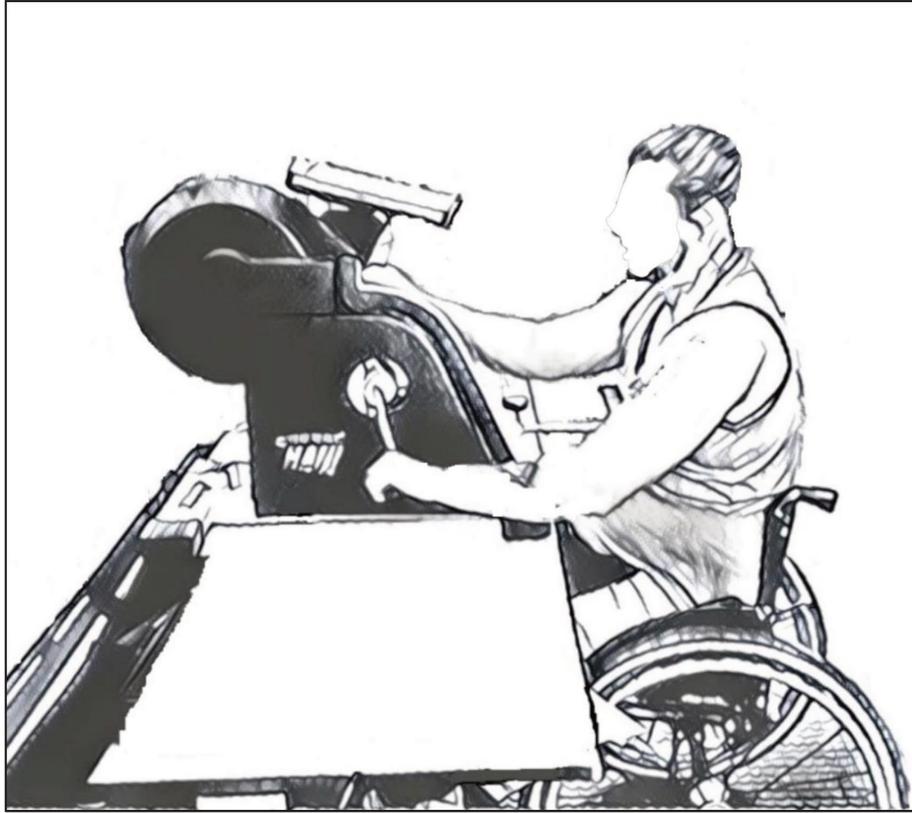
**Fonte:** própria autora.

### Jogo:

O jogo é disputado por duas equipes compostas por oito jogadores, sendo quatro jogadores em quadra e quatro reservas. São dois sets de dez minutos cada e em cada tempo é realizada a contagem de gols independente e o resultado final do set apontará um vencedor (no início do segundo set, o placar é zerado). Em caso de equipes diferentes vencerem o primeiro e segundo sets, é disputado um tempo extra de cinco minutos para que haja um vencedor (CALEGARI et al., 2010).

Apêndice 9- Exercício aeróbio em ciclo ergômetro de braço

**Figura 10.** Exercício aeróbio em ciclo ergômetro de braço.



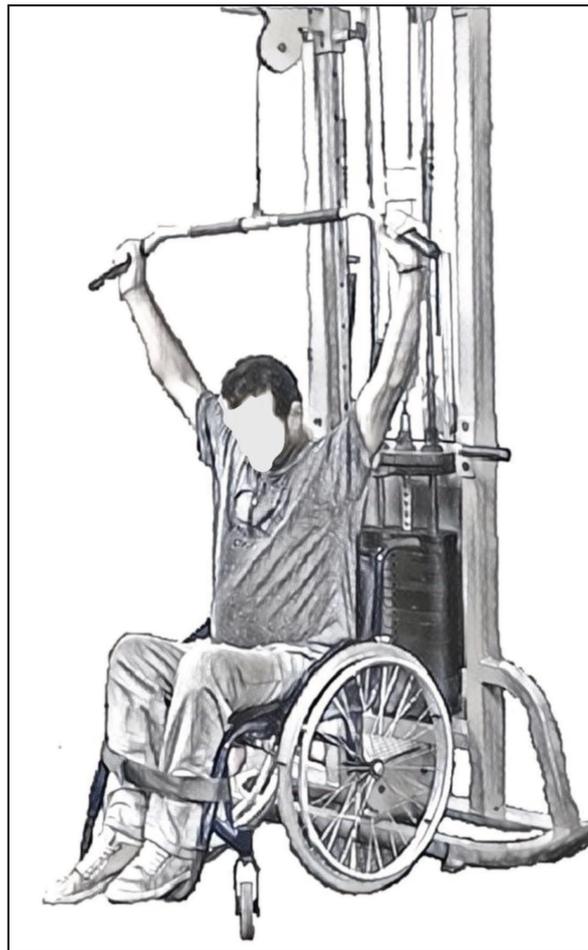
**Fonte:** própria autora.

## Apêndice 10- Puxada atrás com polia alta

### Exercício 1. Puxada atrás com polia alta

Nenhuma adaptação foi feita para este exercício, sendo necessário apenas que o responsável pelo treinamento alcançasse a “barra” no início da série e no término da mesma.

**Figura 11.** Puxada atrás com polia alta.



**Fonte:** própria autora.

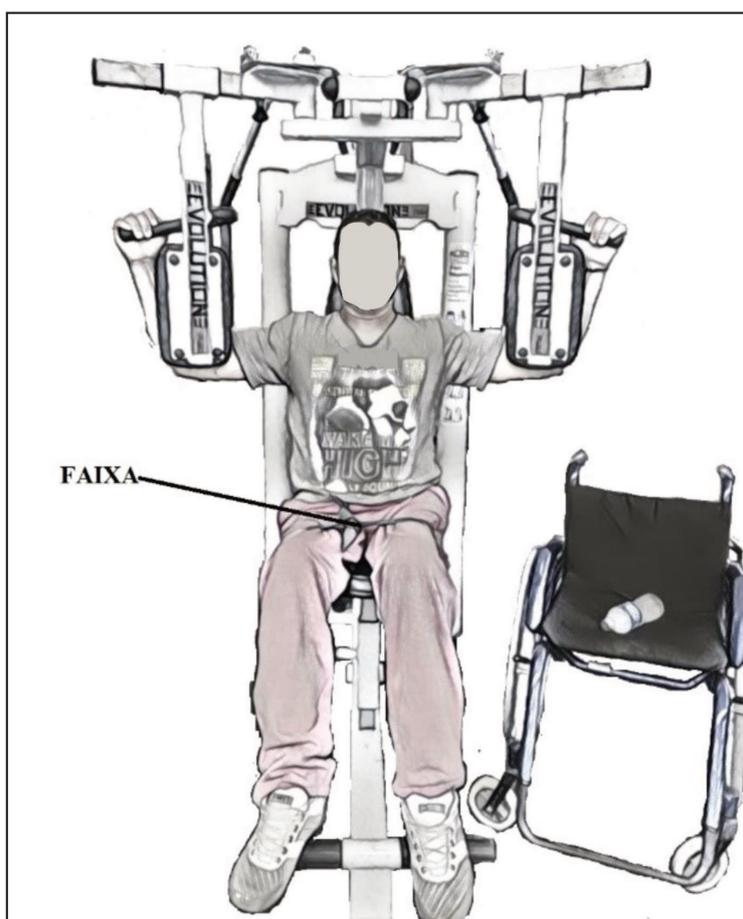
## Apêndice 11- Puxada atrás com polia alta

**Exercício 2.** Peitoral abdução e adução em peck/deck

A adaptação necessária foi apenas o uso de faixa para estabilização das pernas. Como dificuldade está a transferência dos participantes para o equipamento peck/deck que torna necessário no mínimo duas pessoas acompanhem todos os treinos.

É importante informar que tentou-se realizar exercícios que trabalhassem essa musculatura em outros equipamentos como o cross over e o supino, no caso do cross over ele estava estragado e um dos lados; já o supino como só se tinha um banco muito estreito mesmo que estabilizasse o tronco com faixas, não se conseguia manter o tronco estático devido a grande envergadura dos sujeitos o que impossibilitou execução correta do movimento, principalmente pela própria insegurança dos participantes.

**Figura 12.** Peitoral abdução e adução.



**Fonte:** própria autora.

## Apêndice 12- Remada com polia baixa na barra larga

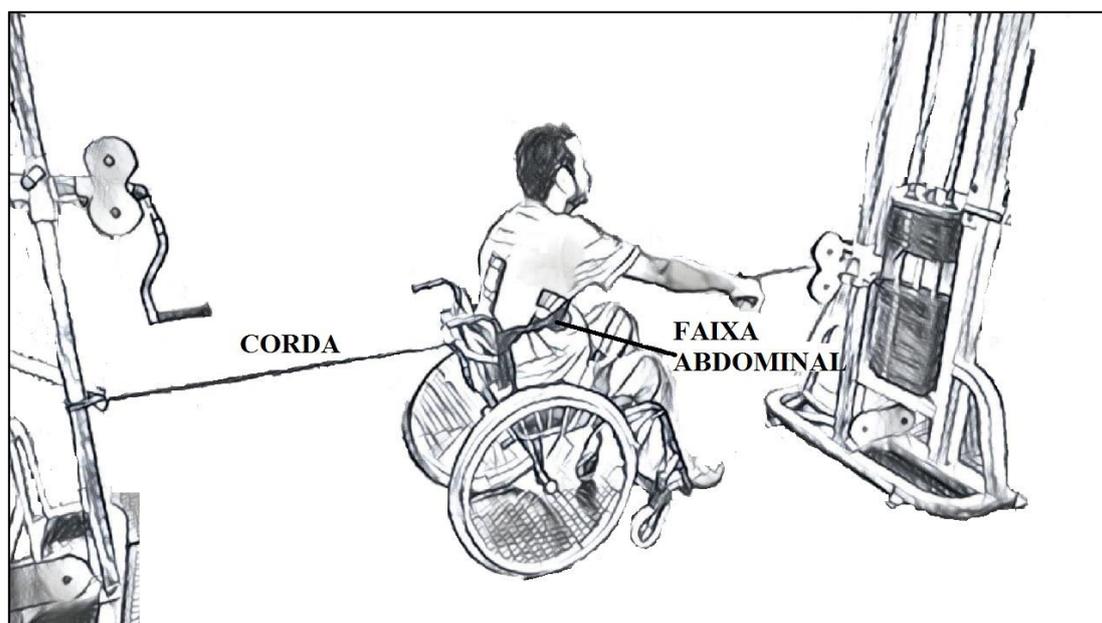
### Exercício 3. Remada com polia baixa na barra larga (mãos em pronação)

Foram necessárias duas adaptações neste exercício, faixa abdominal e corda para estabilizar a cadeira e dar mais segurança, já que são cargas altas, mesmo com as cadeiras de rodas freadas ou com obstáculos no chão para travar os pneus não era possível a estabilização da mesma.

Em alguns casos para se manter a postura adequada na execução do exercício foi necessário que o “técnico” se posicionasse atrás da cadeira de rodas e estabilizasse o tronco segurando a musculatura do peitoral.

A dificuldade encontrada está em evitar a compensação do exercício na faixa abdominal ou na estabilidade dada pelo treinador.

**Figura 13.** Remada com polia baixa na barra larga



**Fonte:** própria autora.

## Apêndice 13- Tríceps corda

**Exercício 4.** Tríceps corda

Para esse exercício foi necessária a faixa abdominal para estabilização do tronco e que o treinador ficasse atrás do sujeito estabilizando a cadeira.

**Figura 14.** Tríceps corda

**Fonte:** própria autora.

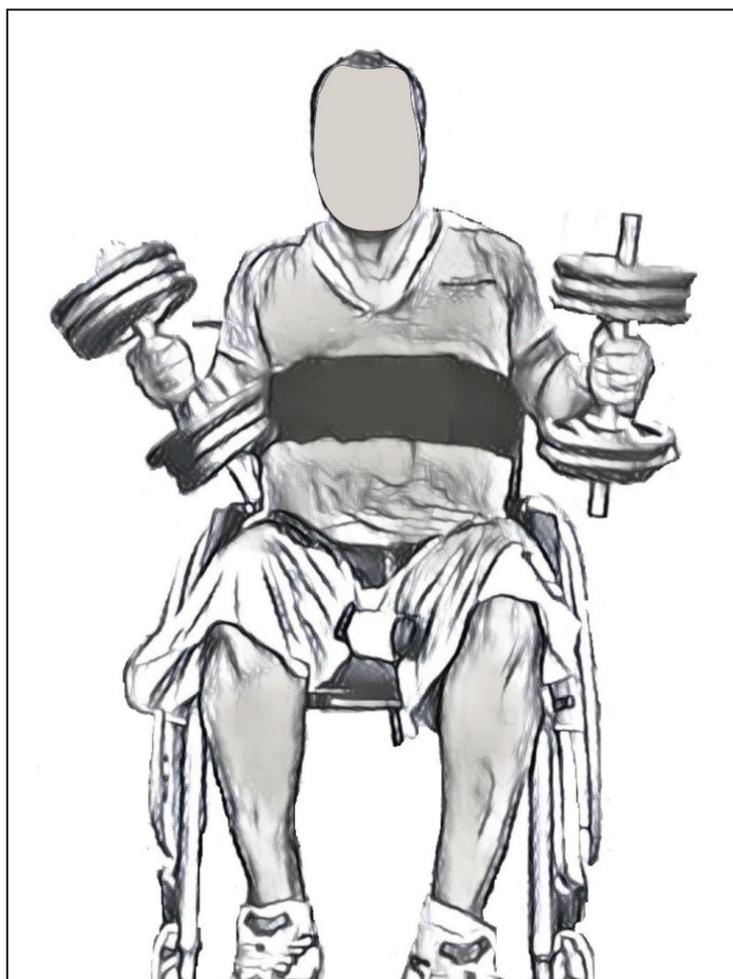
## Apêndice 14- Rosca bíceps com rotação

### Exercício 5. Rosca bíceps com rotação

Para este exercício alguns sujeitos necessitaram do uso de faixa abdominal, pois como são pesos livres qualquer desequilíbrio poderia influenciar negativamente na execução do movimento.

Outros exercícios de bíceps sem rotação poderiam ser realizados, porém nosso objetivo era minimizar adaptações e facilitar a execução das atividades, por isso foi definido este tipo de exercício que possibilita o trabalho da musculatura bíceps na própria cadeira de rodas.

**Figura 15.** Rosca bíceps com rotação



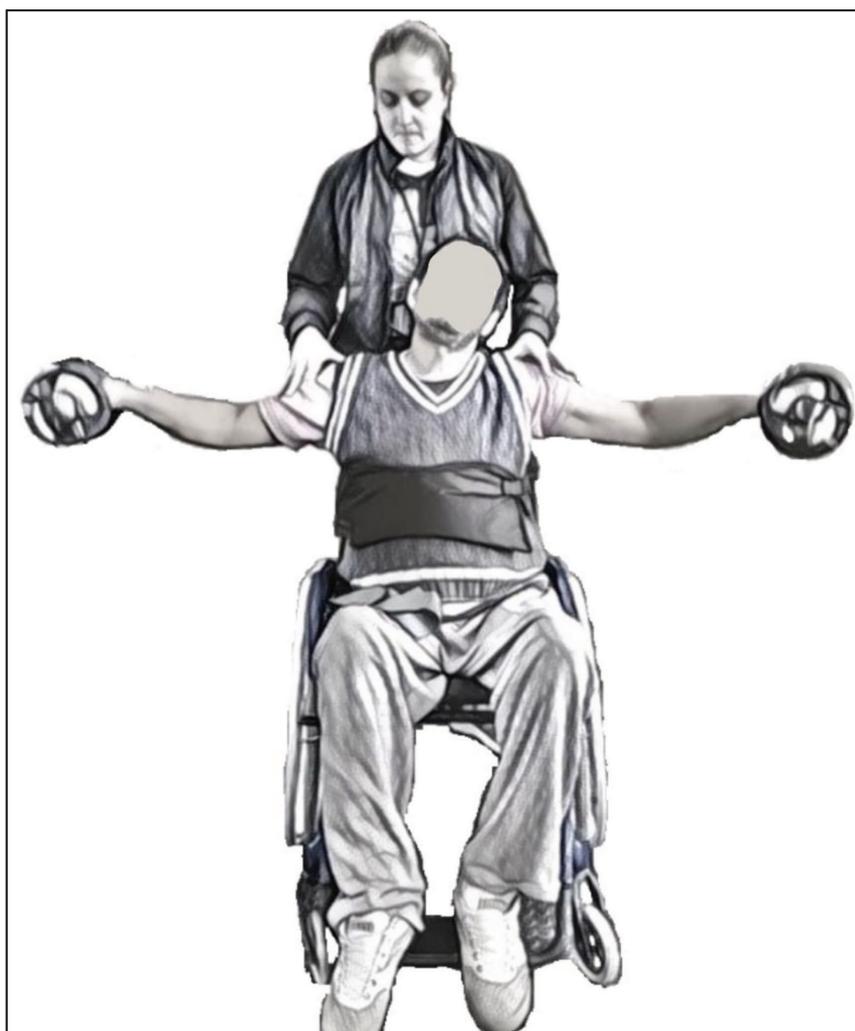
**Fonte:** própria autora.

## Apêndice 15- Elevação lateral dos braços com halteres

### Exercício 6. Elevação lateral dos braços com halteres

Para este exercício alguns sujeitos necessitaram do uso de faixa abdominal, pois como são pesos livres qualquer desequilíbrio poderia influenciar negativamente na execução do movimento.

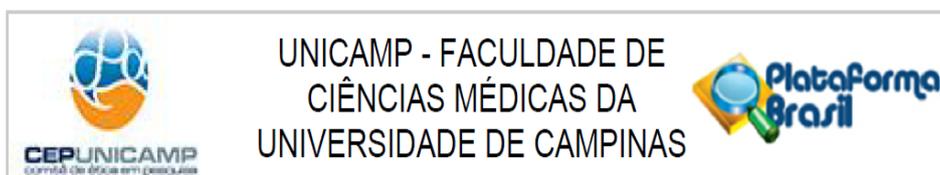
**Figura 16.** Elevação lateral dos braços com halteres



**Fonte:** própria autora.

## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Parecer Consubstanciado do CEP



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** EFEITOS DA PRÁTICA DE EXERCÍCIO FÍSICO EM PESSOAS COM LESÃO DA MEDULA ESPINHAL.

**Pesquisador:** Mariane Borges

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 61621416.1.0000.5404

**Instituição Proponente:** Faculdade de Educação Física

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CAMPINAS, 29 de Março de 2017

---

**Assinado por:**

**Renata Maria dos Santos Celeghini**  
(Coordenador)

## Anexo 2. Questionário de Nível de Atividade Física (IPAQ)- versão curta.



**QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA**  
**VERSÃO CURTA**

Nome: \_\_\_\_\_

**Data:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ **Idade :** \_\_\_\_ **Sexo:** F ( ) M ( )

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre-se que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez:

**1a.** Em quantos dias da última semana você tocou/conduziu cadeira de rodas por **pelo menos 10 minutos contínuos** em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias \_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**1b.** Nos dias em que você tocou/conduziu cadeira de rodas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou tocando/conduzindo cadeira de rodas **por dia**?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**2a.** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar alguma modalidade de forma recreativa, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**2b.** Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**3a.** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar handebol, jogar rugby, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**3b.** Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

## Anexo 3. Classificação do Nível de Atividade Física (IPAQ).



## CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA IPAQ

- 1. MUITO ATIVO:** aquele que cumpriu as recomendações de:
- VIGOROSA:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 30$  minutos por sessão
  - VIGOROSA:  $\geq 3$  dias/sem e  $\geq 20$  minutos por sessão + MODERADA e/ou CAMINHADA:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 30$  minutos por sessão.
- 2. ATIVO:** aquele que cumpriu as recomendações de:
- VIGOROSA:  $\geq 3$  dias/sem e  $\geq 20$  minutos por sessão; **ou**
  - MODERADA ou CAMINHADA:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 30$  minutos por sessão; ou
  - Qualquer atividade somada:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 150$  minutos/sem (caminhada + moderada + vigorosa).
- 3. IRREGULARMENTE ATIVO:** aquele que realiza atividade física porém insuficiente para ser classificado como ativo pois não cumpre as recomendações quanto à frequência ou duração. Para realizar essa classificação soma-se a frequência e a duração dos diferentes tipos de atividades (caminhada + moderada + vigorosa). Este grupo foi dividido em dois sub-grupos de acordo com o cumprimento ou não de alguns dos critérios de recomendação:
- IRREGULARMENTE ATIVO A:** aquele que atinge pelo menos um dos critérios da recomendação quanto à frequência ou quanto à duração da atividade:
- Frequência: 5 dias /semana **ou**
  - Duração: 150 min / semana
- IRREGULARMENTE ATIVO B:** aquele que não atingiu nenhum dos critérios da recomendação quanto à frequência nem quanto à duração.
- 4. SEDENTÁRIO:** aquele que não realizou nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana.

## Exemplos:

Indivíduos	Caminhada		Moderada		Vigorosa		Classificação
	F	D	F	D	F	D	
1	-	-	-	-	-	-	Sedentário
2	4	20	1	30	-	-	Irregularmente Ativo A
3	3	30	-	-	-	-	Irregularmente Ativo B
4	3	20	3	20	1	30	Ativo
5	5	45	-	-	-	-	Ativo
6	3	30	3	30	3	20	Muito Ativo
7	-	-	-	-	5	30	Muito Ativo

F = Frequência – D = Duração



## Anexo 5. Medidas de consumo alimentar

