



**Universidade Federal do Pará**  
**Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento**  
**Programa de Pós-Graduação em Neurociência e Comportamento – PPGNC**

**FADIGA MENTAL E DESEMPENHO FÍSICO DE ATLETAS DE BASQUETEBOL  
EM CADEIRA DE RODAS: UMA ABORDAGEM DE CARGA COGNITIVA  
INDIVIDUALIZADA**

**CARLOS MARIANO AGUIAR FERREIRA DA SILVA**

**BELÉM-PA**

**2023**

**Universidade Federal do Pará**  
**Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento**  
**Programa de Pós-Graduação em Neurociência e Comportamento – PPGNC**

**FADIGA MENTAL E DESEMPENHO FÍSICO DE ATLETAS DE BASQUETEBOL  
EM CADEIRA DE RODAS: UMA ABORDAGEM DE CARGA COGNITIVA  
INDIVIDUALIZADA**

**CARLOS MARIANO AGUIAR FERREIRA DA SILVA**

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento, do Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento da Universidade Federal do Pará para a obtenção de Título de Mestre em Neurociências e Comportamento.  
Orientador: Prof. Dr. Anselmo de Athayde Costa e Silva.  
Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Macedo Penna.

BELÉM-PA

2023

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

UFPA/Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento/Biblioteca

---

- S586f Silva, Carlos Mariano Aguiar Ferreira da.  
Fadiga mental e desempenho físico de atletas de basquetebol em cadeira de rodas: uma abordagem de carga cognitiva individualizada / Carlos Mariano Aguiar Ferreira da Silva. — 2023.  
56 f.: il. color
- Orientador: Anselmo de Athayde Costa e Silva  
Coorientador: Eduardo Macedo Penna  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento, Programa de Pós- Graduação em Neurociência e Comportamento, Belém, 2023.
1. Análise do comportamento. 2. Fadiga mental (desempenho físico).  
3. Esforço cognitivo. 4. Esporte paraolímpico. 5. basquete em cadeira de rodas (percepção de esforço). I. Título.

---

CDD - 23. ed. — 150.77

Catalogação na fonte: Maria Célia Santana da Silva – CRB2/780

**CARLOS MARIANO AGUIAR FERREIRA DA SILVA**

**FADIGA MENTAL E DESEMPENHO FÍSICO DE ATLETAS DE BASQUETEBOL  
EM CADEIRA DE RODAS: UMA ABORDAGEM DE CARGA COGNITIVA  
INDIVIDUALIZADA**

**Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neurociência  
e Comportamento da Universidade Federal do Pará como requisito parcial para obtenção  
de título de Mestre em Neurociência e Comportamento.**

**Data da defesa:**

**BANCA EXAMINADORA**

**Orientador: Prof. Dr. Anselmo de Athayde Costa e Silva,  
Universidade Federal do Pará**

**Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Macedo Penna  
Universidade Federal do Pará**

**Membro 1: Prof.<sup>a</sup> Dra. Andressa da Silva de Mello  
Universidade Federal do Minas Gerais**

**Membro 2: Prof. Dr. Victor Silveira Coswig  
Universidade Federal do Ceará**

**BELÉM-PA**

**2023**

A Deus e à minha família.

## AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho a Universidade Federal do Pará que desde a graduação ofereceu condições para minha formação como discente e ser humano. Ao esforço coletivo de todo corpo docente passando pela graduação até a pós-graduação. A Universidade tem destaque e respeitabilidade no cenário regional e nacional alcançada por toda entrega de professores, alunos e funcionários no geral.

Aos meus pais, por toda dedicação e amor na minha criação. À minha mãe que em vários momentos nessa caminhada do mestrado, dedicou seu tempo para cuidar da minha família na minha ausência seja no trabalho como nos estudos. Aos meus irmãos, Carlos Neto e Paloma Aguiar em quem sempre posso confiar, mesmo diante da correria da rotina diária.

À Ani minha esposa e companheira, por ser meu porto seguro com o bem mais precioso que temos que é nossos filhos, nossa família. Esse sonho só foi possível, pois ela aguentou todas as dificuldades da criação das crianças na minha ausência, permitindo que eu pudesse dedicar tempo e energia para a conclusão desta etapa importante em minha vida. Te amo! Aos meus filhos, Pedro e Alice minha fonte de inspiração. Por todo amor e carinho, mesmo não entendendo as vezes o motivo da minha ausência sempre me receberam com aquele abraço e sorriso que não tem preço.

Ao Anselmo por responder aquele e-mail em 2019 e abrir as portas do LAFA sempre acreditando na minha formação e encorajando a sonhar grande. Obrigado pela amizade construída nesse tempo e por todos os ensinamentos que levo para a vida. A todos os amigos do LAFA (em especial, Karina – 01, Andreia – 03, Thatiane) pelos cafés, bolos, lanches e discussões acadêmicas, por compartilhar grandes momentos nessa caminhada do mestrado.

Ao Eduardo Penna meu coorientador por aceitar embarcar nesta missão e colaborar de forma grandiosa com suas ideias e sugestões. Seus comentários: “nunca vi isso na minha vida” nas correções da dissertação ficaram marcado na memória (kkkkkk). Aos membros da banca examinadora, Prof. Andressa da Silva de Mello que dedicou seu tempo para colaborar com este trabalho e me recebeu de forma gentil e agradável junto a toda equipe do Centro de Treinamento Esportivo (CTE-UFMG), em especial ao Eduardo Stieler por todo suporte na rotina do CTE e Renato Guerreiro que me apresentou belos lugares em BH, inclusive para

conhecer a torcida do Galo. Ao Prof. Victor Silveira Coswig pelo tempo dedicado a contribuir com este trabalho. Gratidão a todos.

Agradeço a todos os professores que já passaram pelo meu caminho. Não tem como citar todos aqui, mas tenho certeza que cada um tem sua parcela de participação na pessoa que sou hoje. Agradeço aos voluntários da minha pesquisa. Aos atletas que participaram do meu estudo, saibam que sem vocês nada disso seria possível. A paciência e a confiança que vocês depositaram nesse trabalho me enche de gratidão. Aqui, agradeço ao professor Caju (equipe All Star rodas) e equipe do ADFPA, que foram prestativos, pacientes e contribuíram para fazer esse estudo acontecer.

## RESUMO

Silva, C. M. A. F. (2023). Fadiga mental e desempenho físico de atletas de basquetebol em cadeira de rodas: uma abordagem de carga cognitiva individualizada, Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento. Belém: Universidade Federal do Pará, 57 p.

A fadiga mental tem sido proposta como um fator que influencia o desempenho em diversos esportes. Dada a escassez de literatura sobre essa relação nos esportes paralímpicos, este estudo tem como objetivo analisar a influência da fadiga mental no desempenho físico de atletas de basquete em cadeira de rodas. Foi realizado um delineamento cruzado e randomizado e os participantes foram analisados em duas sessões experimentais. Familiarização envolveu seleção dos participantes e familiarização com o protocolo. Após familiarização, em ordem aleatória, realizaram uma situação experimental de baixa demanda cognitiva, composta por uma tarefa física após assistirem a um documentário por trinta minutos e situação experimental de alta demanda cognitiva, envolvendo a realização de teste físico após a indução da fadiga mental. Participaram do estudo onze atletas do sexo masculino, e a carga cognitiva foi individualizada para a condição de fadiga mental. O desempenho físico foi avaliado pelo teste intermitente Yo-Yo e a fadiga mental foi induzida pelo teste Stroop. As diferentes condições foram comparadas por meio dos testes t de Student e do teste de Wilcoxon, de acordo com a normalidade dos dados. A condição de alta demanda cognitiva resultou em diminuição do desempenho físico para distância (baixa demanda cognitiva:  $1169 \pm 429$ m; alta demanda cognitiva:  $924 \pm 399$ m;  $p < 0,01$ ) e duração do teste (baixa demanda cognitiva:  $18 \pm 6,89$  min; alta demanda cognitiva demanda:  $14 \pm 6,49$  min;  $p < 0,01$ ). A avaliação do esforço percebido ao final do teste físico diferiu significativamente entre as condições (baixa demanda cognitiva:  $15 \pm 0,9$ ; alta demanda cognitiva:  $17 \pm 1,4$ ;  $p < 0,002$ ). Concluiu-se que a fadiga mental reduziu o desempenho físico em atletas de basquetebol em cadeira de rodas.

**Palavras-chave:** Esforço cognitivo, teste de Stroop, esporte paraolímpico, resistência, percepção de esforço.



## ABSTRACT

Silva, C. M. A. F. (2023). Mental fatigue and physical performance of wheelchair basketball players: an individualized cognitive load approach, Graduate Program in Neuroscience and Behavior. Belem: Federal University of Para, 57 p.

Mental fatigue has been proposed as a factor that influences performance in various sports. Given the scarcity of literature on this relationship in Paralympic sports, this study aims to analyze the influence of mental fatigue on the physical performance of wheelchair basketball athletes. A crossover and randomized design was conducted and the participants were analyzed in two experimental sessions. Familiarization, involved participant selection and familiarization with the protocol. After familiarization, in random order, they performed a Low cognitive demand experimental situation, comprised a physical task after watching a documentary for thirty minutes. and, High cognitive demand experimental situation, involved performing a physical test after the induction of mental fatigue. Eleven male athletes participated in the study, and the cognitive load was individualized for the mental fatigue condition. Physical performance was assessed through the Yo-Yo intermittent test, and mental fatigue was induced using the Stroop test. The different conditions were compared using Student's t-tests and Wilcoxon sum rank test, according to data normality. The high cognitive demand condition resulted in a decrease in physical performance for distance (Low cognitive demand:  $1169 \pm 429$ m; high cognitive demand:  $924 \pm 399$ m;  $p < 0.01$ ) and test duration (low cognitive demand:  $18 \pm 6.89$  min; high cognitive demand:  $14 \pm 6.49$  min;  $p < 0.01$ ). The rating of perceived effort at the end of the physical test differed significantly between the conditions (low cognitive demand:  $15 \pm 0.9$ ; high cognitive demand:  $17 \pm 1.4$ ;  $p < 0.002$ ). It was concluded that mental fatigue reduced the physical performance in wheelchair basketball athletes.

**Keywords:** Cognitive effort, Stroop test, paralympic sport, endurance, perception of effort.

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Diagrama do fluxo de participação dos voluntários ao longo do estudo. ....	21
<b>Figura 2.</b> Descrição das etapas da coleta de dados do estudo. ....	23
<b>Figura 3.</b> Ilustração do teste Stroop. ....	26
<b>Figura 4. A.</b> Teste <i>Stroop</i> : quantidade de erros (média e desvio padrão). ....	29
<b>Figura 4. B.</b> Teste <i>Stroop</i> : tempo de reação em milissegundos (média e desvio padrão). ....	29
<b>Figura 5. A.</b> Medidas perceptivas. ....	30
<b>Figura 5. B.</b> Questionário Hooper com a pontuação do índice <i>Hooper</i> . ....	30
<b>Figura 5. C.</b> Resultado do estado de fadiga mental após esforço físico. ....	30
<b>Figura 5. D.</b> Resultado do estado de fadiga mental após teste <i>Stroop</i> . ....	30
<b>Figura 6. A.</b> Resultado do desempenho físico (distância) no teste intermitente Yo-Yo 10m ...	31
<b>Figura 6. B.</b> Resultado do desempenho físico (tempo) no teste intermitente Yo-Yo 10m.....	31
<b>Figura 6. C.</b> Resultado da PSE após teste intermitente Yo-Yo 10m.....	31

## **Lista de Abreviaturas**

ADC – Alta demanda cognitiva

BCR – Basquetebol em cadeira de rodas

BDC – Baixa demanda cognitiva

CCA – Córtex Cingulado Anterior

CF – Classificação funcional

CPI – Comitê Paralímpico Internacional

FM – Fadiga Mental

IH – Índice *Hooper*

PSE – Percepção subjetiva de esforço

EVA FM – Escala visual análoga de Fadiga Mental

EVA M – Escala visual análoga de Motivação

TR – Tempo de reação

UA – Unidades arbitrárias

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>HIPÓTESES</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>MÉTODOS</b>	<b>19</b>
<b>4.1</b>	<b>Amostra</b>	<b>19</b>
<b>4.2</b>	<b>Procedimentos</b>	<b>21</b>
<b>4.3</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>24</b>
<b>4.4</b>	<b>Análise de dados</b>	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>28</b>
<b>5.1</b>	<b>Descritivo da amostra</b>	<b>28</b>
<b>5.2</b>	<b>Controle de indução da FM</b>	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>35</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>36</b>
	<b>APÊNDICE A- Autorização para realização de pesquisa (SESI)</b>	<b>48</b>
	<b>APÊNDICE B- Autorização para realização de pesquisa (ADFPA)</b>	<b>49</b>
	<b>APÊNDICE C- Termo de consentimento livre e esclarecido</b>	<b>50</b>
	<b>ANEXO A- YO-YO intermitente teste</b>	<b>52</b>
	<b>ANEXO B- Escala visual análoga (EVA)</b>	<b>53</b>
	<b>ANEXO C- Escala de percepção subjetiva de esforço (PSE)</b>	<b>54</b>
	<b>ANEXO D- EVA- Motivação</b>	<b>55</b>
	<b>ANEXO E- Questionário <i>HOOPER</i></b>	<b>56</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A deficiência física é caracterizada como um comprometimento de ordem motora que limita o indivíduo nos diferentes níveis de movimento (Tokarski & Roman-Liu, 2016). Este comprometimento pode ser de diferentes origens, como, traumáticas e genéticas e pode ser classificado como congênito ou adquirido ao longo do desenvolvimento humano (Aybek & Perez, 2022; Tuffrey, 2013). Neste sentido, as pessoas com deficiência física são mais propensas ao comportamento sedentário, experimentando menores níveis de atividade física em comparação com pessoas sem deficiência (Smith et al., 2021). Deste modo, o esporte adaptado contribui para aprimoramento da condição de saúde e promove um estilo de vida mais ativo (Bergamini et al., 2015; Diaz et al., 2019; Jaarsma et al., 2014).

Em 1944, em Stoke Mandeville, o médico alemão Dr. Ludwig Guttman começou a implementar atividades esportivas para ajudar na reabilitação de soldados vítimas da Segunda Guerra Mundial. Dessa maneira, configurando-se como o pioneiro na concepção do esporte para pessoas com deficiência (Ribeiro et al., 2022). O basquetebol em cadeira de rodas (BCR) foi uma das modalidades utilizadas pelo Dr. Guttman no processo de reabilitação dos soldados e é um dos esportes mais populares entre pessoas com deficiências (Cavedon et al., 2015; Skučas et al., 2009). No Brasil, o BCR está entre as modalidades pioneiras desenvolvidas por pessoas com deficiência (Begossi et al., 2019). Como pioneiros na modalidade no Brasil Sergio Seraphim Del Grande e Robson Sampaio de Almeida que, passaram pelo processo de reabilitação no Estados Unidos e ao retornarem ao Brasil deram início a pratica da modalidade em São Paulo, com a fundação do Clube dos Paraplégicos, e no Rio de Janeiro com o Clube do Otimismo, ambos fundados em 1958 (Cardoso, 2011).

No contexto Paralímpico, o BCR foi integrado a partir de 1960 na primeira edição dos Jogos Paralímpicos de Roma. Dados do Comitê Paralímpico Internacional (CPI)(*Rome 1960 -*

*Results*, [s.d.]) indicam a participação de 12 países e 97 atletas naquela edição. Atualmente é percebido um aumento na popularidade e no número de praticantes do BCR, praticado em 105 países e com destaque entre as principais modalidades paralímpicas praticadas por pessoas com deficiência (Campbell & Jones, 2002; Skucas & Pokvytyte, 2017).

O BCR, assim como outras modalidades paralímpicas, se baseia em um sistema de classificação dos atletas a partir do nível de sua deficiência (Cavedon et al., 2015), conhecido como um sistema de classificação funcional (CF), no qual, os atletas são divididos em oito classes funcionais: 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 e 4.5, sendo que, quanto menor a CF do atleta, maior é o seu comprometimento motor (Cavedon et al., 2015; Gómez et al., 2014). Técnica apurada, bom condicionamento físico, raciocínio e movimentos rápidos são determinantes no BCR (Sansone et al., 2020; Weber et al., 2021) e, além destes, o atleta deve desenvolver a habilidade de se movimentar na cadeira de rodas, sendo esta considerada parte do corpo do atleta (Bergamini et al., 2015).

Os princípios do BCR se baseiam no basquetebol olímpico. O objetivo da partida entre as equipes é arremessar a bola na cesta e obter a maior pontuação ao final do último quarto da partida. Os jogos são disputados entre duas equipes, com cinco jogadores cada e a partida é dividida em quatro quartos de 10 minutos cronometrados. Como no basquetebol olímpico uma equipe deve sair da sua quadra de defesa em até oito segundos. O tempo em relação à posse de bola, são 24 segundos, como no basquetebol olímpico (Aksović et al., 2021; Theodorakis, 2008). As dimensões da quadra seguem o padrão do basquetebol olímpico e as regras são semelhantes, com algumas adaptações como por exemplo, após duas impulsões do atleta nas rodas da cadeira, o mesmo, deve arremessar, driblar ou realizar o passe da bola (Aksović et al., 2021).

Durante a prática do BCR os atletas realizam movimentos rápidos com mudanças de direção, com alta demanda de força dos membros superiores (Goosey-Tolfrey & Leicht, 2013).

As atividades no BCR possuem características de alta intensidade e incluem girar a roda - movimentos bruscos e rápidos para frente e para trás, bem como sprints curtos seguidos de paradas (Yüksel & Sevindi, 2018). Entre as habilidades, existem exigências simultâneas para executar manobras com a cadeira de rodas e o manuseio da bola (arremesso, passe, drible ou rebote) (Bergamini et al., 2015; Goosey-Tolfrey & Leicht, 2013). A modalidade apresenta ações como passes, dribles e bloqueios que são similares aos do basquetebol convencional. Assim, força muscular, potência e habilidades de manuseio da cadeira de rodas são importantes para a performance do atleta (Bergamini et al., 2015).

Como em outras modalidades coletivas, no BCR é importante desenvolver capacidades físicas, cognitivas e técnico-táticas, podendo ser decisivas nos esportes coletivos (Matias & Greco, 2010; Seron et al., 2019). Sobre os aspectos físicos, variação de intensidade e breves períodos de descanso delineiam o caráter intermitente das modalidades (Skucas & Pokvytyte, 2017). Nos aspectos técnico (arremesso, drible, manuseio da cadeira) e tático (ações de decisão para tirar vantagem sobre o adversário), habilidades percepto-cognitivas são necessárias porque a maioria das ações tem caráter aberto. Ou seja, ocorrem em um ambiente imprevisível dificultando qualquer ação de antecipação de execução de movimentos (Freire et al., 2017). Portanto, funções executivas têm papel importante para o desempenho do atleta.

As características do esporte demandam mudanças em relação à tomada de decisão e execução das ações técnicas e táticas, exigindo do atleta rápida percepção com operações cognitivas complexas em espaço de tempo menores (Csátlaj et al., 2009; Freire et al., 2017). Nesse sentido, a tomada de decisão constitui função executiva de ordem complexa, atuando com outras funções como controle inibitório, flexibilidade cognitiva e memória de trabalho, desta forma, contribuindo eficientemente para o planejamento, raciocínio e solução de problemas durante uma partida (Furley & Memmert, 2012; Sansone et al., 2020).

Sabe-se que, devido ao BCR possuir elevadas demandas fisiológicas e cognitivas (Cao et al., 2021; Seron et al., 2019), a otimização do desempenho dos atletas depende de uma abordagem multidisciplinar (Gómez & Pérez-Tejero, 2017). Por isso, se faz necessário entender o fenômeno fadiga mental e sua influência no desempenho físico. Nas ciências do esporte, este é um assunto relativamente recente que cada vez mais ganha atenção da comunidade científica por sua relevância para o esporte. No universo do BCR ainda não são conhecidos estudos que investiguem o efeito da FM sobre o desempenho motor.

O termo “fadiga” não é um fenômeno unitário. Portanto sua definição carece de consenso e segue domínios distintos. A origem dos mecanismos da fadiga acaba servindo para a sua classificação (Pattyn et al., 2018). Os mecanismos de origem da fadiga podem ser classificados em “periféricos” e “centrais”. Os mecanismos periféricos ocorrem a nível distal à junção neuromuscular, ocasionando reduções de força muscular (Carroll et al., 2017). A partir de alterações fisiológicas no músculo a níveis contráteis e de ativação que desencadeiam a interrupção do desacoplamento da contração-excitação, ocorre uma alteração da ponte cruzada e na condução dos íons de cálcio (Enoka & Duchateau, 2008; Hwang et al., 2020). Enquanto nos mecanismos centrais, há incapacidade do cérebro de manter impulsos necessários para a condução motora, em resultado da alteração no córtex motor com a normalização atrasada da excitabilidade e excitabilidade espinhal para a geração ou manutenção da força desejada (Kluger et al., 2013; Taylor & Gandevia, 2008).

Recentemente, pesquisadores buscam o entendimento do mecanismo psicobiológico da fadiga que, dependendo da área de pesquisa, pode receber a definição de “depleção do ego” como é visto na psicologia e “fadiga mental” como é observado na ciência do esporte (Englert, 2017; Marcora et al., 2009a). Pesquisadores da fisiologia do exercício e ciências do esporte (Marcora et al., 2009a; Pageaux et al., 2015; Penna et al., 2018; Smith et al., 2016b) têm dedicado atenção para analisar os efeitos da fadiga mental no desempenho físico. Estes definem



fadiga mental como um estado psicobiológico caracterizado por sensação de cansaço e falta de energia, no qual as pessoas se referem à dificuldade para manter ou concluir uma atividade atual (Smith et al., 2016a) e apresentam diminuição em algumas capacidades cognitivas como, por exemplo, as funções executivas (Lorist et al., 2005; Marcora et al., 2009a). Esse estado é comum no cotidiano na vida moderna, em que há uma exposição prolongada às atividades com exigências cognitivas (Boksem & Tops, 2008b). O indivíduo em estado de fadiga mental apresenta dificuldade de atenção, foco, planejamento e mudanças de estratégias diante de situações adversas (Boksem et al., 2006; van der Linden et al., 2003; van der Linden & Eling, 2006).

Marcora et al. (2009) foram os primeiros a estudar de forma sistemática o efeito da FM no desempenho físico de atletas de ciclismo. Os autores aplicaram um teste até a exaustão em um cicloergômetro com carga constante com os atletas em estado de FM após esforço cognitivo durante 90 minutos. O desempenho na tarefa cognitiva levou à maior percepção subjetiva de FM, com redução no desempenho físico subsequente, avaliado pela redução no tempo para se atingir a exaustão em relação a situação experimental.

Posteriormente, outros pesquisadores passaram a investigar diferentes protocolos de exercícios aeróbio e anaeróbio sobre influência da fadiga mental. MacMahon et al. (2014) investigaram o efeito da FM no desempenho físico em um teste de corrida ritmada. Atletas experientes realizaram dois testes de corrida contínuo, uma vez após a fadiga cognitiva e a outras vez sem estado de FM. O estudo aplicou a intensidade autorregulada nas diferentes condições experimentais. Os tempos de conclusão foram afetados pelo estado de FM. Adicionalmente a fadiga cognitiva aumentou a PSE, levando a redução no desempenho no teste de corrida.

No entanto, a realização de protocolos de exercícios contínuos com intensidades fixas ou autorreguladas, não transmite com veracidade a real exigência fisiológica dos esportes

coletivos, que apresentam caráter intermitentes dos esforços exigidos. Por conseguinte, outros pesquisadores passam a investigar a influência que a FM exerce no desempenho de uma atividade com caráter intermitente. Smith et al. (2015) buscaram analisar alterações no desempenho físico em atletas de futebol em um teste intermitente com e sem fadiga. O desempenho físico e as variáveis perceptivas foram avaliadas ao longo do teste intermitente *Yo-Yo*. Como resultado, a distância individual percorrida foi menor na condição de fadiga mental em todos os atletas. O desempenho físico na condição FM foi em média 16,3% inferior do que a condição controle. A PSE teve aumento significativo na condição FM em relação a CON ( $p < 0,01$ ). Deste modo, sugere-se que os indivíduos mentalmente fatigados tendem a ter prejuízo no desempenho físico.

Os efeitos do estado de FM têm sido associados a efeitos negativos sobre o desempenho físico em diferentes modalidades esportivas que exigem resistência aeróbia (Cao et al., 2021; Van Cutsem et al., 2017). Uma das hipóteses para explicar essa relação é pelo aumento dos valores perceptivos na escala PSE, que é influenciada por fatores fisiológicos e psicológicos, sendo sensível às alterações periféricas e centrais que ocorrem durante o exercício (Nakamura et al., 2010) ainda que não ocorram alterações significativas em parâmetros cardiovasculares, metabólicos e neuromusculares (Marcora et al., 2009b). MacMahon et al. (2014) observaram que indivíduos com valores similares de PSE apresentavam menor intensidade auto selecionada. O mecanismo que é apresentado para explicar a elevação da PSE e o efeito danoso que a FM pode desenvolver nos centros corticais responsáveis por funções cognitivas importantes para o desempenho motor ocorre através de alterações no córtex cingulado anterior (CCA) com diminuição da atividade cerebral nesta região que tem envolvimento com outras áreas subcorticais responsáveis pelo controle de comportamentos e movimentos (Martin et al., 2016; Wang et al., 2016).

Uma explicação para o possível efeito negativo que a fadiga mental exerce sobre o desempenho de resistência é através do acúmulo de adenosina no CCA, alterando a PSE do exercício (Wiehler et al., 2022). Um dos mecanismos propostos para explicar o desenvolvimento de fadiga mental propõe que tarefas com alta demanda cognitiva, realizadas por longo período, têm associação com o aumento da concentração de adenosina extracelular no cérebro. Isto leva ao aumento da percepção subjetiva de esforço e diminuição dos aspectos motivacionais, contribuindo para a redução na vontade de continuar a tarefa, aparentemente por interação do sistema adenosina-dopamina em áreas como o córtex cingulado anterior (McMorris, 2020). O CCA exerce participação em funções que regulam processos cognitivos que envolvem tomada de decisão, demanda atencional e controle das sensações (Boksem & Tops, 2008b).

Considerando o efeito que a fadiga mental exerce em variáveis fisiológicas, perceptivas e comportamentais do desempenho físico e observando os prejuízos em relação à tolerância ao exercício de resistência, corridas contra o relógio e aos testes de resistência intermitente em diferentes modalidades esportivas (Boksem & Tops, 2008; MacMahon et al., 2014; Marcora et al., 2009b). A alta percepção de esforço dos indivíduos mentalmente fatigados parece estar relacionada a esses prejuízos (Marcora et al., 2009b). No contexto dos esportes coletivos as ações ocorrem pela interação entre aspectos físicos, perceptivos, cognitivos e técnico-táticos (Sansone et al., 2020). No BCR até o momento não foram encontrados estudos que investiguem o efeito da FM em habilidades que necessitam de atenção, envolvem tomada de decisão, resolução de problemas e planejamento durante a partida (Oudejans et al., 2005).

Pesquisas que investigam mudanças no desempenho físico em atletas paralímpicos podem fornecer informações válidas sobre o impacto da fadiga mental neste contexto. Entretanto, as exigências físicas ou mentais que excedem a capacidade do indivíduo podem provocar estresse (Koros et al., 2018; McEwen & Stellar, 1993). Estímulos estressores

externos, como barreiras estruturais, socioeconômicas e de atitude (Okoro et al., 2009), podem ser fatores estressores específicos das pessoas com deficiência. Tal estado, pode gerar um estado de tensão, ansiedade, desconforto mental ou pressão por parte do atleta com deficiência. Por essa questão, é pertinente usar testes válidos e com bons níveis de confiabilidade para avaliar o efeito da fadiga mental em fatores que são inerentes dos esportes paralímpicos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar a relação entre fadiga mental e o desempenho físico em atletas de basquetebol em cadeira de rodas.

## **3 HIPÓTESES**

H1 – O estado de fadiga mental terá efeito na redução do desempenho em teste aeróbio específico do basquetebol em cadeira de rodas.

H2 – O estado de fadiga mental aumentará os marcadores perceptivos (PSE e percepção de fadiga mental).

## **4 MÉTODOS**

Este estudo constitui-se de uma pesquisa com abordagem quantitativa, transversal, descritiva e analítica. Foi utilizado um delineamento cruzado (*crossover*), no qual, os atletas foram atribuídos de forma aleatória pelas mesmas condições do estudo (baixa demanda cognitiva e alta demanda cognitiva), dessa forma, os atletas constituíram controle deles mesmos (Sousa et al., 2007).

### **4.1 Amostra**

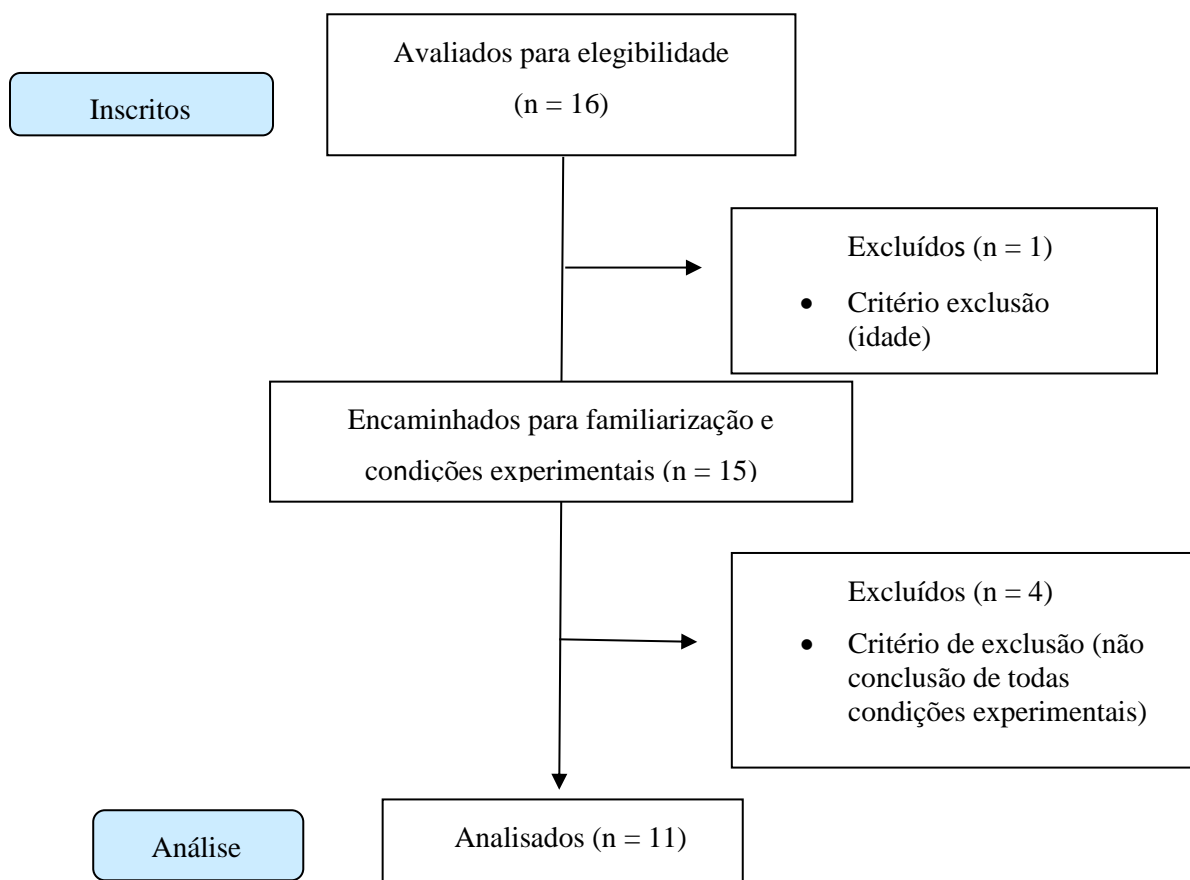
Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Pará (CAE:59516322.9.0000.0018). Os sujeitos receberam instruções escritas descrevendo todos os procedimentos relacionados ao estudo, assinaram um termo de

consentimento livre esclarecido, mas não foram informados sobre os objetivos e hipóteses do estudo. Foi informado aos participantes que o estudo tinha o objetivo de investigar como o desempenho físico dos atletas em um teste específico do basquetebol em cadeira de rodas se desenvolveria em duas situações de estresse cognitivo diferentes (uma tarefa cognitiva e assistir a um filme). Ao final de cada sessão experimental, foi solicitado aos atletas que não divulgassem sobre os procedimentos que os mesmos haviam realizados.

A amostra desse estudo foi composta por 11 indivíduos ( $34 \pm 9$  anos) com experiência ( $5 \pm 1$  anos) em treinamento regular com basquete em cadeira de rodas, expostos a duas condições diferentes: alta demanda cognitiva (ADC) e baixa demanda cognitiva (BDC). As causas de deficiência física dos atletas deste estudo eram: lesão medular ( $n = 4$ ), malformação congênita ( $n = 3$ ), sequelas de poliomielite ( $n = 2$ ), encurtamento de membro inferior ( $n = 1$ ) e paralisia cerebral ( $n = 1$ ).

Os critérios para seleção da amostra foram: 1) atletas do sexo masculino com idade a partir de 18 anos; 2) realizar prática regular de treinamento (três vezes por semana, período superior a seis meses); e 3) Possuir condição clínica estável (não hospitalizado, sem presença de febre, sem lesões decorrentes de úlcera de pressão). Foram excluídos do estudo atletas que: 1) apresentassem lesão musculoesquelética que impossibilitasse a realização dos testes e/ou lesões decorrentes de úlcera de pressão; 2) fizessem uso contínuo de sedativos, antidepressivos e hipnóticos que interferissem no equilíbrio ou que provocassem déficit cognitivo; 3) realizassem prática de exercício físico no período de 24h que antecederesse o protocolo de teste; e 4) deixaram de completar todos os procedimentos experimentais e de controle ( $n=5$ ). A Figura 1 representa o diagrama do fluxo de participação dos voluntários ao longo do estudo, desde a inscrição até o período de análise dos dados.

Figura 1- Diagrama do fluxo de participação dos voluntários ao longo do estudo.



## 4.2 Procedimentos

### 4.2.1 Sessão 1 – Linha de base e familiarização amostral

Todos os participantes foram submetidos a sessões de avaliações cognitivas, perceptivas, psicológicas e de desempenho físico. No primeiro momento foi realizado à familiarização e caracterização da amostra, realizadas no ambiente habitual de treino dos atletas, e as seguintes destinadas às condições experimentais do estudo. Os procedimentos de familiarização e caracterização da amostra corresponderam à fase de familiarização de cada atleta com os instrumentos de pesquisa, teste Yo-Yo 10m, teste Stroop, questionário Hooper, escala de percepção subjetiva de esforço de Borg e escala visual analógica para avaliar

respostas perceptivas como fadiga mental (VAS-MF) e motivação (VAS-M) (Martin et al. 2018; Mellalieu et al. 2021; Penna et al. 2018). Foi solicitado aos atletas que mantivessem uma rotina de sono adequada (pelo menos 8 horas por dia) e uma alimentação saudável, procurando evitar cafeína, álcool, nicotina e tarefas que exigissem grande esforço mental antes das sessões de coleta de dados. Todos os procedimentos de caracterização fizeram parte de uma avaliação completa que foi entregue aos atletas com o objetivo de fornecer informações relevantes sobre o seu condicionamento físico atual e auxiliar no seu respectivo treinamento físico e esportivo. Todos os atletas foram informados sobre os procedimentos do estudo.

#### 4.2.2 Sessões 2 e 3 – Delineamento Experimental

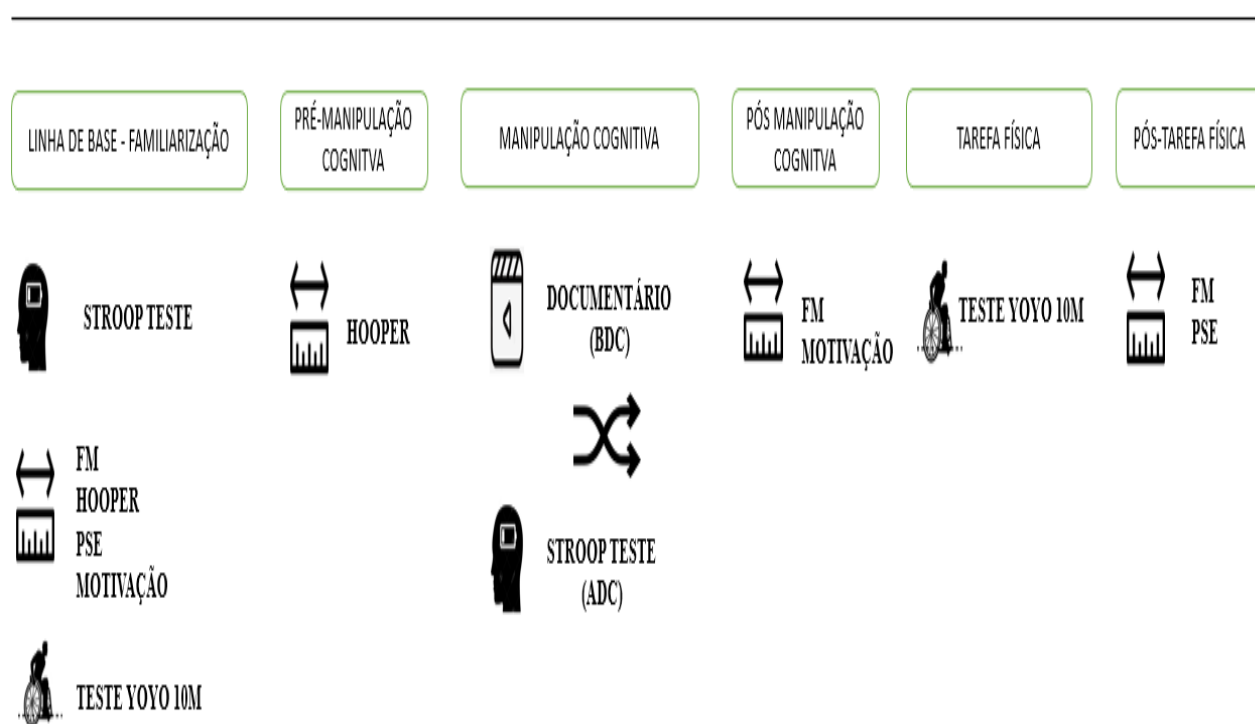
O delineamento experimental (Figura 2) adotado foi o *crossover*, ou seja, todos os atletas foram submetidos às duas condições experimentais do estudo: alta demanda cognitiva e baixa demanda cognitiva. Considerou-se então que a amostra do estudo é considerada controle dela mesma, em que a alocação dos indivíduos para as condições ADC e BDC foram conduzidas de maneira aleatória. Foi adotada randomização simples através da planilha *Excel*. O pesquisador responsável usou um número gerado manualmente para determinar a alocação dos atletas em cada condição. Os participantes foram randomizados como um grupo. Assim, durante as condições experimentais, os atletas estavam sob a mesma condição de tratamento.

As condições experimentais tiveram inicialmente a mensuração das variáveis psicológicas e perceptivas. O questionário *Hooper* foi preenchido no primeiro momento ao chegar para as sessões da coleta de dados. A motivação foi mensurada após tarefa cognitiva (ADC ou BDC), antes de iniciar o teste de desempenho físico. O desempenho físico, definido como tempo e distância total para realização do teste intermitente *Yo-Yo 10m* (Yanci et al., 2015), foi mensurado imediatamente ao término do teste em ambas as condições experimentais. A percepção subjetiva de esforço (PSE) (Borg, 1998) foi mensurada após o teste de desempenho físico nas diferentes condições experimentais. A percepção de fadiga mental

(EVA-FM), foi mensurada após os protocolos das condições ADC e BDC, e imediatamente após o término do teste de desempenho físico.

O intervalo entre as condições foi de no mínimo 24 horas. Na condição ADC, os sujeitos foram submetidos à tarefa de esforço mental (tarefa cognitiva incongruente e congruente – Teste *Stroop*). Já na condição BDC, foi aplicada uma tarefa observacional de 30 min, considerada uma tarefa cognitiva neutra – na qual os atletas observaram um documentário frente à tela do computador, nas mesmas condições ambientais da condição ADC (Martin et al., 2016). As tarefas foram realizadas de forma individual, com o mínimo de interferência externa e sem informações adicionais dada pelos avaliadores durante o teste.

Figura 2- Descrição das etapas da coleta de dados do estudo



Legenda: FM - Fadiga Mental; PSE - Percepção subjetiva de esforço; BDC – baixa demanda cognitiva; ADC – alta demanda cognitiva.



### 4.3 Instrumentos

#### 4.3.1 Questionário *Hooper* (IH)

O Questionário *Hooper* avalia de forma perceptiva estados (dor muscular, fadiga, qualidade do sono e estresse) de forma fidedigna para serem controlados, sendo sensível a variações nas cargas de treinamento (Costa et al., 2022; Hooper et al., 1995). O preenchimento do questionário foi relativamente à percepção da fadiga, dor muscular, qualidade do sono e stress foi realizado por cada atleta sensivelmente 30 minutos antes de cada sessão experimental. O questionário *Hooper* segue uma escala likert de 1-7, sendo que nas variáveis stress, fadiga e dor muscular o 1 é muito, muito baixo e o 7 é muito, muito alto e na variável qualidade do sono, o 1 é muito, muito mal e o 7 é muito, muito bom (Hooper et al., 1995). O preenchimento do questionário foi realizado de forma individual através de formulário impresso (Anexo E).

#### 4.3.2 Motivação

A motivação é um construto complexo, puramente mental que se refere à tarefa elaborada ou sintetizada com base na especificidade situacional e ambiental (Pluhar et al., 2019). Para acessar alguns desses elementos, cada atleta individualmente foi instruído a classificar seu estado motivacional para a tarefa subsequente (cognitiva ou esportiva), através da pergunta: "Como você classificaria sua motivação para a tarefa seguinte?". A classificação foi realizada em uma escala EVA de 0 a 10, em que 0 corresponde à "Nem um pouco motivado" e 10 "extremamente motivado" (Anexo D). O estado motivacional tem sido amplamente estudado por cientistas do esporte na população atlética (Crewther et al., 2016; Pluhar et al., 2019).

#### 4.3.3 Teste *Stroop*

Para o protocolo de indução de FM foi utilizado o Teste *Stroop* no software PsychoPy (Peirce, 2007) com código personalizado escrito em linguagem Python® que permite a medida exata das respostas motoras a estímulos visuais para quantificação do Tempo de Reação

Simples (TRS) e Atenção Seletiva (AS). O Teste *Stroop* é um teste neuropsicológico amplamente utilizado para avaliar a capacidade de inibir a interferência cognitiva que ocorre quando o processamento de um recurso de estímulo específico impede o processamento simultâneo de um segundo estímulo atributo, conhecido como efeito *stroop* (Scarpina & Tagini, 2017). O Teste *Stroop* foi capaz de induzir fadiga mental (Penna et al., 2018; Smith et al., 2016b). No teste serão apresentadas palavras que estarão coloridas diferentes do texto (verde, vermelho, azul e amarelo).

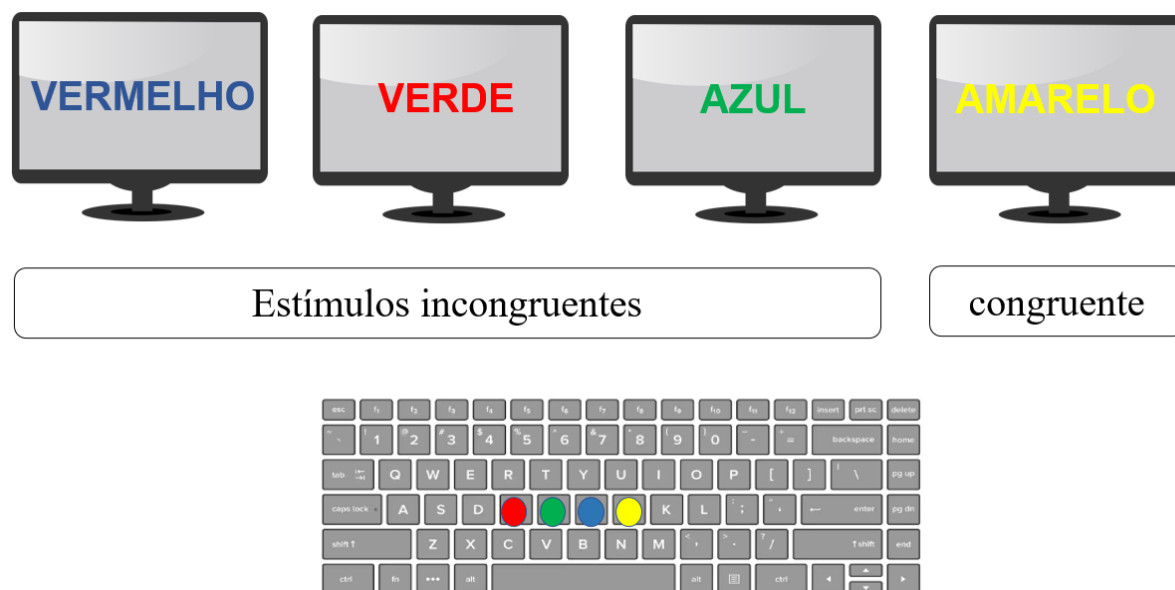
O tempo do esforço mental foi individualizado, a tarefa com alta demanda cognitiva (Scarpina & Tagini, 2017; Stroop, 1935) foi realizada até o momento em que o atleta auto reportasse 60% na EVA-FM. Foi monitorado o número de palavras corretas e erradas (Smith et al., 2016a) e o tempo médio de reação para as respostas e precisão (porcentagem de respostas certas e erradas) foram calculadas para cada indivíduo durante a tarefa *Stroop*. O percentual de erros e o tempo de reação foram analisados em dois blocos de 50% da duração total de cada teste, correspondendo a fase inicial e final do teste.

Os participantes deste estudo foram submetidos a uma configuração de estímulos congruentes e incongruentes que exigia uma resposta motora relacionada às cores e palavras. As cores "amarelo", "azul", "verde" e "vermelho" foram utilizadas no teste e os participantes tiveram que pressionar as teclas "F" para "vermelho", "G" para "verde", "H" para "azul" e "J" para "amarelo" em um teclado que foi identificado com fitas adesivas nas respectivas cores (Figura 3). O objetivo era que os participantes indicassem a cor da palavra, ignorando o seu significado. Foi utilizada uma sequência aleatória de estímulos congruentes e incongruentes e cada palavra foi exibida na tela por 1000 ms.

Os tempos de respostas foram definidos pela diferença de tempo, em milissegundos, entre a apresentação do referido estímulo visual na tela do computador de 14" e a resposta dada com o pressionamento de teclas adaptadas com fitas coloridas nas cores apresentadas no teste

(verde, amarela, vermelho e azul), o notebook foi posicionado em uma mesa na altura adequada para os atletas realizarem em suas cadeiras de rodas de uso diário. O programa registrou, calculou e armazenou cada tempo de resposta.

Figura 3- Ilustração do teste *Stroop*



#### 4.3.4 Teste intermitente Yo-Yo 10m

O teste intermitente *Yo-Yo* 10m (Yanci et al., 2015) foi aplicado (Anexo A). O teste consiste em o atleta percorrer, indo e voltando, a distância de 10m (totalizando 20m). O teste mostrou boa confiabilidade para medir a aptidão aeróbia em atletas de basquete em cadeira de rodas (Yanci et al., 2015). A capacidade aeróbia e a agilidade são um aspecto importante no desempenho do teste. O participante precisa completar o maior número possível de passagens, indo e voltando entre as linhas de acordo com um sinal sonoro. O teste terminava quando a participante falha em completar a passagem no tempo estipulado por duas vezes consecutivas ou relatasse exaustão. O avaliador ao término do teste realizava o registro da distância total percorrida em metros e o tempo total em segundos (Tachibana et al., 2019).

#### 4.3.5 Escala visual análoga (EVA)

A EVA é uma escala composta por uma linha horizontal de 10 centímetros, enumerada em suas extremidades em 0 e 100, sendo 0 correspondendo a “nada” e 100 a “máximo”. Constitui uma escala de autoavaliação, na qual deve-se assinalar seu estado subjetivo. A EVA foi utilizada para mensurar de forma subjetiva o nível de fadiga mental (EVA-FM) percebido pelos atletas nas diferentes condições (Smith et al., 2019). Os atletas relataram seu atual nível de fadiga mental na EVA impressa em um papel A4, enumerada em suas extremidades em 0 e 10, sendo 0 correspondendo a “sem fadiga” e 10 a “fadiga máxima”. Os atletas reportavam seus níveis de fadiga mental após serem questionados sobre: “Qual a sua percepção de fadiga mental/estresse cognitivo em relação a tarefa que acabou de realizar?” (Anexo B).

#### 4.3.6 Escala Percepção subjetiva de esforço (PSE)

A PSE é uma medida psicofisiológica, amplamente utilizada nas ciências do esporte e reabilitação (Pereira et al., 2014), para a monitoração da intensidade do esforço físico de forma não invasiva (Silva et al., 2011). Os atletas foram questionados sobre: “Qual a percepção de esforço em relação a tarefa que acabou de realizar?”, com a respectiva classificação em uma escala numérica de 6 a 20, sendo 6 = nenhum esforço; 7 a 8 = muito fácil; 9 a 10 = fácil; 11 a 12 = relativamente cansativo; 13 a 14 = um pouco cansativo; 15 a 16 = cansativo; 17 a 18 = muito cansativo; 19 a 20 = esforço máximo. Esta escala apresenta boa validade e alto índice de confiabilidade (0,90) (Borg, 1998) (Anexo C).

### 4.4 Análise de dados

Foi realizada a análise descritiva (média e desvio padrão) para obter informações da amostra. A normalidade da distribuição dos dados foi testada através do teste de *Shapiro-Wilk*. Para verificar alterações no desempenho físico, desempenho cognitivo, através das alterações no tempo de reação e respostas erradas durante o Teste *Stroop* e alterações das variáveis psicológicas e perceptivas entre as condições experimentais (ADC e BDC), foi aplicado o teste

*t* de *Student* para dados paramétricos e o teste de *Wilcoxon* para os dados não paramétricos. Foi adotado o nível de significância de 5% ( $p \leq 0,05$ ) em todas as análises. As análises foram utilizadas na interface *R Studio*, utilizando o software R (versão 2023.03.1).

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Descritivo da amostra

Na tabela 1 são apresentados os dados de caracterização da amostra em idade, distribuição por deficiência e classificação esportiva.

Tabela 1- Características e distribuição dos atletas por deficiência, classificação funcional e tempo de experiência.

Atleta	Idade	Tipo de lesão	Classificação	Tempo	
	(anos)		funcional	Experiência (anos)	$VO_{2max}$ (ml/min/kg)
1	33	Congênita	3.5	6	51.6
2	43	Lesão medular	1.0	4	43
3	26	Lesão medular	1.0	5	46
4	46	Polio	2.5	5	42.7
5	28	Polio	2.0	5	42.6
6	30	Congênita	4.0	4	42.2
7	46	Lesão medular	1.0	5	48.6
8	32	Congênita	3.0	4	40
9	33	Paralisia cerebral	1.0	5	47.6
10	52	Lesão medular	1.5	6	51.6
11	50	Membro encurtado	4.0	5	46.6

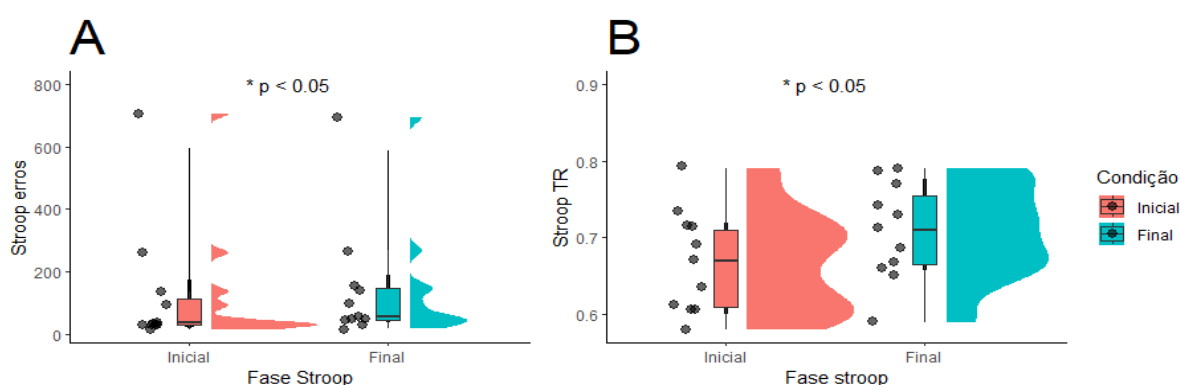
### 5.2 Controle de indução da FM

#### 5.2.1 Resultado do teste *Stroop*

Com relação a indução da fadiga mental (Figura 4), foi observado que ao longo do tempo no teste *Stroop*, os atletas apresentaram aumento no número de erros. A média de erros

na fase inicial do teste ( $127 \pm 205$ ) foi menor da média de erros da fase final ( $145 \pm 195$ ) do teste ( $p < 0.01$  – figura 4A). Também foi detectado aumento no tempo de reação na fase final da tarefa cognitiva ( $p < 0.01$  – figura 4B). O protocolo de indução de FM teve média de  $25 \pm 12$  minutos de duração (variou de 15 minutos a 50 minutos) para que os participantes atingissem 60 ua na EVA-FM.

Figura 4 - A. Teste *Stroop*: quantidade de erros (média e desvio padrão); B. Teste *Stroop*: tempo de reação em milissegundos (média e desvio padrão).



Legenda: TR = tempo de reação. \*Efeito principal significativo da condição ( $P < 0,05$ ).

### 5.2.2 Resultado da EVA-Motivação

A motivação mensurada pela EVA-M (figura 5A) não diferiu entre as condições fadiga mental ( $92 \pm 11$ ) e controle ( $91 \pm 10$ ) ( $W = 52$ ,  $p > 0,05$ ) demonstrando que os atletas se encontravam nos mesmos níveis de motivação antes do teste de desempenho físico.

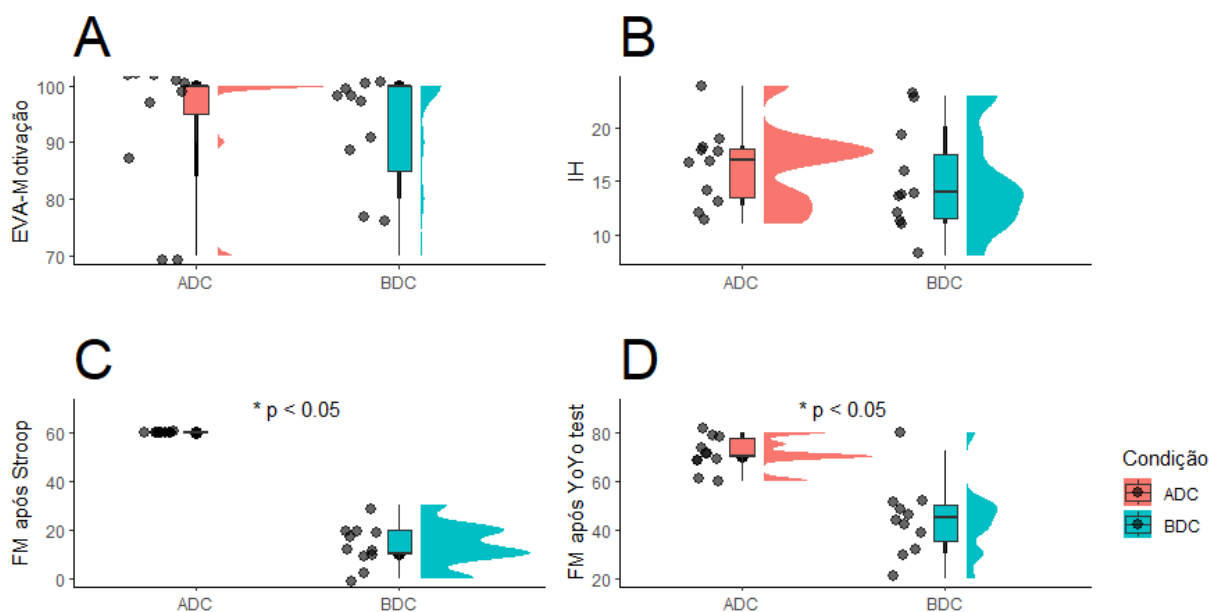
### 5.2.3 Questionário Hooper

O nível da pontuação no questionário *Hooper* analisado por meio do teste *t de student* não apresentou diferença significativa entre as condições (BDC:  $15 \pm 4$ ; ADC:  $16 \pm 3$ ,  $p = 0.27$  – figura 5B) demonstrando que os atletas se encontravam nos mesmos níveis de bem-estar antes do teste de desempenho físico.

### 5.2.4 Resultado da EVA-fadiga mental

Após o teste Stroop, os participantes apresentaram médias maiores na condição ADC (60 ua) em relação a condição BDC (13±9,02 ua), indicando maior demanda de esforço cognitivo do que assistir ao filme (figura 5C). A EVA-FM após o teste de desempenho físico apresentou diferença significativa entre as condições experimentais (BDC: 43±15; ADC: 71±7,  $p < 0,001$  – figura 5D). Esses resultados indicam que, os participantes avaliados submetidos ao protocolo de alta demanda cognitiva apresentaram maior percepção de FM comparados a condição de baixa demanda cognitiva após a tarefa física.

Figura 5- **A.** Níveis de motivação (média e desvio padrão); **B.** Questionário Hooper com a pontuação do índice *Hooper* (média e desvio padrão); **C.** Resultado do estado de fadiga mental após teste *Stroop* (média e desvio padrão); **D.** Resultado do estado de fadiga mental após esforço físico (média e desvio padrão).



Legenda: EVA = *Escala Visual análoga*; BDC = baixa demanda cognitiva; ADC = alta demanda cognitiva; IH = índice *Hooper*; \*Efeito principal significativo da condição ( $P < 0,05$ ).

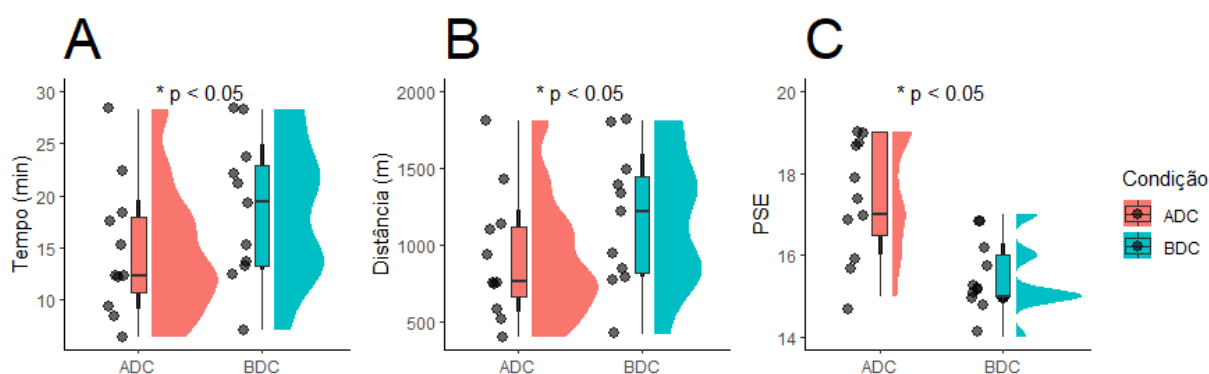
### 5.2.5 Resultado da percepção subjetiva de esforço (PSE)

O teste de Wilcoxon apontou que a PSE (Fig. 6C) após teste intermitente *YoYo* 10m diferiram significativamente em entre as condições (BDC: 15±0,9; ADC: 17±1,4 -  $p < 0,002$ ). Esse resultado sugere que o protocolo com alta demanda cognitiva exigiu maior percepção subjetiva de esforço do que assistir o documentário, após a tarefa física.

### 5.2.6 Resultado do desempenho físico

O teste intermitente *Yo-Yo 10m* foi concluído em média de  $14 \pm 6,49$  minutos com uma distância total de  $924 \pm 399$  metros na condição alta demanda cognitiva e em  $18 \pm 6,89$  minutos e  $1169 \pm 429$  metros de distância na condição baixa demanda cognitiva. Esses resultados diferiram significativamente um do outro para a distância ( $t = 2,88$ ,  $df = 10$ ,  $p < 0,01$  - figura 6A) e o tempo final do teste intermitente *Yo-Yo 10m* ( $t = 2,90$ ,  $df = 10$ ,  $p < 0,01$  - figura 6B).

Figura 6 - **A.** Resultado do desempenho físico (tempo) no teste intermitente *Yo-Yo 10m*. (média e desvio padrão); **B.** Resultado do desempenho físico (distância) no teste intermitente *Yo-Yo 10m*. (média e desvio padrão); **C.** Resultado da PSE após teste intermitente *Yo-Yo 10m* (média e desvio padrão).



Legenda: BDC = baixa demanda cognitiva; ADC = alta demanda cognitiva; m = metros; min = minutos; PSE = percepção subjetiva de esforço; \*Efeito principal significativo da condição ( $P < 0,05$ ).

## 6 DISCUSSÃO

O objetivo da presente pesquisa foi analisar o efeito da fadiga mental no desempenho físico e nas respostas perceptivas de atletas de basquete em cadeira de rodas. Como hipótese, esperava-se que a indução da fadiga mental, por meio de um protocolo com maior carga cognitiva por tempo prolongado, seria responsável pela redução do desempenho no teste de esforço físico dos atletas associada a uma alteração na taxa de percepção de esforço (Escala de Borg) ao final do esforço físico. O principal resultado desta investigação foi que a individualização da carga cognitiva a um limiar de percepção arbitrário de 60% na EVA para fadiga mental teve influência no desempenho físico, correspondendo a um aumento significativo na percepção de esforço após esforço físico em atletas BCR, levando para uma



diminuição no tempo de desempenho em 4 min. As demais variáveis não apresentaram diferenças significativas entre as condições.

Tal configuração do teste Stroop, com individualização da carga cognitiva, foi possível identificar aumento na percepção subjetiva de fadiga mental, tempo de resposta e número de erros ao final da tarefa com alta demanda cognitiva. Esses resultados corroboram estudos anteriores sobre fadiga mental (Marcora e Staiano 2010; Smith et al. 2019). Em que, a tarefa cognitiva de controle inibitório prolongada e repetida parece aumentar a fadiga mental subjetiva (Smith et al. 2019). Além disso, uma tarefa com alta demanda cognitiva, controle inibitório prolongado e repetido parece ocorrer prejuízos no tempo de resposta quando os sujeitos estão mentalmente fatigados (Gantois et al. 2020). Nessa perspectiva, a indução de FM via Teste Stroop é aplicada e monitorada em atletas de diferentes modalidades esportivas (MacMahon et al. 2014; Marcora et al. 2009a; Smith, Marcora, e Coutts 2015), e é eficiente na promoção de um estado do MF (Coutinho et al. 2017; Habay et al. 2021). Quanto ao tempo utilizado para gerar efeito de percepção de FM, este estudo apresentou variação de no mínimo 15 minutos e máximo de 50 minutos para que os atletas estivessem no mesmo nível de percepção de FM (60 u.a VAS). Esses resultados corroboram estudos anteriores onde se observa grande diferença no tempo necessário para levar o indivíduo ao estado de MF. Nesse sentido, apenas 10 minutos de tarefa com demanda cognitiva já é possível observar alguma magnitude de MF (Dallaway, Lucas, e Ring 2022). Enquanto outro estudo utilizou 90 minutos para promover o estado de MF nos sujeitos (Van Cutsem et al. 2019).

Vale ressaltar que, nesta perspectiva, nenhum estudo até o momento avaliou os efeitos da FM no desempenho físico do BCR, no qual o teste motor reproduziu a realidade da modalidade paraolímpica. Assim, este é o primeiro estudo a fazê-lo em atletas paralímpicos do BCR. Além disso, dos estudos apresentados anteriormente, alguns definiram o tempo da tarefa para induzir MF sem individualizar a carga cognitiva dos atletas, definindo um limite de tempo

comum para a indução de MF (Habay et al. 2021; Smith et al. 2016; Vrijotte et al. 2018). O presente estudo, entretanto, adotou um limiar de 60% na escala visual analógica. Nossos achados, portanto, ratificam estudos anteriores que sugeriram que a FM causou prejuízos no desempenho físico dos atletas e apontaram que esses prejuízos são observados quando o atleta realiza ações da modalidade esportiva.

O principal achado deste estudo é que a individualização da carga cognitiva capaz de gerar indução do estado de fadiga mental em atletas prejudicou o desempenho físico no WB. O teste físico utilizado na presente investigação (Yo-Yo intermitente) foi previamente validado para avaliar o desempenho físico em atletas de basquete em cadeira de rodas (Yanci et al. 2015). Nossos resultados de que a distância percorrida no Yo-Yo intermitente foi reduzida após a tarefa Stroop apoiar resultados anteriores (Smith et al. 2016), confirmando que a fadiga mental prejudica o desempenho físico. No presente estudo, dez dos onze participantes apresentaram redução do desempenho físico no Yo-Yo intermitente quando expostos à condição de alta demanda cognitiva, acompanhada de redução média de 20% na distância e 22% no tempo total. Mudanças no desempenho físico neste estudo podem levar a inferências significativas para o desempenho do WB. Na verdade, é possível que os efeitos deletérios do estado de fadiga mental no Yo-Yo intermitente possam se traduzir em reduções importantes no desempenho durante o jogo BCR.

A explicação previsível para responder ao efeito negativo que o estado de fadiga mental exerceu no teste intermitente Yo-Yo consiste no fato de que o esforço percebido pelos atletas na condição de fadiga mental é maior do que na condição de baixa demanda cognitiva. De acordo com o modelo psicobiológico (Hopstaken et al. 2015; Marcora et al. 2009a), indivíduos com altos níveis de motivação desistem de continuar a tarefa física quando percebem o esforço como alto ou máximo (Hopstaken et al. 2015). Esse fato foi possível observar neste estudo, no qual atletas na condição de alta demanda cognitiva apresentaram maior PSE em comparação à

condição de baixa demanda cognitiva (HCD: 17 u.a; LCD; 15 u.a;  $p < 0,005$ ) para a mesma tarefa física. Além disso, os níveis subjetivos de motivação não diferiram entre as condições experimentais antes da tarefa física. Estes resultados, podemos sugerir que o estado motivacional dos atletas não foi influenciado pelo estado de fadiga mental, isto significa que o esforço máximo exercido durante o teste não foi influenciado pelo estado motivacional.

Nossos resultados mostraram diferença na PSE ao final da tarefa física na condição de alta demanda cognitiva em comparação à condição de baixa demanda cognitiva. Estudos anteriores atribuem a redução no desempenho físico ao aumento na taxa de percepção de esforço (Marcora et al. 2009a; Smith et al. 2015). Razões fisiológicas para a elevação da taxa de esforço de percepção sob estado de fadiga mental sugerem aumento na concentração de adenosina no córtex cingulado anterior (Englert 2017; Scholey e Apps 2022) e diminuição na ativação de áreas do sistema cerebral, como córtex pré-frontal dorsolateral, córtex insular anterior (Kok 2022).

Os resultados deste estudo confirmam o impacto negativo da fadiga mental no desempenho físico de atletas de basquete em cadeira de rodas. No entanto, esta investigação contém limitações que precisam ser consideradas. Métodos mais ecológicos podem ser aplicados para induzir a fadiga mental (uso prolongado de celulares, videogames, tablets e sessões de treinamento tático) e avaliar se esses métodos geram efeito deletério semelhante no desempenho físico e se os atletas estavam em uma pandemia pós-Covid-19 período, o que pode ter limitado o número de atletas em treinamento regular. Estas investigações apoiam a conclusão de que o aumento da percepção de esforço é o principal responsável pelos efeitos negativos da fadiga mental na tolerância ao exercício. Futuras pesquisas experimentais devem tentar elucidar os mecanismos neurobiológicos que sustentam a relação entre fadiga mental e percepção de esforço.

Os resultados deste estudo sinalizam algumas aplicações práticas. Treinadores, profissionais do desporto paralímpico e atletas recomendam a monitorização de atividades fora do contexto de treino que podem levar ao estado de fadiga mental (jogar videojogos, exposição prolongada a telemóveis e redes sociais e computadores). Dessa forma, evitando comportamentos que afetem negativamente as habilidades cognitivas. Nesse sentido, principalmente nos períodos que antecedem as competições, é importante manter uma rotina sem exposição prolongada a atividades que exijam grande esforço cognitivo, buscando evitar o uso de dispositivos eletrônicos. Tais estratégias podem ser discutidas pela equipe e pelos atletas para desenvolver um ambiente que otimize ao máximo o desempenho do atleta.

## **7 CONCLUSÃO**

Para concluir, este estudo evidenciou que esforço cognitivo prolongado, levando a um limiar de 60% na escala EVA, pode induzir um estado de fadiga mental que leva à diminuição do desempenho físico em um teste específico do BCR. Nossos resultados revelaram que a relação entre fadiga mental e desempenho físico em um teste aeróbio é mediada por percepções subjetivas de esforço, que aumentam com a redução do desempenho físico do atleta. Em conjunto, este estudo indica que atletas em estado de fadiga mental têm maior probabilidade de desistir precocemente de uma tarefa física. Compreender de forma mais profunda como monitorar e reduzir a carga cognitiva em atletas pode ter um impacto altamente positivo no desempenho atlético.

**REFERÊNCIAS**

- Aksović, N., Milanović, F., Bjelica, B., Nikolić, D., Jovanović, N., & D'Onofrio, R. (2021). *Analysis and overview wheelchair basketball*. *10*, 2335–2348.
- Aybek, S., & Perez, D. L. (2022). Diagnosis and management of functional neurological disorder. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, *376*, o64. <https://doi.org/10.1136/bmj.o64>
- Begossi, T., Ledur, J., Assmann, A., & Mazo, J. (2019). O basquetebol em cadeira de rodas: Caminhos percorridos pelo atleta brasileiro Cláudio Araújo. *Brazilian Journal of Physical Education and Sport*, *33*, 29–37. <https://doi.org/10.11606/issn.1981-4690.v33i1p29-37>
- Bergamini, E., Morelli, F., Marchetti, F., Vannozzi, G., Polidori, L., Paradisi, F., Traballese, M., Cappozzo, A., & Delussu, A. S. (2015). Wheelchair Propulsion Biomechanics in Junior Basketball Players: A Method for the Evaluation of the Efficacy of a Specific Training Program. *BioMed Research International*, *2015*, e275965. <https://doi.org/10.1155/2015/275965>
- Boksem, M. A. S., & Tops, M. (2008a). Mental fatigue: Costs and benefits. *Brain Research Reviews*, *59*(1), 125–139. <https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2008.07.001>
- Boksem, Meijman, T. F., & Lorist, M. M. (2006). Mental fatigue, motivation and action monitoring. *Biological Psychology*, *72*(2), 123–132. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2005.08.007>
- Boksem, & Tops. (2008b). Mental fatigue: Costs and benefits. *Brain research reviews*, *59*, 125–139. <https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2008.07.001>
- Borg, G. (1998). Borg's Perceived Exertion And Pain Scales. Em *Human Kinetics*.
- Campbell, E., & Jones, G. (2002). Sources of Stress Experienced by Elite Male Wheelchair Basketball Players. *Adapted Physical Activity Quarterly*, *19*(1), 82–99. <https://doi.org/10.1123/apaq.19.1.82>

- Cao, S., Geok, S. K., Roslan, S., Sun, H., Lam, S. K., & Qian, S. (2021). Mental Fatigue and Basketball Performance: A Systematic Review. *Frontiers in Psychology, 12*, 819081. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.819081>
- Cardoso, V. D. (2011). A reabilitação de pessoas com deficiência através do desporto adaptado. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte (Impresso), 33*(2), 529–539. <https://doi.org/10.1590/S0101-32892011000200017>
- Carroll, T. J., Taylor, J. L., & Gandevia, S. C. (2017). Recovery of central and peripheral neuromuscular fatigue after exercise. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985), 122*(5), 1068–1076. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00775.2016>
- Cavedon, V., Zancanaro, C., & Milanese, C. (2015). Physique and Performance of Young Wheelchair Basketball Players in Relation with Classification. *PloS One, 10*(11), e0143621. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143621>
- Costa, J. A., Figueiredo, P., Prata, A., Reis, T., Reis, J. F., Nascimento, L., & Brito, J. (2022). Associations between Training Load and Well-Being in Elite Beach Soccer Players: A Case Report. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(10), 6209. <https://doi.org/10.3390/ijerph19106209>
- Coutinho, D., Gonçalves, B., Travassos, B., Wong, D. P., Coutts, A. J., & Sampaio, J. E. (2017). Mental Fatigue and Spatial References Impair Soccer Players' Physical and Tactical Performances. *Frontiers in Psychology, 8*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2017.01645>
- Crewther, B., Carruthers, J., Kilduff, L., Sanctuary, C., & Cook, C. (2016). Temporal associations between individual changes in hormones, training motivation and physical performance in elite and non-elite trained men. *Biology of Sport, 33*(3), 215–221. <https://doi.org/10.5604/20831862.1201810>

- Csátraljay, G., O'Donoghue, P., Hughes, M., & Dancs, H. (2009). Performance indicators that distinguish winning and losing teams in basketball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 9, 60–66. <https://doi.org/10.1080/24748668.2009.11868464>
- Dallaway, N., Lucas, S. J. E., & Ring, C. (2022). Cognitive tasks elicit mental fatigue and impair subsequent physical task endurance: Effects of task duration and type. *Psychophysiology*, 59(12), e14126. <https://doi.org/10.1111/psyp.14126>
- Diaz, R., Miller, E. K., Kraus, E., & Fredericson, M. (2019). Impact of Adaptive Sports Participation on Quality of Life. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 27(2), 73–82. <https://doi.org/10.1097/JSA.0000000000000242>
- Englert, C. (2017). Ego depletion in sports: Highlighting the importance of self-control strength for high-level sport performance. *Current Opinion in Psychology*, 16, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2017.02.028>
- Enoka, R. M., & Duchateau, J. (2008). Muscle fatigue: What, why and how it influences muscle function. *The Journal of Physiology*, 586(Pt 1), 11–23. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.139477>
- Fortes, L. S., Lima-Junior, D., Barbosa, B. T., Faro, H. K. C., Ferreira, M. E. C., & Almeida, S. S. (2022). Effect of mental fatigue on decision-making skill and visual search behaviour in basketball players: An experimental and randomised study. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 0(0), 1–20. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2022.2058055>
- Freire, P., Silva, P., Mulatinho de Queiroz Pedroso, C., Silva, T., & Souza, F. (2017). *Tomada de decisão no Basquetebol Profissional: Uma revisão sistemática*. 11, 703–709.

- Furley, P., & Memmert, D. (2012). Working Memory Capacity as Controlled Attention in Tactical Decision Making. *Journal of sport & exercise psychology*, *34*, 322–344. <https://doi.org/10.1123/jsep.34.3.322>
- Gantois, P., Caputo Ferreira, M. E., Lima-Junior, D. de, Nakamura, F. Y., Batista, G. R., Fonseca, F. S., & Fortes, L. de S. (2020). Effects of mental fatigue on passing decision-making performance in professional soccer athletes. *European Journal of Sport Science*, *20*(4), 534–543. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1656781>
- Gómez, Pérez, J., Molik, B., Szyman, R. J., & Sampaio, J. (2014). Performance analysis of elite men's and women's wheelchair basketball teams. *Journal of Sports Sciences*, *32*(11), 1066–1075. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.879334>
- Gómez, S. G., & Pérez-Tejero, J. (2017). Wheelchair basketball: Influence of shoulder pain in sport skills. *Revista de Psicología Del Deporte*, *26*.
- Goosey-Tolfrey, V. L., & Leicht, C. A. (2013). Field-based physiological testing of wheelchair athletes. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *43*(2), 77–91. <https://doi.org/10.1007/s40279-012-0009-6>
- Habay, J., Proost, M., De Wachter, J., Díaz-García, J., De Pauw, K., Meeusen, R., Van Cutsem, J., & Roelands, B. (2021). Mental Fatigue-Associated Decrease in Table Tennis Performance: Is There an Electrophysiological Signature? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(24), 12906. <https://doi.org/10.3390/ijerph182412906>
- Hooper, S. L., Mackinnon, L. T., Howard, A., Gordon, R. D., & Bachmann, A. W. (1995). Markers for monitoring overtraining and recovery. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *27*(1), 106–112.



- Hopstaken, J. F., van der Linden, D., Bakker, A. B., & Kompier, M. A. J. (2015). A multifaceted investigation of the link between mental fatigue and task disengagement. *Psychophysiology*, *52*(3), 305–315. <https://doi.org/10.1111/psyp.12339>
- Hwang, I.-S., Lin, Y.-T., Huang, C.-C., & Chen, Y.-C. (2020). Fatigue-related modulation of low-frequency common drive to motor units. *European Journal of Applied Physiology*, *120*(6), 1305–1317. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04363-z>
- Jaarsma, E. A., Dijkstra, P. U., Geertzen, J. H. B., & Dekker, R. (2014). Barriers to and facilitators of sports participation for people with physical disabilities: A systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *24*(6), 871–881. <https://doi.org/10.1111/sms.12218>
- Kluger, B. M., Krupp, L. B., & Enoka, R. M. (2013). Fatigue and fatigability in neurologic illnesses: Proposal for a unified taxonomy. *Neurology*, *80*(4), 409–416. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e31827f07be>
- Kok, A. (2022). Cognitive control, motivation and fatigue: A cognitive neuroscience perspective. *Brain and Cognition*, *160*, 105880. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2022.105880>
- Koros, E. J., Momanyi, J. M., & Chakua, C. K. (2018). The Impact of Occupational Stress on Job Satisfaction Among Kenyan Primary School Teachers. *International Journal of Scientific Research and Management (IJSRM)*, *6*(01), Artigo 01. <https://doi.org/10.18535/ijserm/v6i1.el08>
- Lorist, M. M., Boksem, M. A. S., & Ridderinkhof, K. R. (2005). Impaired cognitive control and reduced cingulate activity during mental fatigue. *Brain Research. Cognitive Brain Research*, *24*(2), 199–205. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2005.01.018>

- MacMahon, C., Schücker, L., Hagemann, N., & Strauss, B. (2014). Cognitive fatigue effects on physical performance during running. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 36(4), 375–381. <https://doi.org/10.1123/jsep.2013-0249>
- Marcora, S. M., Staiano, W., & Manning, V. (2009a). Mental fatigue impairs physical performance in humans. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 106(3), 857–864. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.91324.2008>
- Marcora, S. M., Staiano, W., & Manning, V. (2009b). Mental fatigue impairs physical performance in humans. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 106(3), 857–864. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.91324.2008>
- Martin, K., Meeusen, R., Thompson, K. G., Keegan, R., & Rattray, B. (2018). Mental Fatigue Impairs Endurance Performance: A Physiological Explanation. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(9), 2041–2051. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0946-9>
- Martin, K., Staiano, W., Menaspà, P., Hennessey, T., Marcora, S., Keegan, R., Thompson, K. G., Martin, D., Halson, S., & Rattray, B. (2016). Superior Inhibitory Control and Resistance to Mental Fatigue in Professional Road Cyclists. *PloS One*, 11(7), e0159907. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159907>
- Matias, C. J. A. da S., & Greco, P. J. (2010). Cognição & ação nos jogos esportivos coletivos. *Ciências & Cognição*, 15(1), Artigo 1.
- McEwen, B. S., & Stellar, E. (1993). Stress and the individual. Mechanisms leading to disease. *Archives of Internal Medicine*, 153(18), 2093–2101.
- McMorris, T. (2020). Cognitive Fatigue Effects on Physical Performance: The Role of Interoception. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 50(10), 1703–1708. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01320-w>

- Mellalieu, S., Jones, C., Wagstaff, C., Kemp, S., & Cross, M. J. (2021). Measuring Psychological Load in Sport. *International Journal of Sports Medicine*, 42(9), 782–788. <https://doi.org/10.1055/a-1446-9642>
- Nakamura, F., Moreira, A., & Aoki, M. (2010). Monitoramento da carga de treinamento: A percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? *Revista da Educação Física/UEM*, 21, 1–11. <https://doi.org/10.4025/reveducfis.v21i1.6713>
- Okoro, C. A., Strine, T. W., Balluz, L. S., Crews, J. E., Dhingra, S., Berry, J. T., & Mokdad, A. H. (2009). Serious psychological distress among adults with and without disabilities. *International Journal of Public Health*, 54 Suppl 1, 52–60. <https://doi.org/10.1007/s00038-009-0077-z>
- Oudejans, R. R. D., Koedijker, J. M., Bleijendaal, I., & Bakker, F. C. (2005). The education of attention in aiming at a far target: Training visual control in basketball jump shooting. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 3(2), 197–221. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2005.9671767>
- Pageaux, B., Marcora, S. M., Rozand, V., & Lepers, R. (2015). Mental fatigue induced by prolonged self-regulation does not exacerbate central fatigue during subsequent whole-body endurance exercise. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 67. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00067>
- Pattyn, N., Van Cutsem, J., Dessy, E., & Mairesse, O. (2018). Bridging Exercise Science, Cognitive Psychology, and Medical Practice: Is “Cognitive Fatigue” a Remake of “The Emperor’s New Clothes”? *Frontiers in Psychology*, 9. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2018.01246>
- Peirce, J. W. (2007). PsychoPy—Psychophysics software in Python. *Journal of Neuroscience Methods*, 162(1–2), 8–13. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2006.11.017>

- Penna, E. M., Filho, E., Wanner, S. P., Campos, B. T., Quinan, G. R., Mendes, T. T., Smith, M. R., & Prado, L. S. (2018). Mental Fatigue Impairs Physical Performance in Young Swimmers. *Pediatric Exercise Science*, *30*(2), 208–215. <https://doi.org/10.1123/pes.2017-0128>
- Pereira, G., Souza, D. M. de, Reichert, F. F., & Smirmaul, B. P. C. (2014). Evolution of perceived exertion concepts and mechanisms: A literature review. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, *16*, 579–587.
- Pluhar, E., McCracken, C., Griffith, K. L., Christino, M. A., Sugimoto, D., & Meehan, W. P. (2019). Team Sport Athletes May Be Less Likely To Suffer Anxiety or Depression than Individual Sport Athletes. *Journal of Sports Science & Medicine*, *18*(3), 490–496.
- Ribeiro, M. R. G., Alves, I. dos S., Malachias, W. M., & Morato, M. P. (2022). Frequência e eficácia dos arremessos por classe funcional e zonas de ataque na elite do basquetebol em cadeira de rodas. *Conexões*, *20*, e022002–e022002. <https://doi.org/10.20396/conex.v20i00.8660089>
- Rome 1960—Results*. ([s.d.]). International Paralympic Committee. Recuperado 2 de agosto de 2023, de <https://www.paralympic.org/rome-1960/results>
- Sansone, P., Tessitore, A., Lukonaitiene, I., Paulauskas, H., Tschan, H., & Conte, D. (2020). Technical-tactical profile, perceived exertion, mental demands and enjoyment of different tactical tasks and training regimes in basketball small-sided games. *Biology of Sport*, *37*(1), 15–23. <https://doi.org/10.5114/biolport.2020.89937>
- Scarpina, F., & Tagini, S. (2017). The Stroop Color and Word Test. *Frontiers in Psychology*, *8*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00557>
- Scholey, E., & Apps, M. A. J. (2022). Fatigue: Tough days at work change your prefrontal metabolites. *Current Biology*, *32*(16), R876–R879. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.06.088>

- Seron, B. B., Oliveira de Carvalho, E. M., & Greguol, M. (2019). Analysis of Physiological and Kinematic Demands of Wheelchair Basketball Games-A Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(5), 1453–1462. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003069>
- Silva, A. C. e, Dias, M. R. C., Bara Filho, M., Lima, J. R. P. de, Damasceno, V. D. O., Miranda, H., Novaes, J. D. S., & Robertson, R. J. (2011). Escalas de Borg e OMINI na prescrição de exercício em cicloergômetro. DOI: 10.5007/1980-0037.2011v13n2p117. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 13(2), 117–123. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2011v13n2p117>
- Skucas, K., & Pokvytyte, V. (2017). Short-term moderate intensive high volume training program provides aerobic endurance benefit in wheelchair basketball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(4), 338–344. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06141-7>
- Skučas, K., Stonkus, S., Molik, B., & Skučas, V. (2009). Evaluation of Wheelchair Basketball Skill Performance of Wheelchair Basketball Players in Different Game Positions. *Baltic Journal of Sport and Health Sciences*, 4(75), Artigo 75. <https://doi.org/10.33607/bjshs.v4i75.412>
- Smith, Coutts, A. J., Merlini, M., Deprez, D., Lenoir, M., & Marcora, S. M. (2016a). Mental Fatigue Impairs Soccer-Specific Physical and Technical Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(2), 267–276. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000762>
- Smith, M. R., Chai, R., Nguyen, H. T., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Comparing the Effects of Three Cognitive Tasks on Indicators of Mental Fatigue. *The Journal of Psychology*, 153(8), 759–783. <https://doi.org/10.1080/00223980.2019.1611530>

- Smith, M. R., Coutts, A. J., Merlini, M., Deprez, D., Lenoir, M., & Marcora, S. M. (2016b). Mental Fatigue Impairs Soccer-Specific Physical and Technical Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(2), 267–276. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000762>
- Smith, M. R., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2015). Mental Fatigue Impairs Intermittent Running Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(8), 1682–1690. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000592>
- Smith, Mallick, K., Monforte, J., & Foster, C. (2021). Disability, the communication of physical activity and sedentary behaviour, and ableism: A call for inclusive messages. *British Journal of Sports Medicine*, 55(20), 1121–1122. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-103780>
- Sousa, V. D., Driessnack, M., & Mendes, I. A. C. (2007). Revisão dos desenhos de pesquisa relevantes para enfermagem: Parte 1: desenhos de pesquisa quantitativa. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 15, 502–507. <https://doi.org/10.1590/S0104-11692007000300022>
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643–662. <https://doi.org/10.1037/h0054651>
- Tachibana, K., Mutsuzaki, H., Shimizu, Y., Doi, T., Hotta, K., & Wadano, Y. (2019). Influence of Functional Classification on Skill Tests in Elite Female Wheelchair Basketball Athletes. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 55(11), E740. <https://doi.org/10.3390/medicina55110740>
- Taylor, J. L., & Gandevia, S. C. (2008). A comparison of central aspects of fatigue in submaximal and maximal voluntary contractions. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 104(2), 542–550. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01053.2007>

- Theodorakis, Y. (2008). Self-Talk in Wheelchair Basketball: The Effects of an Intervention Program on Dribbling and Passing Performance. *International Journal of Special Education*.  
[https://www.academia.edu/21924846/Self\\_Talk\\_in\\_Wheelchair\\_Basketball\\_The\\_Effects\\_of\\_an\\_Intervention\\_Program\\_on\\_Dribbling\\_and\\_Passing\\_Performance](https://www.academia.edu/21924846/Self_Talk_in_Wheelchair_Basketball_The_Effects_of_an_Intervention_Program_on_Dribbling_and_Passing_Performance)
- Tokarski, T., & Roman-Liu, D. (2016). Influence of disability type on upper-limb motor skills. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics: JOSE*, 22(4), 463–472.  
<https://doi.org/10.1080/10803548.2016.1182398>
- Tuffrey, C. (2013). Adolescents with physical disability: Seeing the individual in context. *Archives of Disease in Childhood*, 98(5), 373–377.  
<https://doi.org/10.1136/archdischild-2012-302839>
- Van Cutsem, J., De Pauw, K., Vandervaeren, C., Marcora, S., Meeusen, R., & Roelands, B. (2019). Mental fatigue impairs visuomotor response time in badminton players and controls. *Psychology of Sport and Exercise*, 45, 101579.  
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2019.101579>
- Van Cutsem, J., Marcora, S., De Pauw, K., Bailey, S., Meeusen, R., & Roelands, B. (2017). The Effects of Mental Fatigue on Physical Performance: A Systematic Review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 47(8), 1569–1588. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0672-0>
- van der Linden, D., & Eling, P. (2006). Mental fatigue disturbs local processing more than global processing. *Psychological Research*, 70(5), 395–402.  
<https://doi.org/10.1007/s00426-005-0228-7>
- van der Linden, D., Frese, M., & Meijman, T. F. (2003). Mental fatigue and the control of cognitive processes: Effects on perseveration and planning. *Acta Psychologica*, 113(1), 45–65. [https://doi.org/10.1016/s0001-6918\(02\)00150-6](https://doi.org/10.1016/s0001-6918(02)00150-6)

- Vrijkotte, S., Meeusen, R., Vandervaeren, C., Buyse, L., Cutsem, J. van, Pattyn, N., & Roelands, B. (2018). Mental Fatigue and Physical and Cognitive Performance During a 2-Bout Exercise Test. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *13*(4), 510–516. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0797>
- Wang, C., Trongnetrpunya, A., Samuel, I. B. H., Ding, M., & Kluger, B. M. (2016). Compensatory Neural Activity in Response to Cognitive Fatigue. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, *36*(14), 3919–3924. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3652-15.2016>
- Weber, V. M. R., Fernandes, D. Z., Vieira, E. R., Ferreira, S. A., da Silva, D. F., & Queiroga, M. R. (2021). Adaptation of Anaerobic Field-Based Tests for Wheelchair Basketball Athletes. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *92*(4), 715–722. <https://doi.org/10.1080/02701367.2020.1769009>
- Wiehler, A., Branzoli, F., Adanyeguh, I., Mochel, F., & Pessiglione, M. (2022). A neuro-metabolic account of why daylong cognitive work alters the control of economic decisions. *Current Biology*, *32*(16), 3564-3575.e5. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.07.010>
- Yanci, J., Granados, C., Otero, M., Badiola, A., Olasagasti, J., Bidaurrezaga-Letona, I., Iturricastillo, A., & Gil, S. (2015). Sprint, agility, strength and endurance capacity in wheelchair basketball players. *Biology of Sport*, *32*(1), 71–78. <https://doi.org/10.5604/20831862.1127285>
- Yüksel, M. F., & Sevindi, T. (2018). Examination of Performance Levels of Wheelchair Basketball Players Playing in Different Leagues. *Sports*, *6*(1), 18. <https://doi.org/10.3390/sports6010018>



**APÊNDICE A - AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA  
(SESI)**

Belém, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023.

**AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA**

Eu \_\_\_\_\_, diretor responsável do SESI-Serviço Social da Indústria, venho por meio desta informar que autorizo o pesquisador Carlos Mariano Aguiar Ferreira da Silva, aluno do Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento, a desenvolver a pesquisa intitulada “FADIGA MENTAL E DESEMPENHO FÍSICO DE ATLETAS DE BASQUETEBOL EM CADEIRA DE RODAS: UMA ABORDAGEM DE CARGA COGNITIVA INDIVIDUALIZADA”, sob orientação do Prof. Dr. Anselmo de Athayde Costa e Silva.

Declaro conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 466/12. Esta instituição está ciente de suas responsabilidades como instituição co-participante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem estar.

---

Diretor

**APÊNDICE B – AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA  
(ADFPA)**

Belém, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023.

**AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA**

Eu \_\_\_\_\_, diretor responsável do ADFPA - Associação dos Deficientes Físicos do Pará e ALLSTAR RODAS, venho por meio desta informar que autorizo o pesquisador Carlos Mariano Aguiar Ferreira da Silva, aluno do Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento, a desenvolver a pesquisa intitulada “FADIGA MENTAL E DESEMPENHO FÍSICO DE ATLETAS DE BASQUETEBOL EM CADEIRA DE RODAS: UMA ABORDAGEM DE CARGA COGNITIVA INDIVIDUALIZADA”, sob orientação do Prof. Dr. Anselmo de Athayde Costa e Silva.

Declaro conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 466/12. Esta instituição está ciente de suas corresponsabilidades como instituição co-participante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem estar.

---

Diretor do All Star Rodas

**APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO****“FADIGA MENTAL E DESEMPENHO FÍSICO DE ATLETAS DE BASQUETEBOL EM CADEIRA DE RODAS: UMA ABORDAGEM DE CARGA COGNITIVA INDIVIDUALIZADA”**

*Você está sendo convidado (a) a participar de forma anônima do projeto de pesquisa acima citado. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós, mas se desistir a qualquer momento, isso não causará nenhum prejuízo a você.*

Eu, \_\_\_\_\_, residente e domiciliado na \_\_\_\_\_, portador da Cédula de identidade, RG \_\_\_\_\_, e inscrito no CPF \_\_\_\_\_ nascido (a) em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ , abaixo assinado (a), concordo de livre e espontânea vontade em participar como voluntário (a) do estudo “**FADIGA MENTAL E DESEMPENHO FÍSICO DE ATLETAS DE BASQUETEBOL EM CADEIRA DE RODAS: UMA ABORDAGEM DE CARGA COGNITIVA INDIVIDUALIZADA**”

**Objetivo da pesquisa:** O objetivo da pesquisa é investigar os efeitos da fadiga mental no desempenho de um teste de capacidade aeróbia no basquete em cadeira de rodas.

**Procedimentos do estudo:** Caso você aceite participar da pesquisa serão avaliados quanto à sua percepção subjetiva de esforço, sua motivação e sua fadiga mental, no pré-teste. Depois, você irá para uma sala silenciosa, onde permanecerá sentado por 30 minutos. Neste período, quando alocados ao grupo da tarefa fadiga mental você irá completar a tarefa para indução da fadiga mental. No Grupo controle você assistirá a um documentário neutro (condição controle).

**Desconforto e riscos de participação:** Ao participar desta pesquisa, você não correrá nenhum risco quanto a sua integridade física ou moral. Possíveis desconfortos físicos ou aborrecimento ao responder questionários durante a prática do teste de desempenho aeróbico.

**Benefícios da Pesquisa:** Os resultados da pesquisa servirão para técnicos, preparadores físicos e atletas como conhecimento dos efeitos da fadiga mental no desempenho, principalmente no universo do basquete em cadeira de rodas, no qual os atletas podem durante

o período de suas rotinas diárias desenvolver atividade com alta demanda cognitiva. Nesse sentido se faz viável monitorar as atividades com alta demanda cognitivas períodos antes dos jogos dos atletas.

**Esclarecimentos:** Você é convidado a participar da pesquisa, portanto não é obrigado a aceitar e pode se recusar ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa sem qualquer problema. Caso você não se sinta à vontade com algum dos procedimentos, poderá questionar e interrompê-lo. Para isso basta falar com o pesquisador. Em qualquer momento, você poderá pedir mais informações ou esclarecimentos sobre a pesquisa e sua participação. Para informações ou reclamações sobre os aspectos éticos você pode entrar em contato com o pesquisador através dos contatos abaixo relacionados.

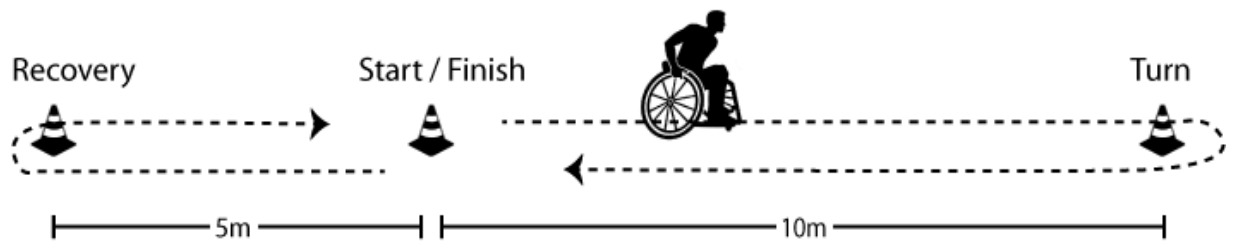
**Confidencialidade:** A sua identidade e de todos os voluntários serão mantidas em total segredo, tanto pelo pesquisador como pela instituição onde será realizada a pesquisa. Os resultados da pesquisa poderão ser divulgados em palestras, cursos, conferências, periódicos científicos ou outra forma de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

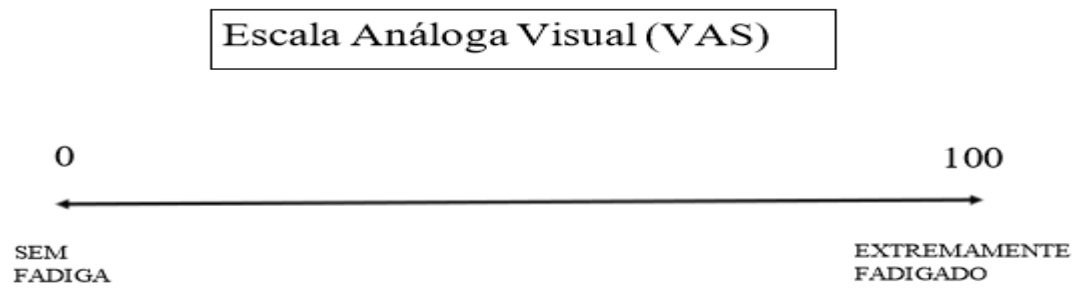
Assinatura

E-mail de contato

**ANEXO A - YO-YO INTERMITENTE TESTE****Teste Yo-Yo intermitente 10m**

**Wheelchair 10m Yo-Yo Test**  
*www.theyoyotest.com*



**ANEXO B – ESCALA VISUAL ANÁLOGA (EVA)****EVA – FADIGA MENTAL**

ANEXO C - ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (PSE)  
PSE

**ESCALA DE BORG**

**6**

**7- Muito Fácil**

**8**

**9- Fácil**

**10**

**11- Relativamente Fácil**

**12**

**13- Ligeiramente Cansativo**

**14**

**15- Cansativo**

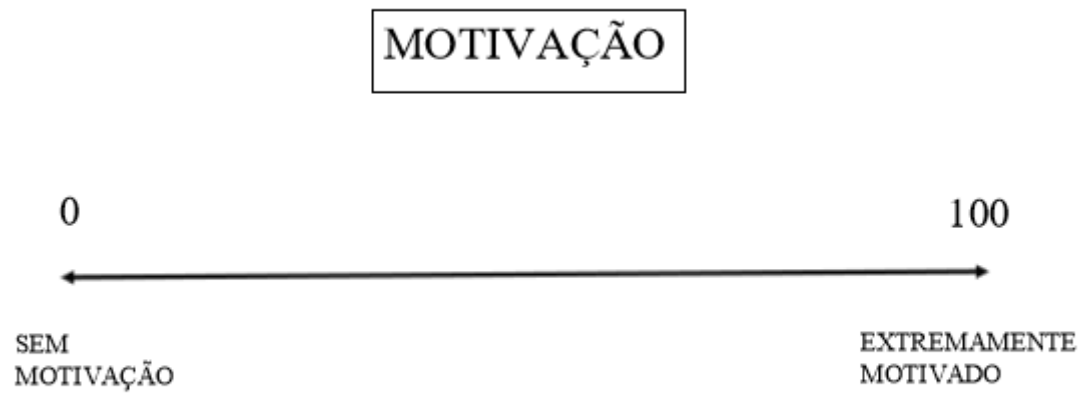
**16**

**17- Muito Cansativo**

**18**

**19- Exhaustivo**

**20**

**ANEXO D – EVA-MOTIVAÇÃO****EVA-Motivação**



## ANEXO E – QUESTIONÁRIO *HOOPER*

### Questionário *Hooper*

#### Índex *Hooper*

Escala subjetiva de qualidade de sono, fadiga, stress e dor muscular (Hooper & Mackinnon, 1995)

##### Sono

- 1 Muito, muito bom
- 2 – Muito bom
- 3 - Bom
- 4 - Medio
- 5 - Mau
- 6 – Muito mau
- 7 – Muito, muito mau

##### Fadiga

- 1 – Muito, muito baixo
- 2 – Muito baixo
- 3 - Baixo
- 4 - Medio
- 5 - Alto
- 6 – Muito alto
- 7 – Muito, muito alto

##### Stress

- 1 Muito, muito baixo
- 2 – Muito baixo
- 3 - Baixo
- 4 - Medio
- 5 - Alto
- 6 – Muito alto
- 7 – Muito, muito alto

##### Dor muscular

- 1 – Muito, muito baixo
  - 2 – Muito baixo
  - 3 - Baixo
  - 4 - Medio
  - 5 - Alto
  - 6 – Muito alto
  - 7 – Muito, muito alto
-