

DANILO LUIZ FAMBRINI



**EFEITO AGUDO DA SUPLEMENTAÇÃO ORAL DE
ADENOSINA TRIFOSFATO (ATP) SOBRE O
DESEMPENHO MUSCULAR E RESPOSTAS
PSICOFISIOLÓGICAS**

DANILO LUIZ FAMBRINI

**EFEITO AGUDO DA SUPLEMENTAÇÃO ORAL DE
ADENOSINA TRIFOSFATO (ATP) SOBRE O DESEMPENHO
MUSCULAR E RESPOSTAS PSICOFISIOLÓGICAS**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano – PPGCMH/UENP, do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual do Norte do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientador (a): Prof. Dr. Claudinei Ferreira dos Santos

DANILO LUIZ FAMBRINI

**EFEITO AGUDO DA SUPLEMENTAÇÃO ORAL DE
ADENOSINA TRIFOSFATO (ATP) SOBRE O DESEMPENHO
MUSCULAR E RESPOSTAS PSICOFISIOLÓGICAS**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano – PPGCMH/UENP, do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual do Norte do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Claudinei Ferreira dos Santos (Orientador)
Universidade Estadual do Norte do Paraná

Prof. Dr. Kleverton Krinski
Universidade Estadual do Norte do Paraná

Prof. Dr. Juliano Casonatto
Universidade Anhanguera

Jacarezinho, 22 de agosto de 2023.

Ficha catalográfica elaborada por Lidia Orlandini Feriato Andrade, CRB 9/1556, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UENP

F198e Fambrini, Danilo Luiz
Efeito agudo da suplementação oral de Adenosina Trifosfato (ATP) sobre o desempenho muscular e respostas psicofisiológicas / Danilo Luiz Fambrini; orientador Claudinei Ferreira dos Santos - Jacarezinho, 2023.
57 p. :il.

Dissertação (Mestrado Acadêmico CMH) - Universidade Estadual do Norte do Paraná, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano, 2023.

1. Exercício físico. 2. Suplementação. 3. Adenosina Trifosfato (ATP). 4. Fadiga muscular. 5. Desempenho físico. I. Santos, Claudinei Ferreira dos, orient.
II. Título.

CDD: 796.1

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus pais, que sempre me deram força e apoiaram em todas as minhas decisões, e a minha companheira de vida, Nathacha Bravin, que foi essencial neste processo, dando todo suporte para que desse tudo certo, vocês são minha inspiração!

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, que mesmo que muitas vezes até sem compreender o quão esta etapa era importante para mim, me apoiaram desde a primeira vez que mencionei meu desejo de realizar mestrado um dia, até este momento, amo vocês.

A minha companheira de vida, Nathacha Bravin, que torceu muito por mim e fez o que era possível para tornar meu caminho mais tranquilo para chegar até aqui, amo você.

Meu grande companheiro Eurico, que encara todos os desafios comigo, os quais sempre nos ajudamos muito. Muito obrigado por abrir mais uma vez as portas da sua casa sempre que precisei, conte sempre comigo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Claudinei Ferreira dos Santos, que mais uma vez me guiou ao longo de mais uma etapa com seu conhecimento. Muito obrigado por acreditar em mim e na minha capacidade para guiar este trabalho.

A todos os meus voluntários, que dispuseram do seu tempo para se deslocar e realizar os testes em prol dessa pesquisa, muitas vezes visando me ajudar, serei sempre grato.

RESUMO

Introdução: A Adenosina Trifosfato (ATP) é uma molécula que tem função de geração de energia para o corpo humano, onde manter seus níveis elevados tem relação direta com a saúde celular e muscular. Sabendo disso, a suplementação via oral aparece como uma possibilidade de garantir tais níveis, sendo normalmente consumida em forma de sal dissódico comumente por meio do suplemento Peak ATP[®], podendo ser consumido de forma aguda ou crônica. **Objetivos:** Verificar a influência de uma dose de ATP sobre o desempenho muscular e respostas psicofisiológicas em adultos. **Métodos:** Se trata de um estudo de intervenção aguda, crossover, randomizado, duplo cego controlado por placebo. Foram recrutados 20 voluntários do sexo masculino, com média de idade de 27,95 anos, saudáveis e com experiência em treinamento resistido. Ocorreram duas visitas ao laboratório, sendo a primeira destinada a ancoragem das escalas de percepção subjetiva de esforço (PSE) e prazer/desprazer (FS) e avaliação da composição corporal, bem como, aplicação do primeiro protocolo. A segunda visita foi destinada a aplicação do segundo protocolo, onde cada um dos protocolos foi composto pela suplementação randomizada de 400mg de Peak ATP[®] ou de placebo, e 30 minutos depois, foram realizadas cinco séries, onde a primeira composta por cinco repetições e as quatro seguintes de dez repetições a 60° por segundo na extensão e flexão de joelho em um dinamômetro isocinético Biodex[®] 4.0, onde foram mensuradas a força muscular e a resistência à fadiga dos voluntários e no final de cada série foram apresentadas de forma aleatória a Escala OMNI-RES e a Escala de Sentimento. Para análise dos dados foi avaliada a normalidade dos dados por meio de Shapiro Wilk, o teste ANOVA medidas repetidas com o *post hoc* de Bonferroni foi utilizado para identificar onde se encontram possíveis diferenças significativas encontradas em dados paramétricos, enquanto em dados não paramétricos foi utilizado o teste de Friedman com *post-hoc* de Wilcoxon e correção de Bonferroni. Para identificar o tamanho do efeito foi realizado o teste *d* de Cohen, e o pacote estatístico utilizado será o IBM SPSS 25.0 com valor de significância adotado de $p < 0.05$. **Resultados:** A suplementação aguda não foi capaz de alcançar melhoras significativas nos indicadores de força muscular. O suplemento reduziu as quedas de força com o avançar do exercício na extensão de joelho em comparação ao placebo ($p < 0,05$), bem como, reduzir a PSE e as quedas de resposta afetivas no decorrer do protocolo ($p < 0,05$). **Conclusões:** A dose aguda de 400mg de ATP não melhorou os indicadores de força muscular dos voluntários, mas foi capaz de reduzir os níveis de fadiga com o avançar do exercício, possibilitando maior desempenho por mais tempo, bem como, menor sensação de esforço e maior resposta afetiva durante o protocolo.

Palavras-chave: Adenosina Trifosfato, suplementação, treinamento resistido, fadiga muscular, desempenho físico

ABSTRACT

Introduction: Adenosine Triphosphate (ATP) is a molecule that has the function of generating energy for the human body, where maintaining high levels is directly related to cellular and muscular health. Knowing this, oral supplementation appears as a possibility to guarantee such levels, and is normally consumed in the form of disodium salt commonly through the Peak ATP® supplement, which can be consumed acutely or chronically.

Objectives: To verify the influence of a dose of ATP on muscular performance and psychophysiological responses in adults. **Methods:** This is an acute, crossover, randomized, double-blind, placebo-controlled intervention study. 20 male volunteers were recruited, with an average age of 27.95 years, healthy and with experience in resistance training. There were two visits to the laboratory, the first being aimed at anchoring the subjective perception of effort (PSE) and pleasure/displeasure (FS) scales and assessing body composition, as well as applying the first protocol. The second visit was intended for the application of the second protocol, where each of the protocols was composed of randomized supplementation of 400mg of Peak ATP® or placebo, and 30 minutes later, five series were performed, where the first consisted of five repetitions and the following four of ten repetitions at 60° per second in knee extension and flexion on a Biodex® 4.0 isokinetic dynamometer, where the volunteers' muscle strength and resistance to fatigue were measured and at the end of each series the Scale was randomly presented OMNI-RES and the Feeling Scale. For data analysis, the normality of the data was assessed using Shapiro Wilk, the ANOVA repeated measures test with Bonferroni's post hoc test was used to identify possible significant differences found in parametric data, while in non-parametric data the Friedman test with Wilcoxon post-hoc and Bonferroni correction. To identify the effect size, Cohen's d test was performed, and the statistical package used will be IBM SPSS 25.0 with an adopted significance value of $p < 0.05$.

Results: Acute supplementation was unable to achieve significant improvements in muscle strength indicators. The supplement reduced strength drops as the knee extension exercise progressed compared to placebo ($p < 0.05$), as well as reducing RPE and drops in affective response throughout the protocol ($p < 0.05$). **Conclusions:** The acute dose of 400mg of ATP did not improve the volunteers' muscle strength indicators, but it was able to reduce fatigue levels as the exercise progressed, enabling greater performance for longer, as well as less sensation of effort and greater affective response during the protocol.

Keywords: Adenosine Triphosphate, supplementation, resistance training, muscle fatigue, physical performance

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
1.1 Apresentação do problema e justificativa.....	08
1.2 Objetivos.....	09
1.2.1 Objetivo Geral	09
1.2.2 Objetivos específicos.....	09
2 REVISÃO DA LITERATURA	10
2.1 Adenosina Trifosfato (ATP).....	10
2.1.1 Biodisponibilidade de ATP.....	12
2.2 Efeitos da suplementação de ATP no desempenho físico.....	14
2.3 Treinamento Resistido e respostas psicofisiológicas.....	19
3 METODOLOGIA.....	26
3.1 Caracterização do estudo e procedimentos éticos.....	26
3.2 População e amostra.....	26
3.3 Desenho do estudo.....	27
3.4 Instrumentos e técnicas de coleta de dados.....	27
3.4.1 Composição Corporal.....	27
3.4.2 Alimentação e Suplementação.....	28
3.4.3 Força Muscular.....	28
3.4.4 Fadiga Muscular.....	28
3.4.5 Percepção Subjetiva de Esforço (PSE).....	29
3.4.6 Prazer com o Exercício.....	29
3.5 Definição das variáveis.....	30
3.6 Análise dos dados.....	31
4 RESULTADOS	32
5 DISCUSSÃO.....	39
6 CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS	45
APÊNDICES.....	52
ANEXOS	55

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do problema e justificativa

A Adenosina Trifosfato (ATP) é uma molécula diretamente relacionada as atividades de biossíntese dentro das células e tem como função gerar energia intracelular primária. Com relação a sua ação extracelular, o ATP e seus metabólitos regulam processos como as funções cardíacas, a metabolização do glicogênio hepático, o fluxo sanguíneo, a neurotransmissão de impulsos e a contração muscular em atividade (JAGER et al. 2014).

O elevado nível de ATP é reconhecido na literatura com forte relação a melhoria da saúde, especialmente muscular e celular, e o aumento do desempenho atlético (JORDAN et al. 2004; HERDA et al. 2008). Sabendo disso, a suplementação de ATP via oral surge como uma possibilidade de potencializar os níveis de ATP e já tem sido estudada em diversas situações e dosagens, como por exemplo, Jordan et al. (2004), o provável primeiro estudo com esse suplemento no exercício físico, que analisou dosagens de 150mg e 225mg, enquanto Wilson et al. (2012) utilizaram 400mg, e Moura et al. (2021) compararam 100mg, 200mg e 400mg, geralmente ofertado em forma de sal dissódico em cápsula, onde entre as dosagens testadas, 400mg tem mostrado resultados mais sólidos e seguros na literatura até o momento.

Em todos os estudos supracitados, o suplemento utilizado foi o Peak ATP[®], suplemento comercializado nos Estados Unidos há 20 anos e que é considerado seguro até a utilização diária de 800mg e não consta na lista de substâncias proibidas pela Agência Mundial de Antidoping, a WADA (WORLD ANTI-DOPING AGENCY, 2022).

Na literatura pode-se encontrar protocolos de suplementação utilizando o Peak ATP[®], variando de 15 dias até 12 semanas, onde foram encontrados melhorias em variáveis como fluxo sanguíneo, no teste de uma repetição máxima (1RM), pico de torque isocinético, número de repetições executadas, volume de carga total, potência em salto vertical, redução da fadiga muscular, aumento da massa muscular (JORDAN et al. 2004; RATHMACHER et al. 2012; JAGER et al. 2014).

Ao contrário de outros suplementos que auxiliam no aumento da força muscular e na recuperação, que exigem uso contínuo, foram realizados alguns poucos estudos sobre o efeito agudo da suplementação de ATP, onde suplementando apenas 30 minutos precedendo o exercício foram encontrados resultados positivos no número total de repetições realizadas, volume total de carga, menor esforço percebido e no consumo de oxigênio (FREITAS et al. 2019; MOURA et al. 2021).

A aderência ao treinamento resistido é uma grande preocupação a nível mundial, pois, para garantir todos os benefícios oriundos do método de treinamento é necessário que seja praticado regularmente (ASHTON et al. 2020). A literatura relaciona diretamente as respostas psicofisiológicas com a adesão e aderência ou não de qualquer exercício físico (MACHADO et al. 2019). Portanto, avaliar e analisar dados como a percepção subjetiva de esforço (PSE) e o prazer/desprazer com o exercício se torna importante para encontrar caminhos que possam levar a maior participação da população ao treinamento resistido e o exercício físico em geral.

Apesar de alguns resultados positivos, ainda existem lacunas acerca dos efeitos da suplementação aguda de ATP sobre o desempenho muscular, bem como, percepção de esforço e respostas afetivas, tornando importante a investigação, pois, podem trazer informações relevantes acerca de potenciais benefícios para competidores em modalidades de força, potência e resistência muscular, bem como, sobre o possível auxílio da suplementação de ATP sobre o conforto durante o treinamento de resistido e adesão.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Investigar os efeitos de uma única dose de Adenosina Trifosfato (ATP) dissódico sobre o desempenho muscular e respostas psicofisiológicas de adultos treinados.

1.2.2 Objetivos específicos

Identificar as respostas da suplementação aguda de ATP no pico de torque, trabalho total e índice de fadiga na extensão e flexão de joelho de adultos treinados por meio da dinamometria isocinética.

Analisar o comportamento da percepção subjetiva de esforço com o avançar das séries de dinamometria isocinética com a utilização de diferentes protocolos de suplementação.

Identificar as alterações com relação ao prazer e desprazer com o avançar das séries em exercício de força com diferentes suplementos

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Adenosina Trifosfato (ATP)

Em todas as ações do cotidiano, seja em atividade ou repouso, durante o sono ou acordado, é necessário energia para que seja possível manter as funções corporais. Tal necessidade se intensifica durante a prática de exercícios físicos, para que os músculos possam ter energia suficiente para garantir a geração de força e garantir o movimento corporal. A principal fonte para garantir essa oferta energética se dá pelo consumo de alimentos orgânicos, onde os macro nutrientes (gorduras, carboidratos e proteínas) existentes nos alimentos, bem como, os suplementos alimentares, se tornam substratos energéticos (ácidos graxos, glicose e aminoácidos) que absorvidos pelas células se transformam em uma espécie de “combustível” utilizada pelo corpo para manter o metabolismo em atividade e atividades físicas de diferentes intensidades (BURGOMASTER et al. 2006; VOLP et al. 2011).

Todos os substratos oriundos dos alimentos e suplementos ingeridos, são transformadas em Adenosina Trifosfato ou o Trifosfato de Adenosina (ATP), conhecida como a moeda de troca utilizada para geração de energia no corpo humano, a qual é composta por uma adenina, uma ribose e três moléculas de fosfato (ROBERGS, 2004; KRAEMER; FLECK; DESCHENES, 2016).

O ATP foi relatado pela primeira vez por Karl Lohmann, em 1929. O químico alemão realizou o isolamento da ATP de outros extratos hepáticos e musculares. A molécula se encontra em todas as células do corpo humano e faz parte de todas as ações de geração de energia por processos fisiológicos. A famosa moeda de troca universal de energia, trabalha diretamente nas ações vitais das células, atuando na saúde muscular e é essencial para a vida (JAGER et al. 2021). O ATP é capaz de gerar 30,6 kJ/mol ou 7,3 kcal/mol a partir de um processo que consome uma molécula de fosfato, tornando-a Adenosina Difosfato (ADP), que imediatamente passa por uma reciclagem dentro da mitocôndria, onde recebe uma Adenosina Monofosfato (AMP) novamente por meio de fosforilação, retornando ao estado de ATP (Figura 1). Esse processo é repetidamente realizado de 2000 a 3000 vezes em 24 horas (LANGEN & HUCHO, 2008).

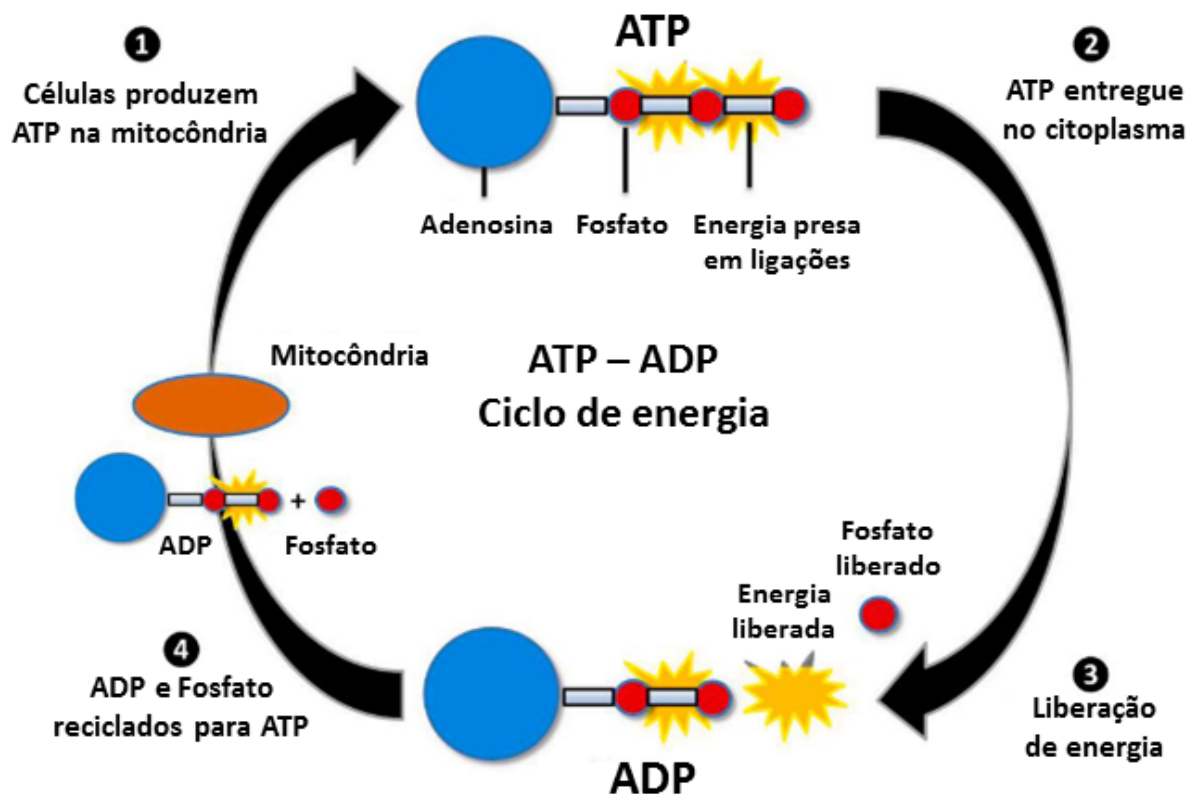


Figura 1. Ciclo ATP-ADP adaptado de Jager et al. (2021).

O ATP tem função de combustível para as constantes atividades celulares, e seus níveis de concentração intracelular geram diferentes sinais nas células. Essa sinalização proporcionada pelo ATP ocorre inicialmente nas células nervosas e os tecidos musculares por todo o corpo. A função do ATP no aumento da capacidade de ação do cálcio existente no músculo esquelético e outras variáveis da contração muscular já foi bem estudada ao longo dos anos (Burnstock, 2007). No entanto, são diversas as funções do ATP no organismo, como vários papéis nas sinalizações celulares, atua também determinantemente na neurotransmissão, na função cardíaca, vasodilatação, nas funções das plaquetas, no bloqueio do efluxo de cloreto e no metabolismo do glicogênio hepático (KHAKH & BURNSTOCK, 2009).

Para que diversas reações químicas possam ocorrer e produzir ATP, existem três vias metabólicas. A primeira via é a anaeróbia, a qual é capaz de acontecer mesmo sem a presença suficiente de oxigênio, onde é subdividida em anaeróbio alático, onde não produz o ácido lático como subproduto, utilizando a via fosfocreatina, e anaeróbio láctico, na qual, gera ácido lático como subproduto final por meio da via glicolítica. Por fim, existe a via aeróbia, a qual depende da oferta necessária de oxigênio para geração de energia e é conhecida por ser a via

com maior capacidade de produção de ATP, utilizando a via oxidativa (KRAEMER; FLECK; DESCHENES, 2016; ROBERGS, 2004).

2.1.1 Biodisponibilidade de ATP

Com sua importância para a saúde e desempenho estabelecidas, é importante garantir bons níveis de ATP no organismo. Sabe-se que sua concentração intracelular é superior a extracelular, o que é explicado pelo seu período de ação curto. No momento em que é metabolizado, o ATP exógeno é armazenado nos eritrócitos, que tem como uma de suas funções garantir que os níveis de plasmáticos de ATP extracelulares sejam preservados (GORMAN et al. 2007). Além disso, os eritrócitos demonstram capacidade de absorção e transporte eficaz de moléculas de ATP por todo o corpo mesmo em condições de hipóxia extrema, ação que fica evidente durante a prática de esforços de alta intensidade (CASEY & JOYNER, 2012). Como resposta, pesquisadores acreditam que a molécula de ATP e o receptor P2Y se liguem no endotélio, ocasionando vasodilatação, potencializando o fluxo sanguíneo nos tecidos, que por sua vez, remove os metabólitos e potencializa a entrega de nutrientes por todo o corpo (PURPURA et al., 2017).

Os metabólitos oriundos do ATP, como por exemplo, a adenosina, tem a capacidade de motivar a ações purinérgicas de diversos receptores, levando a vasodilatação e hiperpolarização das arteríolas, bem como, potencializando atividades hemodinâmicas do ATP (HEINONEN et al. 2012). Quando se trata de sua atividade extracelular, estudos como os de Homsher et al. (1996) e Sandoná et al. (2005) identificaram que o ATP é capaz de ativar o receptor P2X4, o qual potencializa o influxo do cálcio intracelular e permite maior desempenho na contração muscular. Levando assim, a crer que o ATP adquirido de forma exógena tem a capacidade de reduzir os indicadores de fadiga na prática de exercícios, minimizando os resíduos produzidos pelo organismo durante a atividade e fornecendo maior oferta de substratos para prolongar o tempo em esforço.

A literatura traz diversos pesquisadores que, cientes disso, buscam formas de administrar ATP com intuito de alcançar uma oferta abundante, onde podemos citar a administração intravenosa utilizada por Rapaport, Salihova & Abraham, (2015), ATP dissódico via oral em cápsulas com revestimento entérico, utilizado por Jordan et al. (2004), Coolen et al. (2011), formas mistas de suplementação como no estudo de Arts et al. (2012) e a forma mais utilizada, ATP dissódico sem revestimento entérico utilizado por Purpura et al. (2017), Freitas et al. (2019), Moura et al. (2021) entre outros.

Com relação ao estudo de Arts et al. (2012), os pesquisadores objetivaram avaliar diferentes formatos de suplementação de ATP sobre a sua biodisponibilidade no sangue, onde optaram por realizar cinco diferentes protocolos agudos, realizados de forma cruzada e randomizada, onde, de forma oral, 5000mg em capsula com revestimento entérico para absorção na parte proximal no intestino delgado, outra dose semelhante mas com revestimento entérico para absorção distal no intestino delgado, além de uma dose de placebo, todos eles ingeridos com água mineral. Outros dois protocolos foram realizados por meio de um tubo naso duodenal, que partia da narina e entregava o suplemento ou o placebo diluído em 100ml de água diretamente no estômago. No estudo não foram encontradas diferenças significativas nos níveis de ATP em nenhuma das condições testadas, mas é necessário salientar algumas peculiaridades deste estudo em comparações aos outros estudos sobre o tema. O suplemento utilizado não foi o Peak ATP da TSI, que é o suplemento comercializado e comumente utilizado em pesquisas, e sim, fornecido pela Pharma Waldhof GmbH, Düsseldorf na Alemanha. Apesar da dosagem extremamente elevada em comparação a outros estudos, o fato de no formato de capsulas haver revestimento entérico, independentemente se manipulado para ser absorvido na região proximal ou distal do intestino delgado, não foi capaz de permitir a absorção completa, aliás, os autores constataram que mesmo após mais 120 minutos não havia sido liberado totalmente o ATP das capsulas, o que possivelmente afetou o resultado final do estudo.

A utilização contínua de ATP de forma intravenosa leva a aumentos dos pools de ATP nos eritrócitos de 40 a 60%. Enquanto mecanismos favorecem os acúmulos dentro dos eritrócitos, quando consumido de forma exógena o ATP tem uma degradação rápida em ADP (RAPAPORT, SALIKHOVA & ABRAHAM, 2015). Isso se dá por conta das moléculas de ATP serem desfosforiladas em ADP quando expostas em ambientes ácidos, como podemos observar no estômago. O pH dentro do processo de digestão tem alterações que variam de altamente ácido no estômago (pH em torno de 2,0), tendo aumento no duodeno (em torno de 6,0) e alcançando o seu maior valor no íleo terminal (aproximadamente 7,4), sendo que o ATP mostra-se estável em ambiente com pH de 6,8 a 7,4 (ALBERTY, 1998).

Dessa forma, visando a proteção do ATP perante a acidez estomacal, os primeiros estudos sobre a suplementação via oral de ATP foi realizada com revestimento entérico (Jordan, et al. 2004; Coolen, et al. 2011; Arts, et al. 2012), que se trata de uma barreira polimérica que inibe a dissolução em ambiente gástrico. No entanto, nenhum dos estudos conseguiu aumentar os níveis de concentração de ATP ou seus metabólicos no sangue, o que posteriormente, foi identificado que para a absorção ideal, o revestimento entérico de ATP

deve ser dissolvido a um pH de 5,5, que é o pH aproximado encontrado no duodeno proximal, sugerindo que o revestimento entérico protegeu em demasia a capsula de ATP, levando a uma absorção parcial (JAGER et al. 2021).

Após tais descobertas, pesquisadores especularam os resultados provenientes da suplementação sem o revestimento entérico, ou seja, ATP como sal dissódico (Rathmacher et al. 2012; Wilson et al. 2013; Purpura et al. 2017; Freitas et al. 2019; Moura et al. 2021), apoiados pela capacidade de tampão de ATP em tal formato, em pH 4,0 a 4,5, como descrito por Metzler (1977), e que levaria a absorção completa na corrente sanguínea, diferente do ocorrido com a presença do revestimento entérico (JAGER et al. 2021).

Em estudo recente, onde os pesquisadores utilizaram 15 dias de suplementação com 400mg por dia do suplemento Peak ATP® dissódico, encontrou-se resultados significativos no aumento dos níveis sanguíneos de ATP, ADP e AMP, 30 minutos após realização de exercício de alta intensidade no grupo suplementado com relação ao grupo placebo (PURPURA et al. 2017). Tais achados diferem dos estudos que utilizaram ATP com revestimento entérico (Jordan et al., 2004; Coolen et al., 2011; Arts et al., 2012), que não encontraram diferenças nos níveis de ATP, sugerindo que a suplementação em sal dissódico se mostra mais interessante (JAGER et al. 2021).

2.2 Efeitos da suplementação de ATP no desempenho físico

O desempenho físico e as variáveis que o influenciam são frequentemente abordadas por pesquisadores, onde um dos principais fatores que afetam o desempenho é a capacidade de produzir força. A força muscular é definida por Platonov (2008) como “a capacidade de superar ou opor-se a uma resistência por meio da atividade muscular”, sendo assim, uma boa definição quando relacionamos a força com as mais diversas atividades físicas. A capacidade motora força pode ser manifestada de duas formas, sendo elas: a força rápida e a resistência de força, onde a primeira é relacionada a força explosiva e força máxima, enquanto a segunda é ligada a capacidade de resistência à fadiga (Figura 2) (SCHMIDTBLEICHER, 1997).

Para a compreensão de cada uma das manifestações de força, é necessário entender o conceito de cada uma delas, onde a força de partida, um dos componentes da força rápida, é conceituado por Schmidbleicher (1992) como a capacidade que o sistema neuromuscular tem para produzir força no primeiro impulso de contração até o pico de força. Quando a força de partida atua no ápice de seu desempenho, é capaz de recrutar o máximo de unidades motoras e garantir nível elevado de força inicial. Wersconshanskij (1972) foi o primeiro a introduzir

esse componente de força e destaca que para ser caracterizada a força de partida, considera-se o total da força gerada até 50ms após a contração ser iniciada. A literatura não traz muito conteúdo acerca da força de partida, pois, sua característica minimiza a possibilidade de aplicação de protocolos práticos.

Já a força rápida pode ser definida como o maior resultado da força x tempo, gerando assim o maior impulso dentro do tempo estipulado de ação. Neste contexto, a produção da força se dá pela força explosiva e o tempo que a força máxima se mantém aplicada (SCHMIDTBLEICHER, 1992). Com relação a resistência de força, ela foi definida por Frick (1993) como “capacidade do sistema neuromuscular de produzir o maior somatório de impulsos possível sob condições metabólicas predominantemente anaeróbias e de fadiga”, ou seja, se caracteriza pela geração de um impulso capaz de ser manter elevado por um tempo estipulado e quão maior for a sua resistência a fadiga, leva o praticante a se manter em alto desempenho por um tempo maior.

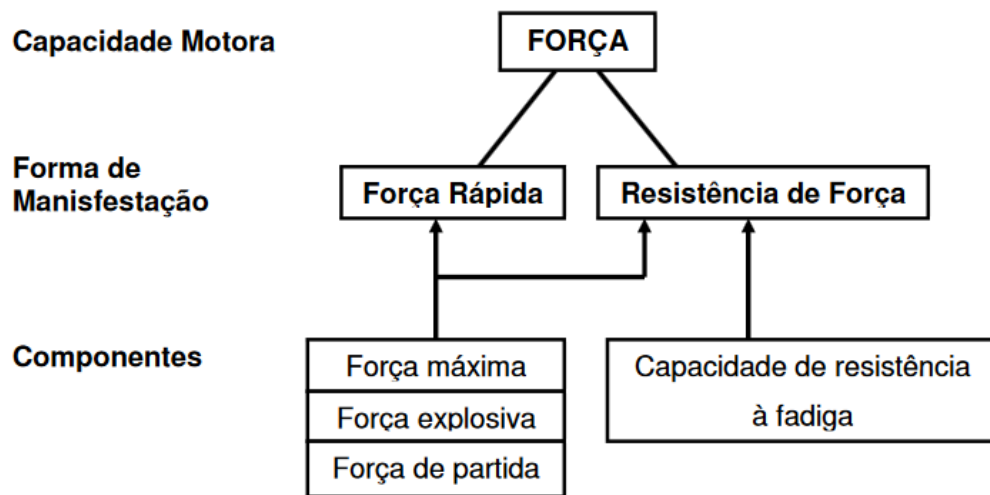


Figura 2. Manifestações da força muscular (SCHMIDTBLEICHER, 1997).

A fadiga muscular, ou fadiga física, se dá pela incapacidade de gerar força em meio a uma atividade física. Tal processo é complexo e após anos de pesquisa, acredita-se ser multifatorial, como por exemplo, o excesso de danos musculares, fadiga no sistema nervoso central e insuficiência de energia para manter a contração muscular ideal (REID, 2016). Compreender os mecanismos que interferem na geração de força muscular permite a possibilidade de pensar em estratégias para prevenir a fadiga em meio ao exercício físico e garantir melhor desempenho do praticante.

O acompanhamento alimentar profissional e suplementação são estratégias muito comuns e eficientes para prevenir efeitos deletérios da geração de força. Tendo em vista os benefícios proporcionados pela combinação do treinamento físico e o acompanhamento nutricional, profissionais relacionados à nutrição esportiva buscam frequentemente criar produtos que possam acelerar ou acentuar os ganhos no desempenho muscular, bem como, a recuperação muscular pós-exercício (PURPURA et al. 2017).

Nos últimos anos, o número de suplementos alimentares capazes de atenuar a fadiga muscular é crescente (BOIT et al. (2017).

Sabe-se que durante o período em que o indivíduo está praticando exercícios físicos a demanda de ATP sofre um aumento de até 100 vezes quando comparado ao estado de repouso. Isso ocorre pelo fato da elevada oferta de energia ser essencial para a atividade muscular, e o ATP tem função essencial no controle da contração muscular por meio das pontes de actina e miosina e o controle da excitabilidade muscular (HOSTRUP & BANGSBO, 2017). Portanto, manter os níveis de ATP elevados se faz necessário para garantir o bom desempenho do praticante, e nem sempre a energia fornecida pelos alimentos supre essa necessidade, levando a fadiga muscular (MA et al. 2021).

A criação da suplementação de ATP via oral e os estudos relacionados a ele se deram pela suposição de que ele seria capaz de melhorar a relação ATP-ADP com a prevenção da queda dos níveis de ATP, o que conseqüentemente, seria capaz de oferecer a possibilidade do indivíduo manter os níveis de desempenho por mais tempo e gerando mais adaptações oriundas do treinamento físico (JAGER et al. 2021).

Na literatura, existem até o momento, apenas oito estudos investigando a suplementação de ATP via oral com o desempenho físico, todos eles randomizados, duplo cego e controlados por placebo e avaliando voluntários com experiência em treinamento resistido ou ao menos recreativamente ativos.

O primeiro estudo com essa temática realizou um comparativo entre dosagens de 150 e 250mg de ATP dissódico com revestimento entérico, em um período de 14 dias (JORDAN et al. 2004). Avaliados no teste de Wingate e 70% de 1RM no supino reto, onde não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos e somente a suplementação com 250mg gerou melhorias na carga levantada e número de repetições por série no supino reto em comparação ao momento pré. Na única revisão sistemática sobre tal suplementação, os autores mencionam que a dosagem baixa e o revestimento entérico podem explicar os baixos resultados com o suplemento (JAGER et al. 2021).

Posteriormente, todos os estudos optaram pela suplementação de ATP dissódico sem revestimento entérico em diferentes doses e tempos de administração. O primeiro estudo esportivo com esse ATP foi realizado por Rathmacher et al. (2012), que utilizou dosagens de 400mg/dia fracionados por duas doses (pré almoço e pré jantar) em comparação com placebo, crossover, por um período de 15 dias, com homens e mulheres recreativamente ativos. Os autores realizaram um teste de fadiga em um dinamômetro isocinético com três séries de 50 repetições na extensão de joelho a 120° por segundo. O grupo ATP teve níveis de fadiga reduzidos e o pico de torque mínimo (menor pico de torque apresentado nas últimas dez repetições) foi maior, sugerindo que a suplementação conseguiu sustentar um melhor desempenho muscular por mais tempo.

Na sequência, foram publicados dois artigos utilizando os protocolos com períodos de suplementação mais longos até o momento, 12 semanas de suplementação de 400mg de ATP, ambos em homens adultos jovens (WILSON et al. 2013; JAGER et al. 2014). O primeiro estudo além de controlar a suplementação, padronizou o treinamento de alta intensidade e a dieta durante o estudo. Foram recrutados dois grupos que de forma randomizada foram dispostos em grupo ATP e grupo controle. Foram encontradas melhoras significativas no aumento da massa muscular, força e potência no grupo ATP em comparação ao grupo controle, além de prevenir os efeitos de overreaching (WILSON et al. 2013).

No segundo estudo, 400mg de Peak ATP® foram ingeridos diariamente e foram avaliados o fluxo sanguíneo e a dilatação da artéria braquial com 0, 4, 8 e 12 semanas, avaliadas antes da suplementação, 30 minutos após, logo após o exercício, três e seis minutos após o exercício, onde nesses momentos realizavam exercício de flexão de cotovelo até a exaustão. Os pesquisadores encontraram aumentos significativos no fluxo sanguíneo e dilatação da artéria braquial, especialmente após o exercício, o que pode explicar o efeito ergogênico do suplemento encontrado na literatura (JAGER et al. 2014).

Em um estudo com 15 dias de suplementação de 400mg de Peak ATP® e placebo, onde foram avaliados homens adultos jovens com experiência em treinamento resistido e avaliados em um protocolo de sprints repetidos em cicloergômetro, foram analisados os níveis de potência ao longo dos sprints, além dos níveis de ATP e seus metabólitos (ADP e AMP), onde o grupo ATP apresentou níveis significativamente maiores de ATP, ADP e AMP em comparação ao momento pré e o grupo placebo. Com relação ao desempenho, o grupo ATP sustentou a performance ao longo dos sprints enquanto o grupo placebo teve quedas significativas (PURPURA et al. 2017).

Em 2019, foi elaborado o primeiro estudo visando analisar os efeitos da suplementação aguda de ATP em adultos jovens com experiência em treinamento resistido avaliados 30 minutos após consumir o suplemento em um exercício composto de quatro séries de meio agachamento a 80% de 1RM até a falha. O grupo ATP apresentou maior número de repetições total, maior volume de carga levantada, além de maior gasto calórico e frequência cardíaca.

No estudo mais recente utilizando Peak ATP[®] dissódico, Moura et al. (2021) buscaram realizar um comparativo entre o efeito agudo de uma dose do suplemento em diferentes doses (100mg, 200mg e 400mg) e placebo de forma randomizada e crossover no exercício resistido até a falha, também utilizando quatro séries de agachamento a 80% de 1RM até a falha executado 30 minutos após a suplementação. O grupo 400mg apresentou melhor desempenho na primeira série e no total de repetições somando todas as séries, no total de carga levantada, bem como, menor taxa de percepção de esforço, sugerindo que é a dose mínima capaz de oferecer resultados agudos no desempenho.

O estudo mais recente sobre a suplementação oral de ATP, foi realizado por Dufner et al. (2023) que avaliaram homens e mulheres fisicamente ativos após 14 dias de suplementação de 400mg de Peak ATP[®] além de uma dose 30 minutos pré-teste em um protocolo crossover, randomizado, duplo cego e controlado por placebo. No estudo os voluntários foram submetidos a um teste de esforço máximo de três minutos em um cicloergômetro. No estudo não foram encontradas diferenças significativas comparando o grupo ATP e o grupo placebo com relação a potência máxima, média, tempo para alcançar a potência máxima e índice de fadiga. Os autores relatam que o fato de se tratar de um exercício contínuo de três minutos pode afetar o efeito mecânico do ATP exógeno, mais característico em exercícios de intervalados, inclusive sendo uma sugestão dos autores para estudos futuros.

A única revisão sistemática diretamente relacionada ao ATP é recente e traz todos os artigos existentes até a data de sua publicação sobre o tema, onde só não contemplam o artigo de Moura et al. (2021) e Dufner et al. (2023), e tal revisão destaca como benefícios da suplementação via oral de ATP a força e potência muscular, a recuperação, a atenuação da fadiga muscular, melhorias na composição corporal, nos aspectos cardiovasculares e a redução da degradação de ATP (JAGER et al. 2021).

2.3 Treinamento Resistido e respostas psicofisiológicas

A inatividade física é uma preocupação global, pois, além de ser uma das principais causas de morte no mundo, tem efeito econômico negativo, bem como, sociais e ambientais (RHODES et al. 2017). Em contrapartida, o exercício físico é estabelecido como uma atividade que promove diversos benefícios para a saúde do praticante quando realizado frequentemente.

O Treinamento Resistido (TR), também podendo ser encontrado na literatura como treinamento com pesos, treinamento de força, é caracterizado pela existência de uma resistência que precisa ser vencida, a qual pode ser gerada por meio de máquinas, pesos livres, faixas de resistência, por exemplo, e que tem por objetivo o aumento da força, potência e resistência muscular (MA et al. 2022). O TR praticado de forma regular traz diversos benefícios musculares como hipertrofia, ganhos de força, resistência e potência muscular, mas também atua no controle da pressão arterial (Ashton et al. 2020), na redução do risco de diabetes tipo II (Grontved et al. 2014), dos lipídios no sangue (Tambalis et al. 2009), reduz a ansiedade e sintomas provenientes da depressão (Gordon et al. 2018), além de auxiliar na redução da mortalidade por todas as causas (STAMAKIS et al. 2018). O fato de o TR apresentar inúmeros benefícios em desempenho e saúde, em diferentes populações, faz com que a busca pelo aumento da participação da população seja de grande importância para a saúde pública no mundo (MA et al. 2022).

As instituições que tratam de assuntos vinculados à saúde formularam ao longo dos anos diretrizes e recomendações relacionados a frequência, tempo de atividade e intensidade de acordo com o objetivo que se pretende alcançar (GARBER et al. 2011). Quando falamos de Treinamento Resistido, o ACSM é a instituição internacional que os profissionais da saúde buscam se apoiar para suas prescrições e ele recomenda que adultos em fases iniciais ou intermediárias de treinamento realizem TR duas a três sessões semanais, com exercícios compostos de duas a quatro séries compostas de oito a 12 repetições com uma intensidade executada em torno de 60 a 70% da carga estimada de 1RM, para quem busca aumentos na força e potência muscular (ACSM, 2009). Nos casos de indivíduos com nível de treinamento elevado, Ratamess et al. (2009) destaca que cargas iguais ou superiores a 80% de 1RM são mais adequadas para treinamento específico para desenvolvimento da força muscular.

A prática regular de TR é recomendada para todas as pessoas que buscam melhorias na aptidão física, composição corporal, na prevenção e reabilitação de doenças, assim como, no desempenho esportivo. No entanto, apesar dos benefícios do TR serem conhecidos, e sua

popularidade ter aumentado nas últimas décadas, ainda é baixa a prática regular do mesmo a nível mundial, onde apenas de 1 a 31% dos sujeitos (existindo variações para cada país e regiões, sendo eles compostos pela população sem limitações e pacientes com alguma doença ou limitação física) praticam a modalidade de acordo com suas recomendações de frequência e volume de treinamento (MA et al. 2022). Quando comparamos com os valores relacionados ao exercício aeróbio que alcançam valores médios de 50% dos sujeitos praticando regularmente, notamos que TR está muito abaixo (MACRIDIS et al. 2020).

O treinamento resistido é visto por muitas pessoas como uma modalidade complexa, pois, exige alguns equipamentos ou acessórios específicos, é necessário se atentar as técnicas de execução dos movimentos e muitos ainda o considera voltado para o desempenho ou apenas para estética. Naturalmente, o TR exige mais atenção e esforço do praticante, em comparação a atividades aeróbias, como a caminhada, que apesar de não oferecer os mesmos benefícios, pode ser realizado em locais que o praticante possa diversificar a paisagem, além de não gerar os custos que o TR exige (seja com mensalidade de academia, compra de acessórios para treinar a domicílios), fatores que podem ser determinantes na preferência por uma ou outra modalidade de exercício (RHODES et al. 2017; STEELE et al. 2017).

Bennie et al. (2018), interessados em investigar diversas características sociodemográficas dos praticantes de exercícios resistidos, realizaram um estudo avaliando aproximadamente 400 mil praticantes e constataram que os homens tem maior participação que as mulheres, com relação a idade, os adultos jovens são mais participativos que os mais velhos, de acordo com a etnia, os brancos se mostraram mais adeptos que os outros grupos raciais entrevistados. Com relação ao grau de escolaridade, o estudo mostrou que os voluntários com ensino superior praticam mais TR em comparação a níveis de estudo menores. Por fim, os voluntários com renda financeira maior praticavam mais a modalidade em comparação as rendas mais baixas. Os dois últimos dados relacionam a acessibilidade a informação e consequentemente maior conhecimento sobre os benefícios do método de treinamento que pode ter motivado a prática.

O American College Medicine Sports (ACSM) recomenda que para garantir todos os benefícios da modalidade, é importante basear a intensidade em um determinado nível de sobrecarga externa, de acordo com o percentual de 1RM, considerado ideal para segurança e a eficiência (ACSM, 2009). No entanto, o cuidado com a segurança e a eficácia do treinamento pode não ser suficiente para garantir a aderência do praticante ao método de treinamento, o que, pensando na importância para a saúde pública, se não houver aderência de um grupo elevado de praticantes, não representa impacto relevante. Uma revisão acerca do tema destaca

que é importante considerar as respostas afetivas que o exercício proporciona ao participante, tanto quanto a segurança e a eficácia do mesmo (EKKEKAKIS, PARFITT & PETRUZZELLO, 2011).

Estudo nos anos 80 voltado para analisar a aderência no TR identificou que 50% dos praticantes desistem do protocolo de treinamento ainda nos primeiros seis meses (DISHMAN, 1982). Os números geram mais preocupação em estudo recente que analisou a frequência de mais de 5.000 praticantes e tiveram como resultados que 47% dos sujeitos deixaram a prática no segundo mês, e alcançando incríveis 86% de desistência até o sexto mês, sendo que somente 4% seguem realizando os treinamentos por mais de um ano (SPERANDEI et al. 2016). Uma revisão sistemática buscou respostas sobre fatores que determinam a continuidade na prática de TR e concluíram que as respostas psicofisiológicas foram determinantes para a permanência ou desistência ao programa de treinamento (RHODES et al. 2017).

Existe uma teoria que gira em torno do prazer com determinada ação ou atividade, que leva o praticante a seguir repetindo aquela atividade ou não, se trata da teoria hedônica. Onde, seguindo a teoria, quando o indivíduo tem boas respostas afetivas realizando determinado exercício, esse sentimento tem influência direta sobre a chance de se repetir a prática (KANNEMAN, 1999).

Dessa forma, as reações psicofisiológicas relacionadas a intensidade do exercício e o prazer/desprazer com o mesmo, contribuem para que os profissionais da área consigam garantir maior adesão ao método de treinamento proposto. O corpo humano recebe diversos impulsos do sistema nervoso central tanto em repouso quanto em atividade, e esses impulsos dão sinais de estresse mecânico, hipoglicemia, níveis de ácido láctico, temperatura corporal, atividades hormonais, entre outros sinais interoceptivos que geram diversas percepções (MACHADO et al. 2019).

Existem algumas formas de avaliar a intensidade de treinamento, podendo utilizar marcadores como o nível de lactato sanguíneo, testosterona e/ou cortisol, medidas de frequência cardíaca, mas além desses fatores internos, uma forma globalmente acessível é a percepção subjetiva de esforço (PSE), que é um indicador da intensidade do exercício, desconforto sentido ou a fadiga gerada na prática (BORG, 1982), e se dá pela apresentação de uma escala com valores numéricos que representam as diferentes intensidades da sessão de treinamento, momentos durante o treinamento ou de determinada série específica (NAKAMURA et al., 2010). Uma escala de PSE muito famosa é a Escala de Borg (1982), a qual é composta de 15 pontos, partindo de 6 (nenhum esforço), que deve ser respondida nos

casos até 20% do esforço máximo e terminando em 20 (muito esforço), que deve ser respondida quando estiver exausto. Posteriormente, Forster et al. (2001), realizou uma adaptação da escala de Borg, criando uma escala de 11 pontos partindo de 0 (repouso), até 10 (esforço máximo), numeração que facilita a compreensão e avaliação do praticante. Outra escala muito utilizada é a escala OMNI, que tem em uma de suas variações, a versão OMNI RES, que é dedicada para a PSE no exercício resistido e é composta por 11 pontos, iniciando em 0 “extremamente fácil” e terminando em 10 “extremamente difícil” validada para proposta por Robertson et al., (2003). Outra forma subjetiva para avaliar a intensidade do treinamento e que diferentemente das anteriores não se dá por meio de escala, é o Talk Test ou teste de fala, proposto por Forster et al. (2008), que é um método simples, não invasivo e que tem por objetivo mensurar a intensidade do exercício pela dificuldade do praticante em conseguir falar, partindo da ideia de que em intensidades mais elevadas, se torna difícil conseguir responder com facilidade. Tais avaliações são muito eficazes no que se propõe a avaliar, mas não é capaz de mensurar, também, como o praticante se sente com o método de treinamento. Para conseguir mensurar o sentimento dos praticantes antes, durante ou após a sessão de treinamento, algumas ferramentas são utilizadas, como a Physical Activity Enjoyment Scale (PACES), ou Escala de divertimento, idealizada por Kendzierski & Decarlo (1991), é um instrumento composto por 18 itens o qual o avaliado responderá um número de 1 a 7 para a questão, onde quanto mais próximo de 1 significa que concorda com a pergunta e quanto mais próximo de 7, que a sensação é contrária a pergunta proposta. Algumas questões existentes no PACES são: eu gostei/eu não gostei, eu me diverti/eu odiei, foi muito vitalizante/foi nada vitalizante.

Uma ferramenta utilizada para compreender a relação da resposta afetiva com a possibilidade do avaliado repetir a atividade proposta, é a Escala de intenção futura, a qual é apresentada em percentuais a qual 0% representa “nenhuma intenção”, 50% representa “intenção moderada” e 100% indica “intenção forte” e pode ser aplicada, segundo protocolo de Focht (2013) projetando diferentes prazos como “amanhã”, “na semana seguinte”, “nas próximas duas semanas”, “no mês seguinte”.

Um forte indicador de valência afetiva, já conhecida por influenciar diretamente na adesão ao exercício físico (Kahneman, Diener & Schwarz, 1999), que é mensurada, por exemplo, por meio da Escala de Sentimento, também conhecida como a escala de prazer/desprazer (Feeling Scale), que se trata de uma escala de 11 pontos, indo de -5 “muito ruim” até +5 “muito bom” e foi proposto por Hardy & Rejeski (1989).

Para avaliar a relação entre o TR e as respostas psicofisiológicas, Tavares et al. (2020) realizaram um estudo com adultos jovens onde comparou em um protocolo crossover e randomizado, diferentes intensidades de TR (50 e 80% de 1RM) em 4 séries de exercícios membros superiores (supino reto) e inferiores (extensão de joelho) sobre a PSE e respostas afetivas. O estudo relata que apesar da diferença da sobrecarga, apenas nas primeiras séries o protocolo com maior intensidade apresentou maiores valores de PSE, estabilizando a diferença entre os protocolos nas duas últimas séries, deixando médias finais semelhantes, tanto em membros superiores quanto inferiores. Uma resposta semelhante em ambas as cargas propostas é que com o avançar das séries, a PSE aumenta gradativamente. Com relação as respostas afetivas, supino reto apresentou maiores valores na FS em comparação a extensão de joelho, independente da intensidade de exercício, aliás, com relação a isso, no supino reto, a intensidade mais elevada trouxe resultados afetivos inferiores, enquanto na extensão de joelho não houve diferença afetiva nas diferentes intensidades propostas.

Em outro estudo realizado anteriormente, Focht et al. (2015) analisaram os efeitos agudos de uma única sessão de TR sobre o prazer/desprazer com o treinamento e intenção em realizar o mesmo protocolo futuramente utilizando duas cargas pré-determinadas (40 e 70% de 1RM) e uma carga autosselecionada, ou seja, os voluntários que determinavam a sobrecarga que iriam utilizar. Os pesquisadores apresentaram a escala FS após as três séries de cada um dos exercícios (extensão de joelho, supino, flexão de joelho e puxada), onde identificaram respostas afetivas positivas em todos os protocolos, em especial no protocolo com menor intensidade e no protocolo autosselecionado, tal semelhança pode ser explicada pela carga escolhida ter sido em média de 57% de 1RM. Com relação a intenção futura de repetir o treinamento, os resultados diferem, pois, o protocolo de 70% de 1RM teve valores mais elevados em comparação a 40% de 1RM e a carga autosselecionada seguiu sendo a preferida das voluntárias. Um achado curioso é que os maiores valores afetivos durante a sessão aconteceram logo após os exercícios de membros superiores, assim como Tavares et al. (2020) relataram em seu estudo, mesmo que no caso de Focht et al. (2015) os voluntários tenham sido mulheres treinadas.

O nível de atividade do praticante foi uma variável explorada por pesquisadores, onde em estudo de Frazão et al. (2016), os quais avaliaram os níveis afetivos em jovens adultos ativos e insuficientemente ativos expostos a um protocolo de 10 séries de exercício intervalado de alta intensidade (HIIE). O estudo apresenta valores afetivos superiores no grupo de fisicamente ativo. Além disso, 82,8% dos voluntários ativos apresentaram resultados de HIIE agradável, enquanto o grupo insuficientemente ativo apresentou apenas 37,9%. O

nível de treinamento do praticante e seu perfil físico interferem na valência afetiva em atividades de alta intensidade. Estudo que avaliou mulheres pouco ativas e obesas utilizaram protocolos de HIIT e contínuo aeróbio, onde nos picos de intensidade de HIIT em que a PSE apresentava maiores valores, eram os mesmos momentos que a Escala de prazer/desprazer apresentava os piores números (DECKER; EKKEKAKIS, 2017).

A literatura acerca das respostas afetivas agudas induzidas pelo treinamento resistido traz informações relevantes, como o fato de que indivíduos ativos fisicamente apresentam maior prazer com o exercício em comparação a indivíduos inativos quando utilizadas intensidades moderadas ou elevadas (ROSE & PARTIFF, 2012; FRAZÃO et al. 2016). As respostas agudas podem se tornar importantes para auxiliar na adesão e aderência ao exercício físico, pois, em estímulos consecutivos e positivos, manterá o praticante motivado com a prática e experimentando os benefícios adquiridos da prática regular do exercício físico, pode potencializar o afeto positivo (WILLIAMS et al, 2009).

Suplementos que visam efeito ergogênico, buscam oferecer aumentos de força, potência e resistência muscular, também a recuperação muscular e a redução do índice de percepção de esforço (GOH, et al. 2012). A suplementação de ATP trouxe benefícios com relação a fadiga e PSE, como citado anteriormente. O material relacionando a suplementação com respostas afetivas é muito escasso, mas Bassetto (2011) realizou um estudo para identificar os efeitos da suplementação de carboidrato (maltodextrina) sobre diversas respostas afetivas e PSE de atletas de futsal. O estudo avaliou os voluntários pré, imediatamente após o esforço e 30 minutos após o protocolo. O protocolo de suplementação levou a menores níveis de tensão/ansiedade, depressão, raiva/hostilidade, confusão mental, distúrbio total de humor, além de menores níveis de fadiga, e maiores níveis de vigor em comparação ao protocolo controlado por placebo.

Dessa forma, a literatura relaciona diretamente os aspectos afetivos com a aderência ao exercício físico regular, onde se o praticante estiver em contato com uma situação que o leva a ter uma experiência desagradável, dificilmente a realizará com frequência (EKKEKAKIS, 2017), e tratando-se de TR, fatores que influenciam na aderência se tornam um importante campo para pesquisa e informação, devido a necessidade de sua prática constante para garantir seus benefícios (FLECK, 2011).

Diversas variáveis são capazes de influenciar e modular as respostas afetivas do praticante durante e após as sessões de treinamento, como o tipo do exercício, seu volume e intensidade aplicados, bem como, se o sujeito é inativo, fisicamente ativo ou atleta, se o exercício proposto é realizado em ambiente aberto com contato com a natureza ou em locais

fechados, como também, o estado emocional atual do voluntário (relatos de depressão, ansiedade, estresse, entre outros). Considerando todos esses fatores, diversos pesquisadores sentiram e sentem a necessidade de se aprofundar nos mecanismos das respostas de prazer/desprazer e criar/aperfeiçoar protocolos eficazes para garantir efeitos afetivos positivos ocasionados pelo exercício físico e garantir a maior aderência da população e assim, garantirem todos os benefícios oriundos da prática do exercício físico, seja de forma recreativa ou para alta performance (EKKEKAKIS; HALL; PETRUZZELLO, 2008; OLIVEIRA; DESLANDES; SANTOS, 2015; RHODES; KATES, 2015, EKKEKAKIS, 2017, TAVARES et al. 2020). A utilização de suplemento ergogênico parece capaz de reduzir a PSE e melhorar aspectos emocionais (BASSETTO, 2011). Dessa forma, o Peak ATP®, criado para garantir melhorias no desempenho muscular e garantir maior conforto e tempo em exercício, poderá trazer resultados afetivos positivos aos usuários.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização do estudo e procedimentos éticos

O presente estudo teve um desenho experimental, com intervenção aguda (sessão única), crossover, randomizado e duplo cego controlado por placebo. Para evitar falhas na randomização, um sujeito não envolvido no estudo foi responsável por rotular cada um dos suplementos com o nome dos voluntários.

Os participantes foram avaliados em duas situações, sendo elas: Suplementação com Peak ATP® e suplementação com placebo. Com relação aos testes, para minimizar erros de aprendizagem que pudessem comprometer os dados, os praticantes realizaram na primeira visita ao laboratório uma ancoragem das escalas utilizadas no estudo e nas duas visitas, precedendo cada avaliação isocinética realizaram uma série de 5 repetições a 60° por segundo no protocolo concêntrico/concêntrico para que se adaptassem a intensidade ajustada. O estudo foi submetido para a Plataforma Brasil e aprovado pelo Comitê de ética e pesquisa da Universidade Estadual do Norte do Paraná, sob o parecer nº 6.027.466.

Os voluntários receberam um termo de consentimento livre e esclarecido que foi assinado precedendo o início dos procedimentos. Todas as coletas aconteceram no Laboratório de Biodinâmica do Movimento Humano da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), situado no Centro de Ciências da Saúde (CCS) no Campus de Jacarezinho/PR.

3.2 População e amostra

O prévio cálculo amostral utilizando o programa GPower 3.1 sugeriu o número de 16 voluntários para alcançar o poder de 0,8, e foram recrutados 20 indivíduos precavendo sobre possível perda amostral durante as coletas, fato que não ocorreu, e foi composto por adultos do sexo masculino, saudáveis e com experiência em treinamento resistido.

Como critério de inclusão os voluntários deveriam ter idade de 18 a 45 anos, terem experiência regular com treinamento resistido de no mínimo seis meses, não relatarem lesão músculo-esquelética de membros inferiores, não serem fumantes, não estarem sob tratamento de doença que interfira no desempenho muscular, além de não estarem fazendo uso de suplemento ergogênico nos últimos três meses. Os voluntários que não cumpriram o

protocolo precedendo cada teste, ou não completassem devidamente todo o protocolo de teste proposto seriam excluídos da pesquisa.

O recrutamento aconteceu por meio de divulgação virtual e presencial por banners e panfletos com contato e informações, bem como, todos foram instruídos sobre número de visitas ao laboratório e instruções que deveriam ser seguidas.

3.3 Desenho do estudo

O estudo foi composto por duas visitas ao laboratório, sendo a primeira reservada para a coleta das medidas demográficas, sendo elas: estatura, peso corporal, IMC e composição corporal, bem como, foi realizada a ancoragem das escalas de prazer/desprazer e de percepção subjetiva de esforço.

Nas duas visitas propostas, foram realizados os testes com suplementação de Peak ATP® e suplementação com placebo, realizadas de forma randomizada e separadas por um período de washout de ao menos sete dias. Todas as avaliações foram realizadas no período da manhã e preferencialmente às segundas-feiras.

3.4 Instrumentos e técnicas de coleta de dados

3.4.1 Composição Corporal

A avaliação da massa corporal e da estatura foi realizada por um profissional da área de Educação Física, seguindo os procedimentos descritos por Gordon et al. (1988), onde foi calculado o índice de massa corpórea (IMC) dos voluntários por meio de peso/altura². O peso corporal foi mensurado por meio de uma balança digital Welmy®, com precisão de 50 gramas e capacidade máxima de 200 kg. A estatura foi aferida por meio de um estadiômetro de alumínio acoplado na balança supracitada. Para mensurar a composição corporal, foram coletadas dobras cutâneas utilizando um Adipômetro da marca Lange® (Cambridge Scientific Industries), com resolução milimétrica (mm). As espessuras de dobras cutâneas (EDC) foram aferidas no hemitórax direito dos voluntários seguindo as recomendações de Guedes e Guedes (2006). As equações propostas por Jackson & Pollock (1978), compostas por três dobras, sendo elas: peitoral, abdominal e coxa, que foram utilizadas para calcular a densidade corporal e a equação de Siri (1961) para determinação do percentual de gordura relativa (%G), e posterior cálculo da gordura absoluta (kg) e massa corporal magra (kg).

3.4.2 Alimentação e Suplementação

No dia anterior ao teste os voluntários preencheram recordatório alimentar de 24 horas, evitaram o consumo de produtos que possuam cafeína, não realizaram esforços vigorosos de membros inferiores e cumpriram jejum noturno de oito horas.

Os voluntários se dirigiram ao laboratório no período da manhã em todas as visitas, levando consigo a refeição de sua preferência que foi ingerida juntamente a 400mg de Peak ATP® ou placebo (farinha de arroz) divididos em 2 capsulas de 200mg. Eles foram orientados a repetir a mesma refeição na visita seguinte para minimizar os efeitos da refeição sobre o desempenho.

3.4.3 Força Muscular

Para o teste de força foi utilizado um dinamômetro isocinético da marca BIODEX® 4.0, sendo mensurada a força de extensão e flexão de joelho da perna dominante, por meio de uma série de cinco repetições na velocidade de 60 graus por segundo. Precedendo o início do teste, o dinamômetro foi devidamente ajustado e pronto para armazenar os dados do voluntário seguindo corretamente as normas do fabricante. Antes do início do teste os voluntários realizaram aquecimento em uma bicicleta ergométrica da marca Cefise® durante dois minutos com velocidade de 40 a 60 rpm. Logo em seguida os voluntários foram conduzidos à cadeira isocinética para o início da avaliação.

Seguindo as normas do fabricante, os voluntários foram devidamente estabilizados à cadeira de acordo com o seu biótipo, sendo estabilizados por cintos transversais na região torácica, um cinto na região pélvica e um cinto na perna testada, (altura do quadríceps), a perna dominante era presa junto ao braço alavanca do dinamômetro ficando a almofada de apoio a dois cm do calcanhar e o eixo do dinamômetro paralelo ao eixo da articulação do joelho do voluntário. Ao serem devidamente instruídos do procedimento, os voluntários tiveram uma breve familiarização com o dinamômetro com relação quanto a força e amplitude de movimento.

3.4.4 Fadiga Muscular

O teste de fadiga muscular foi aplicado no mesmo dinamômetro isocinético supracitado, com o voluntário previamente postado, terá início 60 segundos após o teste de

força e foi composta de quatro séries de 10 repetições a 60 graus por segundo com intervalo de 60 segundos entre as séries na extensão e flexão de joelho da perna dominante. A escolha da composição do protocolo se deu visando aumentar a validade externa, já que é um protocolo comumente utilizado em salas de treinamento com pesos.

Foi mensurada a fadiga de cada série por meio do valor de trabalho total (J) extraído do dinamômetro isocinético comparando o declínio entre cada uma das séries.

3.4.5 Percepção Subjetiva de Esforço (PSE)

A percepção subjetiva de esforço foi mensurada por meio da escala OMNI-RES de 0 “extremamente fácil” a 10 “extremamente difícil” validada para exercício resistido por Robertson et al., (2003). Na primeira visita ao laboratório os voluntários passaram por um procedimento de ancoragem da escala, visando melhor aprendizagem com relação ao significado de cada nível e aumentar a precisão. A escala foi apresentada precedendo o protocolo do dia a cada voluntário e posteriormente, entre a penúltima e última repetição de cada série.

3.4.6 Prazer e desprazer com o Exercício

A mensuração de prazer-desprazer com o exercício foi obtida utilizando a Escala de Prazer/desprazer, também conhecida como Escala de sentimento (Feeling Scale) (FS) (Hardy & Rejeski, 1989), que se trata de uma escala que varia de +5 a -5, sendo elas +5 “muito bom”, +3 “bom”, +1 “razoavelmente bom”, 0 “neutro”, -1 “razoavelmente ruim”, -3 “ruim”, -5 “muito ruim”.

Assim como a escala OMNI-RES, a Escala de Prazer/desprazer também foi ancorada na primeira visita ao laboratório e apresentada precedendo o exercício, bem como, entre a penúltima e última repetição de cada série de exercício. A apresentação da Escala de Prazer/desprazer e da escala OMNI-RES aconteceu de forma randomizada visando minimizar vícios de resposta que podem contaminar os resultados.

3.5 Definição das variáveis

	VARIÁVEL	INDICADOR/ UNIDADE/ INSTRUMENTOS	DESCRIÇÃO
Caracterização	Sexo	Masculino	Preenchimento da ficha de informação do respondente
	Idade	20 a 35 anos	Preenchimento da ficha de informação do respondente
Medidas antropométricas	Massa corporal	Balança (kg)	Utilizando balança digital da marca Welmy® devidamente calibrada. Medida realizada com o voluntário descalço e utilizando roupas leves sobre a plataforma da balança.
	Estatura	Estadiômetro (cm)	Foi aferida utilizando um estadiômetro de metal acoplado a uma balança digital Welmy®. O voluntário deveria estar descalço ou de meias, utilizando roupas leves. Foi posicionado com as costas para a parede e em posição anatômica e olhando para frente.
	Dobras cutâneas	Adipômetro (mm)	Mensurada através da medida da espessura das dobras cutânea (peitoral, abdominal e coxa), realizada no hemicorpo direito do voluntário, com o compasso posicionado a aproximadamente 1 cm abaixo dos dedos que pinçam a dobra cutânea, utilizando um adipômetro da marca Lange®.
	IMC	Equação (Kg/m^2)	Foi determinada segundo fórmula.
Desempenho Muscular	Força Muscular	Dinamometria Isocinética (N/m)	Mensurada por meio do dinamômetro isocinético Biodex® 4.0, onde os voluntários realizaram avaliação na articulação do joelho da perna dominante, visando avaliar o desempenho de força dos músculos extensores e flexores em um protocolo concêntrico/concêntrico considerando o valor do pico de torque em cada uma das séries realizadas.
	Fadiga Muscular	Dinamometria Isocinética (J e %)	Mensurada por um dinamômetro isocinético Biodex® 4.0, considerando o valor percentual de diferença no trabalho total (J) e percentual entre as séries.
Percepção de Esforço	Percepção Subjetiva de Esforço	Escala de Percepção de Esforço (score)	Foi utilizada a escala OMNI-RES, validada por Robertson et al. (2003) de 0 a 10, onde 0 é “muito fácil” e 10 “Muito difícil” a qual, foi apresentada aos voluntários imediatamente o fim de cada série realizada.
Variável Afetiva	Prazer/Desprazer com o exercício	Escala de Sentimento (score)	Foi utilizada a Feeling Scale (Hardy & Rejeski, 1989), escala que varia de -5 a +5, onde -5 é “muito ruim”, 0 é “neutro” e +5 “muito bom” a qual, foi apresentada aos voluntários imediatamente o fim de cada série realizada.

3.6 Análise dos dados

Inicialmente foi realizado cálculo para tamanho amostral utilizando o programa GPower 3.1 visando identificar qual número de voluntários seria necessário para alcançar poder de 0.8 (grande). Para normalidade dos dados foi realizado o teste de *Shapiro Wilk*, e o teste ANOVA two way comparou as variáveis paramétricas nas condições propostas e posteriormente, o *post hoc* de Bonferroni foi utilizado para identificar onde se encontraram as diferenças significativas encontradas. Com relação aos dados não-paramétricos (FS e OMNI-RES), foi utilizado o teste de Friedman e como *post hoc* foi utilizado o teste de Wilcoxon com correção de Bonferroni.

Para identificar o tamanho do efeito aplicou-se o teste *d* de Cohen, e o pacote estatístico utilizado foi o IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 25.0 com valor de significância adotado de $p < 0.05$.

4. RESULTADOS

O presente estudo foi composto por 20 voluntários do sexo masculino com experiência mínima de seis meses em Treinamento Resistido e uma frequência mínima de duas sessões semanais. As características da amostra estão expostas na **Tabela 1**.

Tabela 1: Características da Amostra (n=20)

	Média ± DP
Idade (anos)	27,95 ± 4,83
Estatura (m)	1,75 ± 0,07
Massa Corporal (Kg)	78,15 ± 10,45
I.M.C.(Kg/m ²)	25,39 ± 2,68
Gordura relativa (%)	14,10 ± 4,29

DP: Desvio padrão

Os indicadores de força muscular Pico de torque e Pico de torque relativo não apresentaram diferenças significativas entre o protocolo de suplementação com ATP sobre o protocolo Placebo. No entanto, o grupo ATP apresentou valores superiores no Pico de torque e Pico de torque relativo na extensão de joelho (3,94 e 3,43%, respectivamente), bem como, no Pico de torque e Pico de torque relativo na flexão de joelho (6,25 e 6,08%, respectivamente). Quando se trata de volume total de esforço, representado pelo Trabalho total, nota-se um comportamento semelhante, com ausência de diferença significativa, mas com melhor desempenho quando expostos ao protocolo ATP tanto na extensão quanto flexão de joelho (4,92 e 5,88%, respectivamente) (**Tabela 2**).

Tabela 2: Comparação entre em condições com relação a indicadores de força e esforço muscular.

	Placebo	ATP	Δ%	<i>p</i>	<i>d</i>
PT EXT (N/m)	225,8 ± 39,7	234,7 ± 37,1	3,94	0,25	Pequeno (0,23)
PT FLX (N/m)	127,9 ± 21,3	135,9 ± 25,2	6,25	0,08	Pequeno (0,34)
PT relativo EXT (%)	287,8 ± 56,1	297,7 ± 50,3	3,43	0,32	Muito Pequeno (0,19)
PT relativo FLX (%)	162,6 ± 30,6	172,5 ± 33,0	6,08	0,08	Pequeno (0,31)
Volume EXT (J)	7351,8 ± 934,5	7713,8 ± 1028,5	4,92	0,10	Pequeno (0,37)
Volume FLX (J)	4378,6 ± 730,0	4636,4 ± 796,3	5,88	0,05	Pequeno (0,34)

Media ± DP M: Média, DP: Desvio padrão, PT: Pico de torque

Ao analisar o comportamento do desempenho dos voluntários com o avançar das séries no Pico de torque em extensão de joelho, é possível notar um declínio progressivo e significativo em ambos os grupos. O grupo ATP teve declínios significativos da primeira série em comparação as outras séries, e a segunda série comparada a terceira e a quarta. Já o grupo Placebo apresentou diferenças significativas da primeira série em comparação a terceira e a quarta. Na quarta série quando suplementados com ATP, os voluntários alcançaram valores significativamente maiores em comparação ao Placebo, além de apresentarem desempenho superior em todas as outras séries (**Figura 3**). O percentual de declínio da primeira para a quarta série foi de 18,47% no ATP, e 21,91% no Placebo.

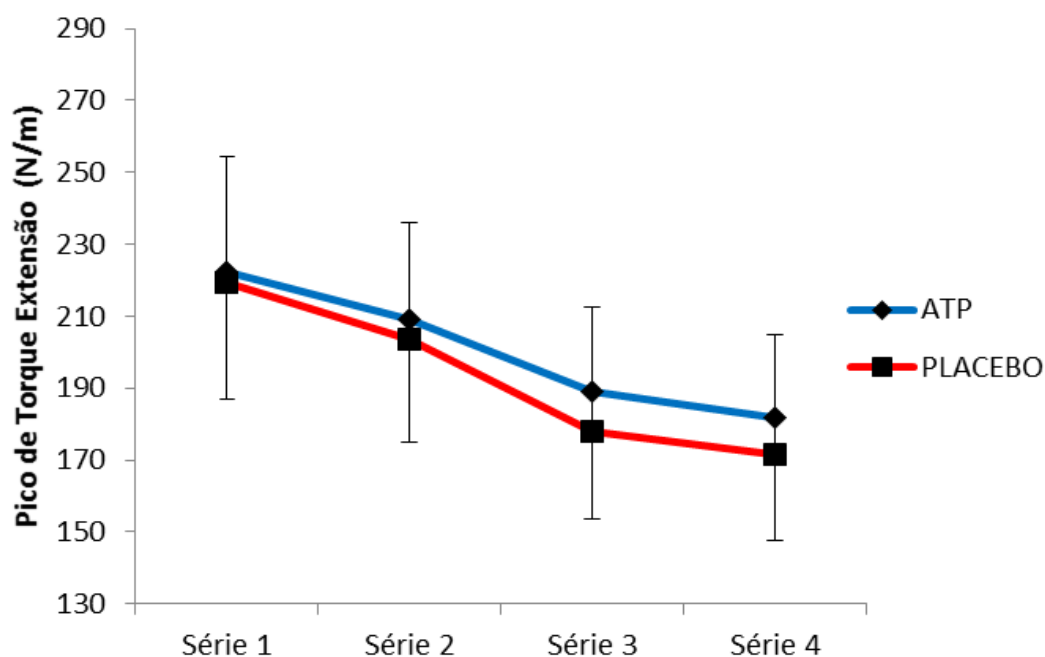


Figura 3. Pico de torque em extensão de joelho a 60°/segundo. (a) Diferença significativa para todas as outras séries no grupo ATP. (b) Diferença significativa para as séries 3 e 4 no grupo Placebo. * Diferença significativa entre os grupos na série 4.

Pode-se notar comportamento semelhante ao analisar o Pico de torque na flexão de joelho, onde foi encontrada diferença significativa da primeira série em comparação a todas as outras séries e da segunda série em comparação a terceira e a quarta em ambos os grupos. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos, apesar da suplementação com ATP apresentar valores mais elevados (**Figura 4**). O percentual de variação foi de 16,88% para ATP e 17,88% para Placebo.

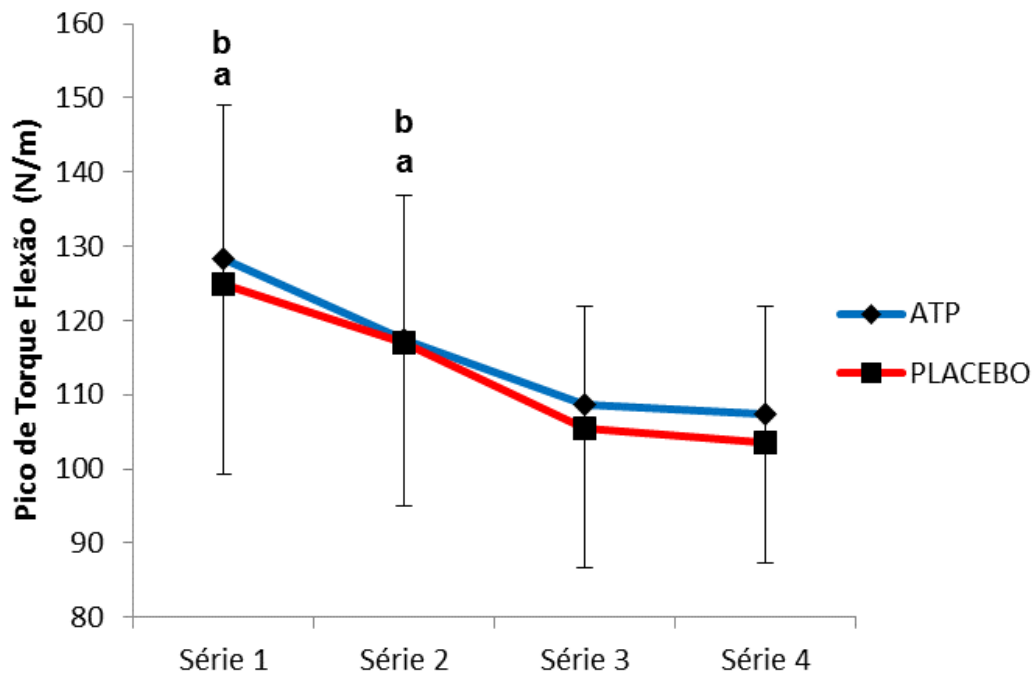


Figura 4. Pico de torque em flexão de joelho a 60°/segundo. (a) Diferença significativa para todas as outras séries no grupo ATP. (b) Diferença significativa para todas as outras séries no grupo Placebo.

A análise do Pico de torque relativo se fez necessária para poder eliminar a variação das características físicas dos voluntários. Tais variáveis acompanharam o comportamento do Pico de torque absoluto onde na extensão de joelho, como podemos ver na **Figura 5**, a primeira série do grupo ATP apresentou nível significativamente maior que todas séries seguintes, e a segunda série em comparação a terceira e a quarta, já o grupo Placebo apresentou diferenças significativas da primeira série com relação a terceira e a quarta. Os grupos diferiram significativamente na quarta série. A variação da primeira para a última série foi de 18,55% para ATP e 24,13% para Placebo.

Já no Pico de torque relativo na flexão de joelho, apresentada na **Figura 6**, em todas as séries a suplementação de ATP apresentou valores maiores, no entanto, em nenhuma delas de forma significativa. O efeito do tempo fica explícito com a primeira série sendo significativamente maior em comparação a todas as outras séries, tanto para ATP quanto para Placebo. O percentual de declínio foi de 17,93% no protocolo ATP e 17,99% no protocolo Placebo.

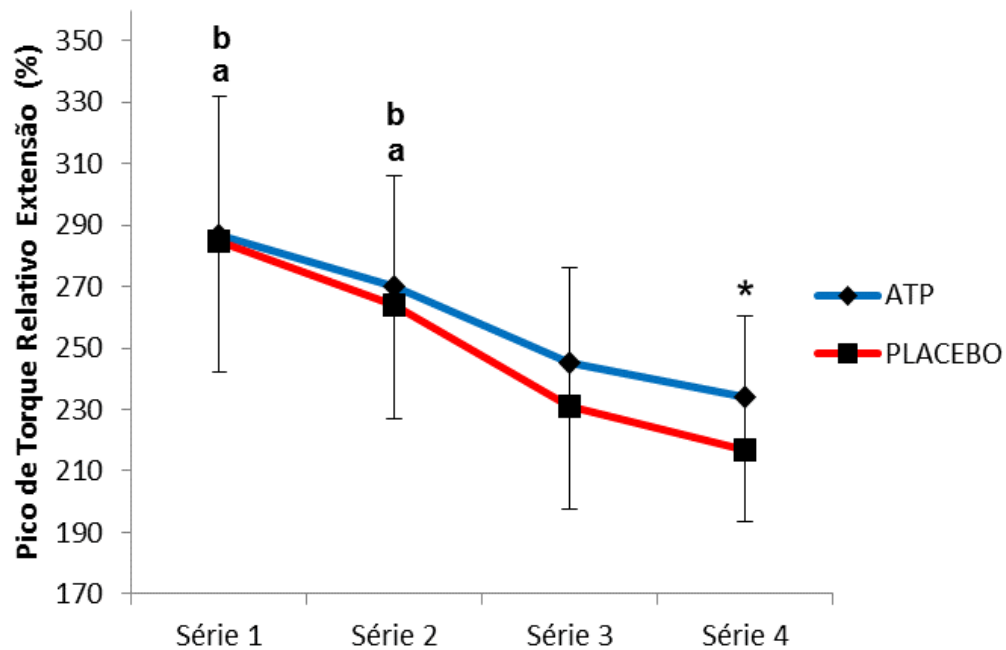


Figura 5. Pico de torque relativo em extensão de joelho a 60°/segundo. (a) Diferença significativa para todas as outras séries no grupo ATP. (b) Diferença significativa para as séries 3 e 4 no grupo Placebo. * Diferença significativa entre os grupos na série 4.

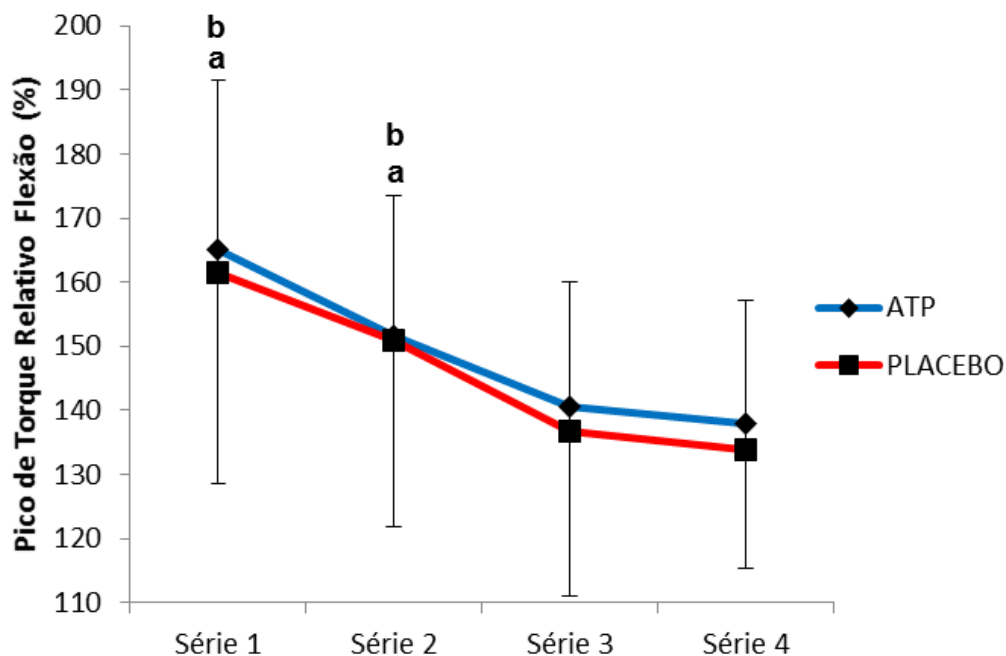


Figura 6. Pico de torque relativo em flexão de joelho a 60°/segundo. (a) Diferença significativa para todas as outras séries no grupo ATP. (b) Diferença significativa para todas as outras séries no grupo Placebo.

Os valores do Trabalho total na extensão e flexão de joelho estão expressos nas **Figuras 7 e 8** respectivamente, onde nota-se diferença significativa da primeira e da segunda

série de ATP com relação a todas as outras séries e primeira série do protocolo Placebo com relação a todas as séries. Não houve diferença significativa entre os tipos de suplementação, apesar de ATP apresentar valores maiores em todas as séries. A variação foi de 23,17% para ATP e 27,46% para Placebo na extensão e 27,21% para ATP e 24,30% para Placebo na flexão de joelho.

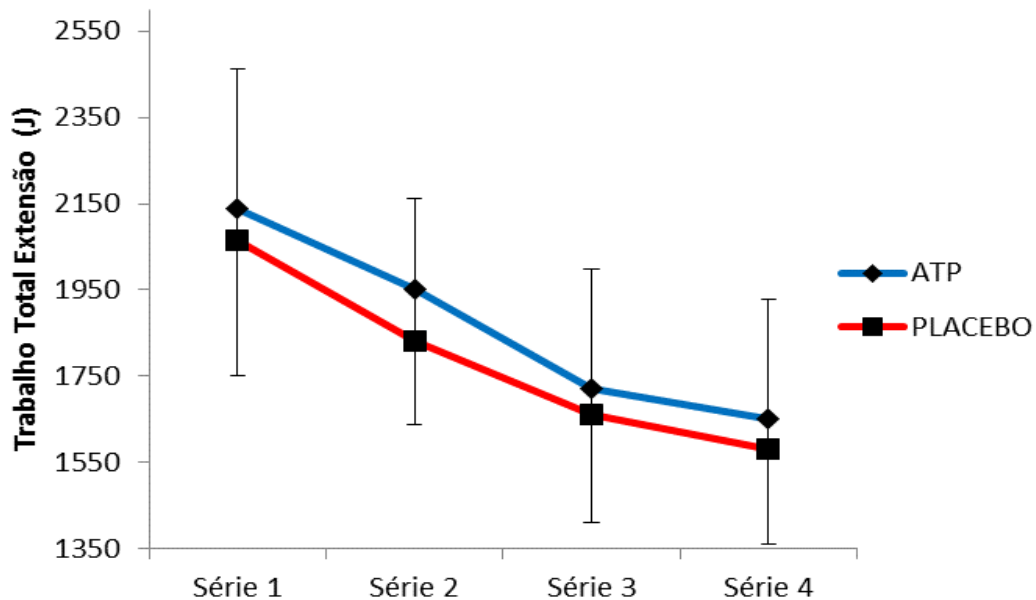


Figura 7. Trabalho total em extensão de joelho a 60°/segundo. (a) Diferença significativa para todas as outras séries no grupo ATP. (b) Diferença significativa para as séries 3 e 4 no grupo Placebo.

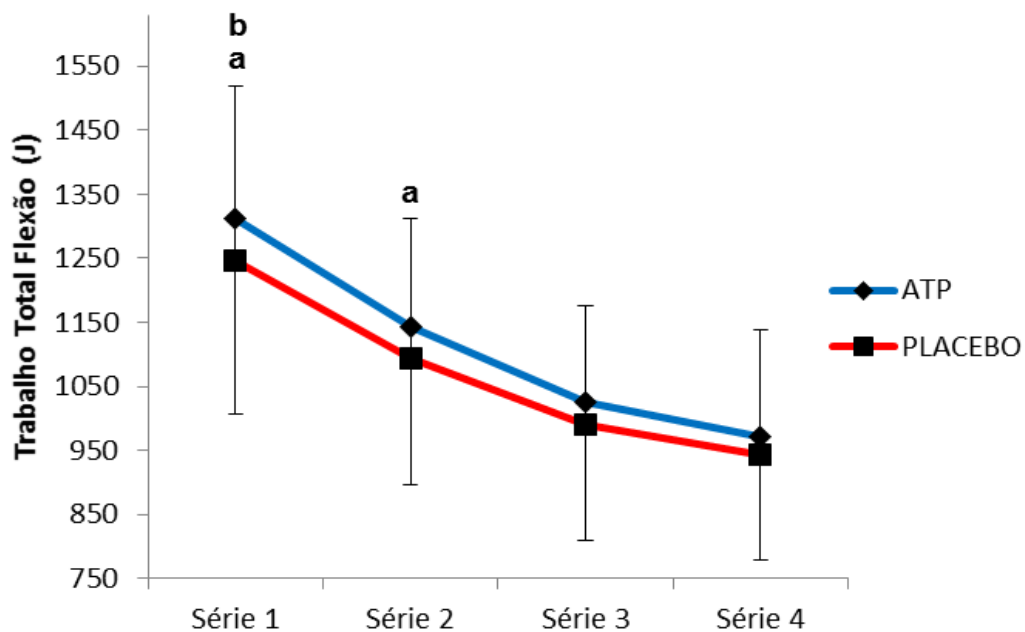


Figura 8. Trabalho total em flexão de joelho a 60°/segundo. (a) Diferença significativa para todas as outras séries no grupo ATP. (b) Diferença significativa para todas as outras séries no grupo Placebo.

A percepção subjetiva de esforço, mensurada pela escala OMNI-RES no presente estudo, apresentou uma elevação gradual ao longo das séries, onde a medida PRÉ exercício apresentou-se significativamente inferior a segunda, terceira e quarta série, e a primeira série teve valores significativamente inferiores à terceira e a quarta, independente da suplementação utilizada. No protocolo ATP, foi encontrada diferença significativa da segunda série sobre a quarta. Entre os tipos de suplementação, ATP obteve resultados significativamente menores na primeira, segunda e terceira série, e apresentou resultados menores, mas não significativos na quarta (**Figura 9**). O score médio foi de 6 para ATP e 6,8 para o protocolo Placebo.

A resposta afetiva ao exercício, mensurada pela Feeling Scale (escala de sentimento), relatou diferença significativa da medida PRÉ exercício em relação a segunda, terceira e quarta série no protocolo ATP, enquanto no protocolo Placebo, a medida PRÉ teve diferenças significativas em relação a terceira e quarta série. Ambos os protocolos relataram diferenças significativas da primeira para a terceira e quarta série. A segunda e quarta série do grupo ATP também diferiram de forma significativa. Houve diferença significativa entre os suplementos apenas na primeira série (**Figura 10**). O score médio foi de 1,1 para ATP e 0,6 para o protocolo Placebo.

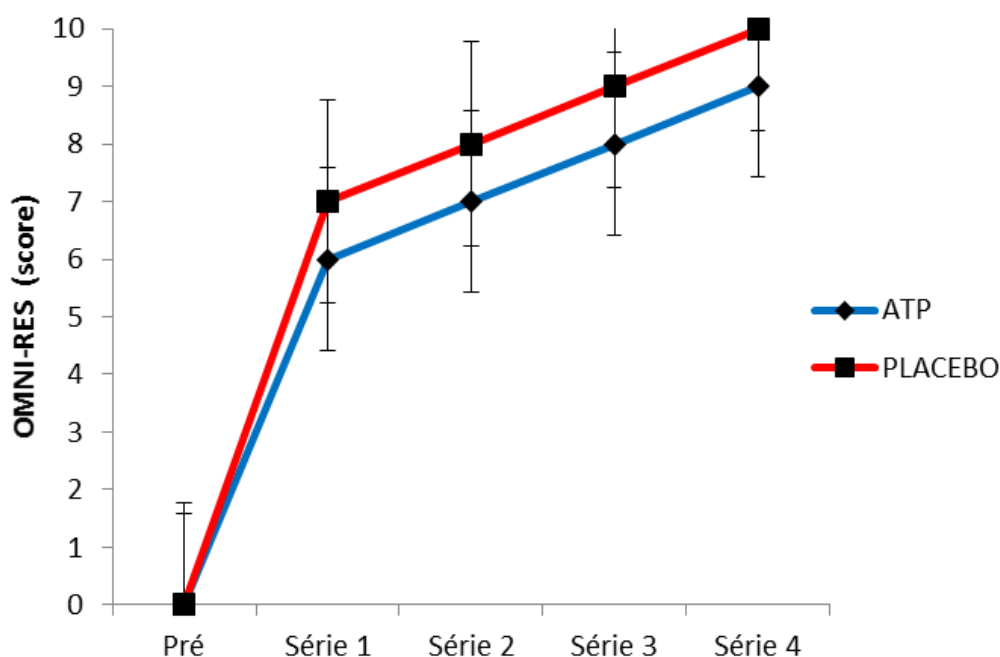


Figura 9. Escala OMNI-RES. (a) Diferença significativa de PRÉ e as séries 2, 3, 4 em ambos os grupos. (b) Diferença significativa da série 1 e as séries 3 e 4 em ambos os grupos. (c) Diferença significativa das séries 2 e 4 do grupo ATP. (*) Diferença significativa entre os grupos.

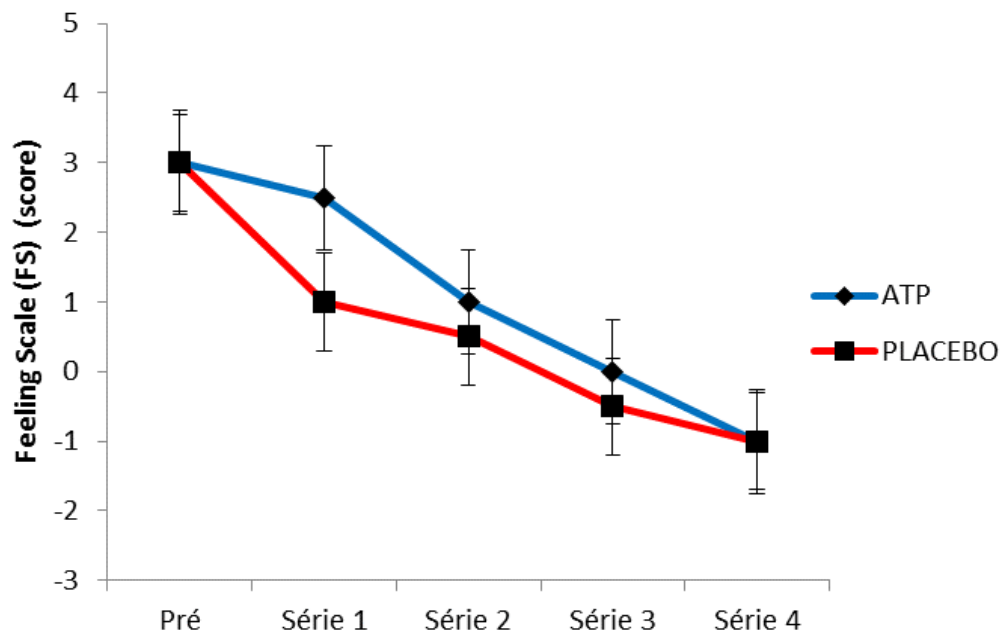


Figura 10. Escala Feeling Scale (FS). (a) Diferença significativa de PRÉ e as séries 2, 3, 4 no grupo ATP. (b) Diferença significativa de PRÉ e as séries 3 e 4 do grupo Placebo (c) Diferença significativa da série 1 e as séries 3 e 4 em ambos os grupos. (d) Diferença significativa das séries 2 e 4 do grupo ATP. (*) Diferença significativa entre os grupos.

5. DISCUSSÃO

Os objetivos do presente estudo foram avaliar os efeitos de uma única dose de suplementação aguda de Peak ATP®, sobre o desempenho muscular de homens adultos treinados em um programa de treinamento resistido (TR), bem como, identificar os efeitos do suplemento sobre respostas psicofisiológicas como percepção subjetiva de esforço (PSE) e respostas afetivas. Em todas as variáveis de desempenho físico analisadas (pico de torque, pico de torque relativo e trabalho total), foram encontradas quedas de desempenho com o avançar das séries de extensão e flexão de joelho em dinamometria isocinética à 60° por segundo, o que já era esperado pela intensidade das séries propostas, independente da suplementação utilizada.

A dosagem de 400mg (2 capsulas de 200mg) em formato de sal dissódico escolhida para o protocolo do atual estudo teve como base os achados em estudos anteriores. Primeiramente a escolha por capsulas de sal dissódico ao invés de capsulas com revestimento entérico, como as utilizadas nos primeiros estudos sobre a suplementação de ATP, se deu pelo fato de que os estudos que utilizaram tal método não obtiveram resultados expressivos independente da dose utilizada, sendo que as dosagens testadas foram de 150mg (Jordan et al. 2004) a 5000mg (Coolen et al. 2011; Arts et al. 2012), enquanto o formato de sal dissódico mostrou-se capaz de ser totalmente absorvida e garantir resultados positivos, onde a dosagem que mostrou-se a mínima para garantir resultados significativos é 400mg, como relatado por Moura et al. (2021), o qual comparou 100mg, 200mg e 400mg, onde o último protocolo levou a maiores cargas levantadas, mais repetições realizadas e menor sensação de esforço.

O protocolo em dinamometria isocinética utilizado foi pensado primeiramente por se tratar de um instrumento padrão ouro em avaliação do desempenho muscular, bem como, a escassez de estudos da avaliação dos efeitos da suplementação de ATP utilizando tal equipamento. O único estudo que utilizou o instrumento foi de Rathmacher et al. (2012), que apesar de ter algumas semelhanças, como a faixa etária dos voluntários (21 a 34 anos, enquanto o presente estudo avaliou de 20 a 35 anos) e ambos os estudos utilizaram a mesma dosagem diária de 400mg de Peak ATP®. No entanto, a metodologia adotada diferiu em diversos fatores, como os voluntários selecionados, onde os autores avaliaram homens e mulheres ao invés de somente homens, apesar da mesma dosagem diária, os pesquisadores optaram por um protocolo de 15 dias de suplementação divididas em dois horários no dia (manhã/noite), porém, no dia do teste não houve suplementação. A dinamometria isocinética também diferiu, pois, utilizaram protocolo de três séries de 50 repetições na velocidade

angular de 120° por segundo, no método concêntrico/excêntrico, onde era concêntrico na extensão de joelho e excêntrico na flexão, com dois minutos de intervalo entre as séries. Apesar de Rathmacher et al. (2012) terem elaborado um protocolo interessante para avaliar a fadiga muscular, não tem uma boa validade externa, pois, se distancia muito dos métodos de treinamento convencionais em treinamento resistido, bem como, as recomendações da ACSM. No entanto, o protocolo escolhido para o presente estudo considerou a validade externa para sua composição, onde quatro séries de dez repetições a 60° por segundo (comumente utilizada para testes que visam mensurar a força muscular) com intervalo de 60 segundos entre elas é algo comumente prescrito pelos profissionais atuantes nas academias. O método concêntrico/concêntrico se distancia da validade externa, mas garantiu a possibilidade de não limitar o estudo a avaliar apenas a extensão de joelho, mas também a flexão. Tratando-se de resultados, o estudo realizado nos Estados Unidos avaliou o pico de torque máximo, mínimo e a fadiga foi mensurada pelo percentual de diferença do pico de torque máximo e mínimo dentro de cada série. O protocolo placebo teve maiores declínios de força que ATP em todas as variáveis, porém, significativas no pico de torque mínimo e no índice de fadiga. Nas variáveis que se assemelham nos dois estudos, notamos em nosso estudo que o pico de torque de extensão e flexão de joelho se manteve mais elevado no protocolo ATP (apenas na série 4 da extensão de joelho foram encontrados valores significativos) e o suplemento atenuou o declínio de força ao longo das séries tanto em pico de torque quanto em pico de torque relativo e trabalho total.

A utilização da suplementação oral de ATP via Peak ATP®, promete aumentos no desempenho por meio de aumento dos níveis de ATP e seus metabólitos no organismo, da vasodilatação, aumento de força, excitabilidade muscular e maior tolerância a fadiga muscular. Apesar de não existir uma gama ampla de estudos já realizados acerca do suplemento, os que já foram publicados trazem informações relevantes. Os estudos que buscaram avaliar os níveis de ATP obtiveram respostas diferentes, resultados possivelmente explicados pelas diferentes dosagens e capsulas utilizadas nos protocolos. Em estudos utilizando capsulas com revestimento entérico, foram encontradas alterações positivas, porém, não significativas, variando dosagens de 250 a 5000mg e protocolos de 7 a 28 dias (JORDAN et al. 2004; COOLEN et al. 2011, ARTS et al. 2012). Como mencionado anteriormente, este tipo de capsula não tem sido mais utilizada nos estudos e nem comercializada, devido a sua limitação de absorção, dando lugar as capsulas de sal dissódico, as quais foram utilizadas por Purpura et al. (2017), que obteve resultados significativos nos níveis de ATP, ADP e AMP ao utilizar o suplemento com dosagem de 400mg por 15 dias. Nesse formato, em repouso não

houve alterações nos níveis de ATP, mas foi possível impedir o declínio ao longo de testes de sprint e obter elevação dos níveis pós-exercício. Sabe-se que aumentar os níveis de ATP ou sustentá-los por mais tempo permitem que o indivíduo se mantenha em atividade por mais tempo e/ou com melhor desempenho (VOLP et al. 2011).

A única pesquisa realizada até o momento que avaliou o fluxo sanguíneo e dilatação da artéria braquial, foi realizado por Jager et al. (2014) o qual coletou medidas após uma dose, uma, quatro, oito e 12 semanas de suplementação de 400mg de Peak ATP®, e em repouso pré-suplementação, repouso 30 minutos depois de suplementar, imediatamente após, três e seis minutos depois do exercício. Em repouso pré ou pós suplementar não houve alterações no fluxo sanguíneo e dilatação braquial, no entanto, com o estímulo do exercício notou-se aumento nas variáveis tanto na dosagem aguda quanto em todos os momentos de medida, sendo potencializada com o uso crônico do suplemento. O aprimoramento do fluxo sanguíneo interfere diretamente no desempenho do músculo esquelético, pois, permite maior remoção de resíduos metabólicos provocados pelo esforço, como lactato e ureia, inibindo a sensação de esforço e fadiga muscular (JAGER et al. 2014).

No presente estudo foi possível observar melhorias no desempenho com uma única dose de Peak ATP®, onde observou-se menores declínios ao longo das séries, sendo significativa a diferença na última série em comparação ao Placebo na extensão de joelho em pico de torque e pico de torque relativo. Outros estudos também obtiveram resultados significativos relacionados ao desempenho muscular, como o total de peso levantado durante o exercício, maior número de repetições realizadas (Freitas et al. 2019; Moura et al. 2021), maior pico de torque mínimo (ou seja, menor decréscimo de força durante a série) (Rathmacher et al. 2012), potência anaeróbia em sprints (Purpura et al. 2017), aumento da força e da potência de membros inferiores, além de aumento da massa muscular (Wilson et al. (2013) e menor concentração de lactato sanguíneo (FREITAS et al 2019).

Os únicos artigos que optaram pela observação dos efeitos agudos da suplementação de ATP além do nosso estudo foram Freitas et al. (2019) e Moura et al. (2021), onde foram utilizados 400mg e um comparativo de 100, 200 e 400mg, 30 minutos precedendo o exercício, respectivamente. Os dois estudos utilizaram 4 séries de meio agachamento a 80% de 1RM, com intervalo de 120 segundos e washout de 7 dias entre os dias de avaliação. Os achados positivos encontrados nos estudos de Freitas et al. (2019), Moura et al. (2021) e no presente estudo, reforçam a tendência que 400mg de Peak ATP® precedendo o exercício seja capaz de em uma única dose trazer melhorias no desempenho, como prometido pela fabricante.

A sobrecarga de treinamento apresenta relação direta sobre a PSE do praticante, onde quanto mais elevada for a sobrecarga, maior a o esforço percebido (DAY et al. 2004; ALVES et al. 2015). O mesmo comportamento é encontrado com o avançar das séries de treinamento, devido ao aumento da fadiga (TAVARES et al. 2020). O presente estudo corrobora com a literatura, pois, foram encontrados aumentos significativos da PSE ao avançar das séries do protocolo, independente do suplemento utilizado. Nosso estudo teve a limitação de não comparar diferentes cargas, especialmente não poder ofertar uma carga autosselecionada na dinamometria isocinética, pois, aparentemente os indivíduos quando podem escolher, preferem cargas entre 50 e 60% de 1RM, enquanto o protocolo do presente estudo foi de alta intensidade percebida.

A possibilidade de o voluntário selecionar a própria carga parece intervir diretamente no prazer/desprazer com o exercício. Estudos como os de Focht et al. (2015) e Alves et al. (2015) notaram diferenças expressivas com relação as respostas afetivas entre a sobrecarga de baixa intensidade, alta intensidade e autosselecionada, utilizando a escala FS. Tal resultado pode ser explicado pelos indivíduos optarem por cargas consideradas moderadas, como foi supracitado.

O estudo atual apresentou valores médios de FS mais baixos em comparação a literatura, o que pode ser explicado pela carga de alta intensidade proposta e a escolha por avaliar membros inferiores, que em intensidades mais elevadas tem apresentado respostas afetivas inferiores a exercícios de membro superiores (ALVES et al. 2015; FOCHT et al. 2015; TAVARES et al. 2020).

A suplementação de ATP foi capaz de proporcionar menor PSE ao longo do exercício em comparação ao grupo Placebo, tal resultado pode influenciar diretamente na capacidade do praticante em se manter sob esforço por mais tempo e possivelmente, com maior capacidade de gerar força. Com relação as respostas afetivas, ATP proporcionou maiores níveis de prazer com o exercício, mesmo que apenas na segunda série tenha sido observada diferença significativa em comparação ao Placebo. Os efeitos da utilização de suplementos sobre a PSE e respostas afetivas tem conteúdo muito escasso. O único estudo encontrado que avaliou tais variáveis foi realizado por Bassetto (2011), onde entre diversas variáveis, avaliou jovens atletas de Futsal com média de idade de 15 anos, o qual comparou a suplementação de carboidrato e placebo. O autor não encontrou diferenças significativas na PSE, apesar do grupo carboidrato mostrar resultados ligeiramente mais baixos. No entanto, observou melhores respostas afetivas no protocolo com suplemento em fatores como redução da ansiedade, tensão, indicadores depressivos, além de melhoras no bem estar positivo. Os

nossos achados e os de Bassetto (2011) sugerem uma possibilidade de que suplementos que visam a geração de energia podem agir positivamente sobre o conforto com o exercício e a valência afetiva sobre ele.

Com base nos achados da literatura, aparentemente existe uma relação direta entre a PSE e a FS em diferentes populações avaliadas. Diversos artigos encontraram apresentaram relação entre as duas variáveis, onde, quanto maior o valor de PSE, menor o valor de FS (ALVES et al. 2015; FOCHT et al. 2015; DECKER; EKKEKAKIS, 2016; TAVARES et al. 2020). Os nossos achados corroboram com a literatura, onde com o avançar das séries de ambos os protocolos houve aumento da PSE ao mesmo tempo que a resposta afetiva reduzia.

Apesar de todo o cuidado na elaboração do protocolo e ao longo das coletas, algumas limitações merecem destaque. Primeiramente, não foi possível fazer um acompanhamento preciso da alimentação nas 24 horas antecedendo os testes com a finalidade de padronização, apesar dos voluntários receberem orientação para buscarem repetir a rotina de alimentação e a refeição pré-teste em ambos os protocolos. O grupo um tanto heterogêneo gerou um desvio padrão maior do que o esperado e consequentemente afetou o tamanho do efeito em nossas análises. Notou-se também um comportamento interessante com relação aos declínios de força ao longo das séries o qual, em caso de realização de mais séries, seria possível identificar com maior precisão a amplitude de resistência à fadiga que a suplementação aguda de Peak ATP® é capaz de proporcionar para essa população em especial. Sugere-se que estudo futuro possa realizar protocolo que consiga mensurar tal amplitude de resultado, bem como, possam analisar os efeitos de maior dosagem aguda sobre o desempenho físico.

Os resultados obtidos nos remete a reflexão da aplicação prática, pois, a dosagem de 400mg de Peak ATP® foi capaz de em todas as variáveis de desempenho muscular garantir valores mais elevados, mesmo que não significativos na maioria dos casos, nos levando a crer que uma única dose seja capaz de manter o praticante em atividade por mais tempo e com maior produção de força, e possivelmente, o uso regular do suplemento poderá potencializar os nossos achados. O fato de termos encontrado melhoras agudas que variaram de 3,43 (PT relativo na extensão) a 6,25% (PT na flexão) sugere que o Peak ATP® possa trazer benefícios mesmo fazendo uso apenas 30 minutos precedendo o treinamento.

6. CONCLUSÃO

A suplementação aguda de 400mg de ATP não foi suficiente para levar a melhoras significativas nos indicadores de força muscular na extensão e flexão de joelho (pico de torque, pico de torque relativo e trabalho total). No entanto, foi capaz de atenuar a fadiga muscular em comparação a suplementação com placebo.

A dosagem do suplemento também proporcionou PSE significativamente menor ao longo do protocolo, bem como, maior resposta afetiva em comparação ao placebo.

Os resultados mostraram que a suplementação oral de ATP em formato dissódico é capaz de trazer benefícios aos praticantes, possibilitando os manter por mais tempo expostos ao esforço físico e com menor sensação de esforço.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v.41, n.3, p.687-708, 2009.
- ALBERTY, R. A. Change in the binding of hydrogen ions and magnesium ions in the hydrolysis of ATP. **Biophysical Chemistry**, n.70(2), p.109–119, 1998.
- ARTS, I. C., COOLEN, E. J., BOURS, M. J., HUYGHEBAERT, N., STUART, M. A., BAST, A., & DAGNELIE, P. C. Adenosine 5'-triphosphate (ATP) supplements are not orally bioavailable: A randomized, placebo-controlled cross-over trial in healthy humans. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v.9(1), n.16, 2012.
- ASHTON, R.E., TEW, G.A., ANING, J.J., GILBERT, S.E., LEWIS, L., SAXTON, J.M. Effects of short-term, medium-term and long-term resistance exercise training on cardiometabolic health outcomes in adults: systematic review with meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**. v.54(6), p.341–348, 2020.
- BASSETTO, P. P. P. **Efeito da suplementação de carboidrato no humor e no desempenho de um teste de rendimento anaeróbio no futsal**. Trabalho de conclusão de curso (TCC) - Universidade Estadual de São Paulo, Santos, p.42, 2011.
- DA BOIT, M.; HUNTER, A. M.; GRAY, S. R. Fit with good fat? The role of n-3 polyunsaturated fatty acids on exercise performance. **Metabolism**. v.66, p.45–54, 2017.
- BORG, G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. n.14, p.377–381, 1982.
- BURGOMASTER, K. A., HEIGENHAUSER, G., J., F., GIBALA, M., J. Effect of short-term sprint interval training on human skeletal muscle carbohydrate metabolism during exercise and time-trial performance. **Journal of Applied Physiology**, v. 1, n. 100, p. 2041–2047, 2006.
- CASEY, D.P.; JOYNER, M.J. Compensatory Vasodilatation during Hypoxic Exercise: Mechanisms Responsible for Matching Oxygen Supply to Demand: Hypoxic Dependent Vasodilatation during Exercise. **Journal of Physiology**. v.590, p.6321–6326, 2012.
- COOLEN, E. J., ARTS, I. C., BEKERS, O., VERVAET, C., BAST, A., DAGNELIE, P. C. Oral bioavailability of ATP after prolonged administration. **British Journal of Nutrition**, n.105(3), p.357–366, 2011.

- DAY, M.L., MCGUIGAN, M.R., BRICE, G., FOSTER, C. Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.18(2), p.353-8, 2004.
- DECKER, E.S, EKKEKAKIS, P. More efficient, perhaps, but at what price? Pleasure and enjoyment responses to high-intensity interval exercise in low-active women with obesity. **Psychology of Sport and Exercise**, v.28, p.1-10, 2017.
- DISHMAN, R.K. Compliance/adherence in health-related exercise. **Healty Psychology**. n.1 p.237–267, 1982.
- EKKEKAKIS, P.; HALL, E. E.; PETRUZZELLO, S. J. The relationship between exercise intensity and affective responses demystified: To crack the 40-year-old nut, replace the 40-year-old nutcracker! **Annals of Behavioral Medicine**, v. 35, n. 2, p. 136–149, 2008.
- EKKEKAKIS, P., PARFITT, G., PETRUZZELLO, S.J. The pleasure and displeasure people feel when they exercise at different intensities: decennial update and progress towards a tripartite rationale for exercise intensity prescription. **Sports Medicine**. n.41, p.641–671, 2011.
- FLECK S.J. Non-linear periodization for general fitness & athletes. **Journal of Human Kinetic** n.29, p.41–45, 2011.
- FOCHT, B. C., GARVER, M. J., COTTER, J. A., DEVOR, S. T., LUCAS, A. R., FAIRMAN, C. M. Affective responses to acute resistance exercisepreformed at self-selected and imposed loads in trained women. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.29, p.3067–3074, 2015.
- FREITAS, M. C., CHOLEWA, J. M., GEROSA-NETO, J., GONÇALVES, D. C., CAPERUTO, E. C., LIRA, F. S. Of oral ATP supplementation improvesperformance and physiological response during lower body resistanceexercise in recreational resistance trained males. **Journal of Strength Conditioning Research**. n.33, p.3345–3352, 2019.
- FRICK, U. **Kraftausdauerverhalten im Dehnungs-Verkürzungs-Ziklus**. Dissertation (Tese) –Frankfurt am Main -Deutschland, 1993.
- GARBER, C.E., BLISSMER, B., DESCHENES, M.R., FRANKLIN, B.A., LAMONTE, M.J., LEE, I.M., NIEMAN, D.C., SWAIN, D.P. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults. **Medicine in Science Sport and Exercise**. n.43, p.1334–1359, 2011.

- GOH, Q., BOOP, C. A., LUDEN, N. D., SMITH, A.G., WOMACK, C.J., SAUNDERS, M.J. Recovery from cycling exercise: effects of carbohydrate and protein beverages. **Nutrients**, n.4, p568-84, 2012.
- GORDON, C. C., Chumlea, W. C. & Roche, A. F. Stature, recumbent length and weigh. In: T.G. Lohman, A. F. Roche & R. Martorell (Eds.). **Anthropometric Standardizations Reference Manual**, Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, p. 3-8, 1988.
- GORDON, B.R., MCDOWELL, C.P., HALLGREN, M., MEYER, J.D., LYONS, M., HERRING, M.P. Association of efficacy of resistance exercise training with depressive symptoms metaanalysis and meta-regression analysis of randomized clinical trials. **JAMA Psychiatry**. v.75(6), p.566–576, 2018.
- GORMAN, M.W.; FEIGL, E.O.; BUFFINGTON, C.W. Human Plasma ATP Concentration. **Clinical Chemistry**.v.53, p.318–325, 2007.
- GRØNTVED A., PAN, A., MEKARY, R.A., STAMPFER, M., WILLETT, W.C., MANSON, J.E. , HU F. Muscle strengthening and conditioning activities and risk of type 2 diabetes: a prospective study in two cohorts of US women. **PLoS Medicine**. v.11(1), 2014.
- GUEDES & GUEDES; Manual prático para avaliação em Educação Física; Editora Manole, 2006.
- HARDY, C.J., REJESKI W.J. Not what, but how one feels: the measurement of affect during exercise, **Journal of Sport and Exercise Psychology**. n.11 p.304–317, 1989.
- HEINONEN, I.; KEMPPAINEN, J.; KASKINORO, K.; PELTONEN, J.E.; SIPILÄ, H.T.; NUUTILA, P.; KNUUTI, J.; BOUSHEL, R.; KALLIOKOSKI, K.K. Effects of Adenosine, Exercise, and Moderate Acute Hypoxia on Energy Substrate Utilization of Human Skeletal Muscle. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**. v.302, p.385–390, 2012.
- HERDA, T.J., RYAN, E.D., STOUT, J.R., CRAMER, J.T. Effects of a supplement designed to increase ATP levels on muscle strength, power output, and endurance. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**. v.5, n.3, 2008.
- HOSTRUP, M.; BANGSBO, J. Limitations in intense exercise performance of athletes - effect of speed endurance training on ion handling and fatigue development. **Journal of Physiology**. v.595, .2897–2913, 2017.
- JAGER, R.; ROBERTS, M.D.; LOWERY, R.P.; JORDAN, M.J.; CRUTHIRDS, C.L.; LOCKWOOD, C.M.; RATHMACHER, J.A.; PURPURA, M.; WILSON, J.M. Oral adenosine-5'-triphosphate (ATP) administration increases blood flow following exercise in

- animals and humans. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**. v.11, n. 28, 2014.
- JÄGER, R., PURPURA, M., RATHMACHER, J. A., FULLER, J. C., PITCHFORD, L. M., ROSSI, F. E., KERKSICK, C.M. Health and ergogenic potential of oraladenosine-5'-triphosphate (ATP) supplementation. **Journal of Functional Foods**.v.78, p.104357, 2021.
- JACKSON, A.S; POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. **The British Journal of Nutrition**, n.40(3), p.497-504, 1978.
- JORDAN, A.N., JURCA, R., ABRAHAM, E.H., SALIKHOVA, A., MANN, J.K., MORSS, G.M., CHURCH, T.S., LUCIA, A., EARNEST, C.P. Effects of oral ATP supplementation on anaerobicpower and muscular strength. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. n.36, p.983–90, 2004.
- KAHNEMAN D: **Objective happiness. Well-being: the foundation of hedonic psychology**. New York: Russell Sage Foundation. p.3–25, 1999.
- KAHNEMAN, D., DIENER, E., SCHWARZ, N. **Well-being: The Foundations of Hedonic Psychology**. New York, NY: Russell Sage Foundation, 1999.
- KENDZIERSKI, D.; DECARLO, K. J. Physical Activity Enjoyment Scale: Two Validation Studies. **Journal of Sport & Exercise Psychology**, v.13, n.1, p. 50-64, 1991.
- KHAKH, B. S., BURNSTOCK, G. The double life of ATP. **Scientific American**, n. 301(6), p.84-90, 2009.
- KRAEMER, W. J.; FLECK, S. J.; DESCHENES, M. R. Fisiologia do Exercício: teoria & prática. 2 edição ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2016.
- LANGEN, P., HUCHO, F. **Karl Lohmann and the discovery of ATP. Angewandte Chemie (International ed. in English)**. n.47(10), p.1824–1827, 2008.
- MA, X., CHEN, H., CAO, L., ZHAO, S., ZHAO, C., YIN, S., HU, H. Mechanisms of Physical Fatigue and its Applications in Nutritional Interventions. **Agricultural and food chemistry**, v.69, p. 6755-6768, 2021.
- MA, J.K., LEESE, J., THERRIEN, S., HOENS, A.M., TSUI, K., LI, L.C. A scoping review of interventions to improve strength training participation. **PLoS One**, n. 17(2), 2022.
- MACHADO, D.G.S., FARIAS-JUNIOR, L.F., NASCIMENTO, P.H.D., TAVARES, M.P.M., SILVA, S.K.A., AGRICOLA, P.M.D., NASCIMENTO NETO, L.I., FONTELES, A.I., ELSANGEDY, H.M., LI, L.M., OKANO, A.H. Can in-teroceptive accuracy influence maximal performance, physiological andperceptual responses to exercise? **Physiology & Behavior**. n.204, p.234–240, 2019.

- MACRIDIS S, CAMERON, C., CHAPUT, J. P., CHULAK-BOZZER, T., CLARK, P., DAVENPORT, M. H., et al. Results from the 2019 ParticipACTION report card on physical activity for adults.. **Journal of Physical Activity and Health**. v.17(10), p.995–1002, 2020.
- MOURA, H.P.S.N., JÄGER, R., PURPURA M., RATHMACHER, J.A., FULLER, J.C.J.R, ROSSI, F.E. Dose Response of Acute ATP Supplementation on Strength Training Performance. **Frontiers in Sports and Active Living**. v.8; n.3:780459, 2021.
- NAKAMURA, F., Y., MOREIRA, A., AOKY, M., S. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva de esforço é um método confiável? **Revista da Educação Física**. v.21(01): p.1-11, 2010.
- OLIVEIRA, B. R. R.; DESLANDES, A. C.; SANTOS, T. M. Differences in exercise intensity seems to influence the affective responses in self-selected and imposed exercise: a meta-analysis. **Frontiers in Psychology**., v. 6, 2015.
- PLATONOV, V.N. **Tratado Geral de Treinamento Desportivo**. São Paulo. Phorte, 2008.
- PURPURA, M., RATHMACHER, J. A., SHARP, M. H., LOWERY, R. P., SHIELDS, K. A., PARTL, J. M., JAGER, R. Oral adenosine-5'-triphosphate (ATP) administration increases postexercise ATP levels, muscle excitability, and athletic performance following a repeated sprint bout. **Journal of the American College of Nutrition**, n.36(3), p.177–183, 2017.
- RAPAPORT, E., SALIKHOVA, A., ABRAHAM, E. H. Continuous intravenous infusion of ATP in humans yields large expansions of erythrocyte ATP pools but extracellular ATP pools are elevated only at the start followed by rapid declines. **Purinergic Signalling**, n.11(2), p.251–262, 2015.
- RATAMESS, N., ALVAR, B. A., EVETOUCH, T., HOUSH, T. J., KIBLER, W.B., KRAEMER, W.J. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine & Science in Sport Exercise**.v.41(3), p.687-708, 2009.
- RATHMACHER, J. A., FULLER, J. C., JR., BAIER, S. M., ABUMRAD, N. N., ANGUS, H. F., SHARP, R. L. Adenosine-5'-triphosphate (ATP) supplementation improves low peak muscle torque and torque fatigue during repeated high intensity exercise sets. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v.9(1), n.48, 2012.
- REID, M. B. Reactive oxygen species as agents of fatigue. **Medine & Science in Sports Exercise**. v.48, p.2239-2246, 2016.
- RHODES, R. E.; KATES, A. Can the Affective Response to Exercise Predict Future Motives and Physical Activity Behavior? A Systematic Review of Published Evidence. **Annals of Behavioral Medicine**, v. 49, n. 5, p.715–731, 2015.

- RHODES R. E., LUBANS, D. R., KARUNAMUNI, N., KENNEDY, S., PLOTNIKOFF, R. Factors associated with participation in resistance training: a systematic review. **British Journal of Sports Medicine**. v.51(20), p.1466-1472, 2017.
- ROBERTSON, R. J.; GOSS, F. L.; RUTKOWSKI, J.; LENZ, B.; DIXON, C.; TIMMER, J., FRAZEE, K., DUBE, J., ANDREACCI, J. Concurrent Validation of the OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.35, n.2, p. 333-341, 2003.
- ROBERGS, R. A. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. **AJP: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 287, n. 3, p. 502-516, 2004.
- ROSE, E. A., PARFITT, G. Exercise experience influences affective and motivational outcomes of prescribed and self-selected intensity exercise. **Scandinavian Journal Medicine & Science in Sports**. V.22, p.265–77, 2012.
- SCHMIDTBLEICHER, D. Training for power events. In: KOMI, P. V. (Ed.) *Strength and power in sport*. Boston: **Blackwell Scientific**, p. 381-395, 1992.
- SCHMIDTBLEICHER, D. **Apostila da disciplina introdução ao treinamento de força muscular**. Institut für Sportwissenschaften, Frankfurt Universität, 1997.
- SIRI, W.E. **Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods**. In J. Brozek & A. Henschel (Eds.). *Techniques for measuring body composition*. Washington, DC: National Academy of Science. p.233-244, 1961.
- SPERANDEI, S., VIEIRA, M.C., REIS, A.C. Adherence to physical activity in an unsupervised setting: Explanatory variables for high attrition rates among fitness center members. **Journal of Science and Medicine in Sport**. n19, p.916–920, 2016.
- STAMATAKIS, E., LEE, I.M., BENNIE, J., FREESTON, J., HAMER, M., O'DONOVAN, G, et al. Does strength-promoting exercise confer unique health benefits? A pooled analysis of data on 11 population cohorts with all-cause, cancer, and cardiovascular mortality end points. **American Journal of Epidemiology**. v.187(5), p.1102-1112, 2018.
- STEELE, J., FISHER, J., SKIVINGTON, M., DUNN, C., ARNOLD, J., TEW, G. ,et al. A higher effort-based paradigm in physical activity and exercise for public health: making the case for a greater emphasis on resistance training. **BMC Public Health**. v.17(1), p.1-8, 2017.
- TAMBALIS, K., PANAGIOTAKOS, D. B., KAVOURAS, S. A., SIDOSSIS, L.S. Responses of blood lipids to aerobic, resistance, and combined aerobic resistance exercise training: a systematic review of current evidence. **Angiology**. v.60(5), p.614–632, 2009.
- TAVARES, V.D.O., AGRIGOLA, P.M.D., NASCIMENTO, P.H.D., OLIVEIRA NETO, L., ELSANGEDY, H.M., MACHADO, D.G.S. The Effect of Resistance Exercise Movement

Tempo on Psychophysiological Responses in Novice Men. **The Journal of Strength and Conditioning Research**. 34: 5, 2020.

VOLP, A. C. P., OLVEIRA, F. C. E., ALVES, R. D. M., ESTEVES, E. A., BRESSAN, J. Energy expenditure: components and evaluation methods. **Nutricion hospitalaria**: organo oficial de la Sociedad Espanola de Nutricion Parenteral y Enteral, v. 26, n. 3, p. 430–440, 2011.

WILLIAMS, D. M., DUNSIGER, S., CICCOLO, J. T., LEWIS, B. A., ALBRECHT, A. E., MARCUS, B. H. Acute affective response to a moderate-intensity exercise stimulus predicts physical activity participation 6 and 12 months later. **Psychology of Sports and Exercise**. v.9, p.231–245, 2009.

WILSON, J.M., JOY, J.M., LOWERY, R.P., ROBERTS, M.D., LOCKWOOD, C.M., MANNINEN, A.H., FULLER, J.C., DE SOUZA, E.O., BAIER, S.M., WILSON, S.M., RATHMACHER, J.A. Effects of oral adenosine-5'-triphosphate supplementation on athletic performance, skeletal muscle hypertrophy and recovery in resistance-trained men. **Nutrition and Metabolism**. v.10, n.57, 2013.

WORLD ANTI-DOPING AGENCY. The 2022 prohibited list World Anti-Doping Code. Montreal, Quebec: World. **Anti-Doping Agency Publisher**. 2022.

APÊNDICES

Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa:

"EFEITO AGUDO DA SUPLEMENTAÇÃO ORAL DE ADENOSINA TRIFOSFATO (ATP) SOBRE O DESEMPENHO MUSCULAR E RESPOSTAS PSICOFISIOLÓGICAS"

Objetivos – Verificar a influência de uma única dose de Adenosina Trifosfato (ATP) dissódico sobre a força, índices de fadiga, percepção de esforço e prazer/desprazer ao exercício em um protocolo de dinamometria isocinética em adultos treinados.

Participação no estudo – A sua participação no estudo é voluntária e se dará através da resposta de questionários, presença nas avaliações agendadas com antecedência e participação na intervenção com testes físicos.

Riscos – A participação no estudo poderá causar algum desconforto relativo ao cansaço e também dor muscular após as atividades. Outros riscos podem envolver lesões musculares e osteoarticulares, mas iremos tomar todos os cuidados para minimizar esses efeitos disponibilizando profissionais capacitados que irão orientar o senhor a fazer uma preparação adequada antes e após as sessões de exercícios. Caso ocorra alguma lesão iremos prestar todo atendimento emergencial através do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU), assim como o encaminhamento ao hospital Santa Casa de Misericórdia de Jacarezinho, caso necessário. No caso de lesão crônica, o pesquisador encaminhará e acompanhará o devido tratamento até o final do mesmo. Em caso de necessidade de fisioterapia, este atendimento será prestado pela Clínica de Fisioterapia da Universidade Estadual do Norte do Paraná de forma gratuita. Quando aplicável, nos comprometemos a indenizar possíveis perdas causadas por lesão aguda ou crônica. Existe também o risco de quebra de sigilo dos dados coletados, porém, serão tomados todos os cuidados para que apenas o próprio voluntário receba um relatório com seus resultados a título de informação ao fim de todas as coletas. Todos estes procedimentos serão comunicados aos familiares pelo coordenador da pesquisa.

Nome:

Participante

Danilo Luiz Fambrini
Pesquisador Responsável



Universidade Estadual do Norte do Paraná
Centro de Ciências da Saúde – Campus Jacarezinho
Alameda Padre Magno, 841 – Nova Jacarezinho

Levantamento feito na literatura não mostra relatos de reações adversas, ou efeitos colaterais referente ao consumo de Adenosina Trifosfato dissódico dentro das especificações recomendadas neste estudo, mas caso em qualquer manifestação de mal estar, todas as providências e suporte de amparo serão tomadas, como também será assegurado ao participante o direito de requerer indenização caso seja comprovado que a pesquisa em questão tenha lhe causado algum dano.

E mais uma vez reiteramos nosso compromisso de termos profissionais capacitados para realizar estas atividades, sempre monitorados pelo coordenador da pesquisa.

Benefícios – Esperamos trazer alguns benefícios relacionados a sua saúde como aumento da força muscular e redução dos níveis de fadiga muscular.

Sigilo e privacidade – Esteja ciente que sua privacidade será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer dado ou elemento que possa, de qualquer forma, te identificar será mantido em sigilo. Os pesquisadores se responsabilizam pela guarda e confidencialidade dos dados, que serão armazenados em planilhas sem o nome dos voluntários para trabalhos científicos futuros. Cada participante receberá uma via devidamente assinada por ele e pelo pesquisador com o propósito de formalizar sua participação na pesquisa.

Autonomia – Você pode se recusar a participar do estudo, ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar e, se desejar, sair da pesquisa, sem sofrer qualquer penalidade.

Remuneração – Não haverá despesas pessoais em qualquer fase da pesquisa, ao participante nem compensação financeira relacionada à sua participação. No entanto, o participante será ressarcido caso ele tenha algum gasto em função da pesquisa.

Em caso de dúvidas ou notificação de acontecimentos não previstos, entre em contato com o pesquisador responsável, Danilo Luiz Fambrini, no telefone: (14) 981846949, e-mail contato.daniloluiz@gmail.com, ou no endereço, rua Levi Andrade de Azevedo, 247, residencial Pompeia III, Jacarezinho, Paraná.

Nome:

Participante

Danilo Luiz Fambrini
Pesquisador Responsável



Universidade Estadual do Norte do Paraná
 Centro de Ciências da Saúde – Campus Jacarezinho
 Alameda Padre Magno, 841 – Nova Jacarezinho

com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Norte do Paraná, sito Rodovia BR 369 km 54, bairro Vila Maria, Bandeirantes Pr, CEP 86360-000, fone (43) 3542-8056, e-mail: cep@uenp.edu.br.

Eu, _____ concordo
 em participar da pesquisa.

Data: _____

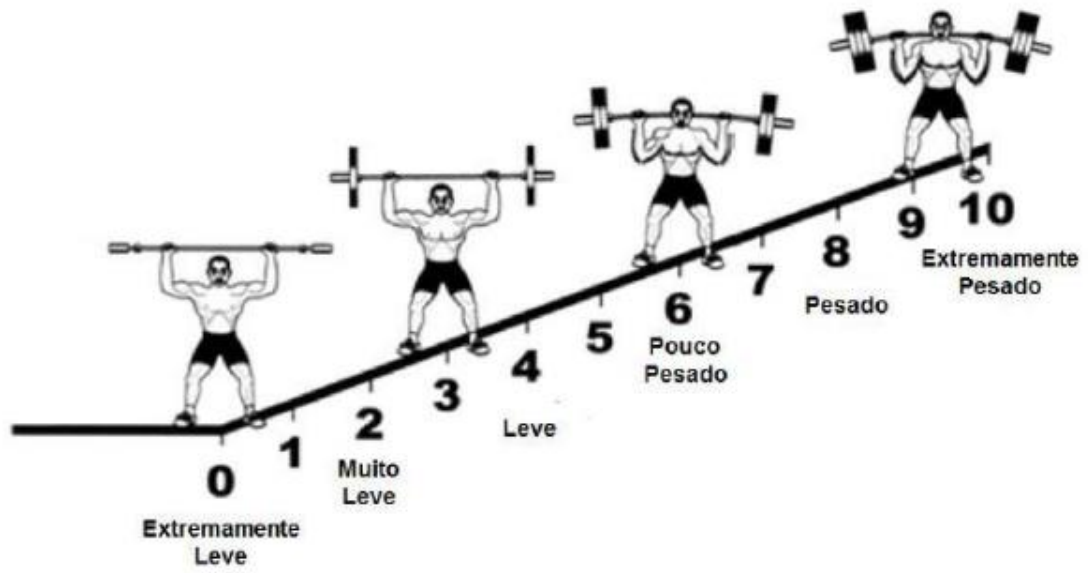
 Assinatura

Nome: _____
 Participante

 Danilo Luiz Fambrini
 Pesquisador Responsável

ANEXOS

Escala OMNI-RES



Escala de Prazer/desprazer**ESCALA DE PRAZER/DESPRAZER**

+5	Muito bom
+4	
+3	Razoavelmente bom
+2	
+1	Bom
0	Neutro
-1	Ruim
-2	
-3	Razoavelmente ruim
-4	
-5	Muito ruim