

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

CAMPUS GOVERNADOR VALADARES

INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA

BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Kaio Lages dos Santos

Efeito da suplementação aguda de Melatonina em variáveis de desempenho físico em homens fisicamente ativos submetidos ao treino intervalado de alta intensidade: um estudo duplo-cego cruzado

Governador Valadares

2025

Kaio Lages dos Santos

Efeito da suplementação aguda de Melatonina em variáveis de desempenho físico em homens fisicamente ativos submetidos ao treino intervalado de alta intensidade: um estudo duplo-cego cruzado

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências da Vida da Universidade Federal de Juiz de Fora – *campus* Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Ciro José Brito

Governador Valadares

2025

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

dos Santos, Kaio Lages.

Efeito da suplementação aguda de Melatonina em variáveis de desempenho físico em homens fisicamente ativos submetidos ao treino intervalado de alta intensidade : Um estudo duplo-cego cruzado / Kaio Lages dos Santos. -- 2025.

29 f.

Orientador: Ciro José Brito

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Universidade Federal de Viçosa, Instituto de Ciências da Vida - ICV, 2025.

1. Consumo de oxigênio. 2. Suplementação. 3. Treinamento intervalado de alta intensidade. 4. Gasto energético. I. Brito, Ciro José, orient. II. Título.

Kaio Lages dos Santos

Efeito da suplementação aguda de Melatonina em variáveis de desempenho físico em homens fisicamente ativos submetidos ao treino intervalado de alta intensidade: um estudo duplo-cego cruzado

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências da Vida da Universidade Federal de Juiz de Fora – *campus* Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Educação Física.

Aprovado em ____ de _____ de 2025

BANCA EXAMINADORA

Doutor. Ciro José Brito
Universidade Federal de Juiz de Fora campus Governador Valadares

Mestre. Naiara Ribeiro Almeida
Universidade Federal de Juiz de Fora campus Governador Valadares

Mestre. Diego Alves dos Santos
Universidade do Vale do Rio Doce

Dedico esse trabalho aos meus pais, irmãos por sempre terem me auxiliado no meu desenvolvimento acadêmico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela força e resiliência durante toda essa jornada acadêmica. A minha mãe Lucineia Aparecida Lages e familiares, que sempre acreditaram em mim, me incentivaram e me deram todo o suporte necessário para que eu chegasse até aqui. Sem vocês, esse momento não seria possível.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ciro José Brito, pela paciência, dedicação e orientações valiosas que foram fundamentais para a construção deste trabalho. Seu conhecimento e apoio foram essenciais para que eu pudesse concluir essa pesquisa com qualidade. Aos meus amigos e colegas de curso, que compartilharam essa caminhada comigo, tornando os desafios mais leves e as conquistas ainda mais significativas. À Universidade Federal de Juiz de Fora e ao Instituto de Ciências da Vida, por proporcionarem a estrutura e os recursos necessários para o desenvolvimento deste estudo.

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para minha formação acadêmica e pessoal, deixo aqui minha gratidão eterna.

“O importante não é vencer todos os dias, mas lutar sempre.” (Waldemar Valle Martins).

RESUMO

Objetivo: O presente estudo avaliou o efeito agudo da suplementação aguda de melatonina (5mg) em variáveis cardiometabólicas. **Método:** Para o tal foram medidos 12 homens ($22,1 \pm 1,3$ anos; $1,7 \pm 0,1$ metros; $74,7 \pm 12,1$ kg; $24,3 \pm 2,7$ m/kg²; $17,3 \pm 5,2$ %G) fisicamente ativos em um protocolo duplo-cego cruzado onde os participantes foram medidos antes durante e após um protocolo de treinamento intervalado de alta intensidade [4 X 4 min a 95% da frequência cardíaca máxima (FC_{máx}) com intervalo de 3 min 60-70% da FC_{máx}] seguidos de 30 min de recuperação. Em repouso foram medidas as seguintes variáveis FC, pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), lactato e consumo máximo de oxigênio (VO₂_{máx}). Ao final de cada estágio e intervalo foram medidos: VO₂, equivalente ventilatório de oxigênio (VE/VO₂), equivalente ventilatório de gás carbônico (VE/CO₂) e FC. Na recuperação foram medidos o VO₂, VCO₂, quociente respiratório (QR), taxa metabólica de repouso (TMR), PAS, PAD e FC. As análises estatísticas realizadas no SPSS versão 25 e foram consideradas significativas as diferenças $p \leq 0,05$. **Resultado:** A condição Melatonina resultou em maior VO₂ nos Sprints 1, 2, 3 e 4 ($p=0,03$), Intervalo 1 ($p=0,025$) e todos os momentos de recuperação ($p \leq 0,046$). Para o VE/VO₂ houve diferenças em todos os momentos de medida exceto Sprint 1 ($p = 0,053$). Resultado similar foi observado para o VE/VO₂, onde houve diferença em todos os momentos exceto Sprint e Intervalo 1 ($p > 0,05$). No repouso a condição Melatonina apresentou maior TMR e menor QR em todos os momentos de medida ($p \leq 0,005$). Não houve diferenças para a PAS, PAD e lactato ($p > 0,05$). **Conclusão:** a suplementação aguda com 5 mg de melatonina exerce um efeito ergogênico, aumentando o VO₂, VE/VO₂ e VE/VCO₂ durante o HIIT, bem como melhorando o QR, TMR e o VO₂ por até 30 minutos após o exercício. No entanto, a suplementação parece não ter impacto significativo na pressão arterial ou nos níveis de lactato.

Palavras-chave: *Consumo de oxigênio, suplementação, treinamento intervalado de alta intensidade, gasto energético.*

ABSTRACT

Aims: The present study evaluated the acute effect of acute melatonin supplementation (5mg) on cardiometabolic variables. **Method:** For this purpose, 12 physically active men (22.1 ± 1.3 years; 1.7 ± 0.1 meters; 74.7 ± 12.1 kg; 24.3 ± 2.7 m/kg²; 17.3 ± 5.2 %F) were measured in a double-blind crossover protocol where participants were measured before, during and after a high-intensity interval training protocol [4 X 4 min at 95% of maximum heart rate (HR_{max}) with a 3-min interval at 60-70% of HR_{max}] followed by 30 min of recovery. At rest, the following variables were measured: HR, systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), lactate and maximum oxygen consumption (VO_{2max}). At the end of each stage and interval, the following were measured: VO₂, ventilatory equivalent of oxygen (VE/VO₂), ventilatory equivalent of carbon dioxide (VE/CO₂) and HR. During recovery, VO₂, VCO₂, respiratory quotient (RQ), resting metabolic rate (RMR), SBP, DBP and HR were measured. Statistical analyses were performed using SPSS version 25 and differences of $p \leq 0.05$ were considered significant. **Result:** The Melatonin condition resulted in higher VO₂ in Sprints 1, 2, 3 and 4 ($p=0.03$), Interval 1 ($p=0.025$) and all recovery moments ($p \leq 0.046$). For VE/VO₂, there were differences at all measurement moments except Sprint 1 ($p = 0.053$). A similar result was observed for VE/VO₂, where there was a difference at all moments except Sprint and Interval 1 ($p > 0.05$). At rest, the Melatonin condition showed higher RMR and lower RQ at all measurement times ($p \leq 0.005$). There were no differences for SBP, DBP and lactate ($p > 0.05$). **Conclusion:** acute supplementation with 5 mg of melatonin exerts an ergogenic effect, increasing VO₂, VE/VO₂ and VE/VCO₂ during HIIT, as well as improving RQ, RMR and VO₂ for up to 30 minutes after exercise. However, supplementation does not appear to have a significant impact on blood pressure or lactate levels.

Keywords: *Oxygen consumption, supplementation, high intensity interval training, energy expenditure.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Protocolo experimental.....	17
Figura 2	- VO ₂ máx para as condições Melatonina e Placebo durante os Sprints, Intervalos e Recuperação.....	19
Figura 3	- Frequência cardíaca mensurada nos momentos Pré, Sprints, Intervalos e Recuperação.....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Distribuição da ingestão alimentar diária.	15
Tabela 2	- Equivalente de oxigênio e gás carbônico para as condições Melatonina e Placebo ao longo dos estímulos do treinamento intervalado de alta Intensidade.....	21
Tabela 3	- Medidas metabólicas realizadas no repouso para ambas as condições.....	22
Tabela 4	- Medidas cardiometabólicas realizadas no Pré e ao longo de todos os demais momentos de recuperação.....	19

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PAS	Pressão arterial sistólica
PAD	Pressão arterial diastólica
FC	Frequência cardíaca
IMC	Índice de Massa Corporal
%G	Percentual de Gordura
VO ₂ MAX	Consumo máximo de oxigênio
VE/VO ₂	Equivalente de oxigênio
VE/VCO ₂	Equivalente de gás carbônico
TMR	Taxa metabólica de repouso
QR	Quociente respiratório

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. MÉTODO.....	14
3. RESULTADO.....	18
4. DISCUSSÃO.....	23
5. CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS.....	26

Introdução

A melatonina (N-acetil-5-metoxitriptamina), um hormônio amplamente reconhecido por regular o ritmo circadiano e sua suplementação tem sido recomendada para tratar casos de insônia (AULD; MASCHAUER; MORRISON; SKENE *et al.*, 2017). Apesar disso, ao longo anos foram descobertos outros potenciais benefícios da suplementação, como a capacidade antioxidante e antiinflamatória (CELORRIO SAN MIGUEL; ROCHE; HERRANZ-LÓPEZ; CELORRIO SAN MIGUEL *et al.*, 2024). Um ensaio clínico realizado por AMINI; MOEINI e ETMINANI (2022) revelou que a suplementação de melatonina aliviou significativamente os sintomas de ansiedade e depressão em indivíduos com transtorno de uso de opioides. Quanto ao efeito anti-inflamatório, LIU; GAN; ZHANG; REN *et al.* (2018) observaram que a suplementação atenua a inflamação do tecido adiposo, equilibrando a secreção de citocinas pró e anti-inflamatórias.

Devido a capacidade da melatonina em regular processos metabólicos orgânicos, sua suplementação tem sido sugerida como um agente ergogênico a ser utilizado por indivíduos de fisicamente ativos e atletas (CELORRIO SAN MIGUEL; ROCHE; HERRANZ-LÓPEZ; CELORRIO SAN MIGUEL *et al.*, 2024; SOUISSI; YOUSFI; DABBOUBI; ALOUI *et al.*, 2020). Existem fatores pelos quais a melatonina pode beneficiar indivíduos fisicamente ativos: (a) para melhorar a qualidade do sono (PARYAB; TAHERI; IRANDOUST; MIRMOEZZI, 2020), (b) minimizar o dano inflamatório e oxidativo proveniente dos exercícios de alta intensidade (BECK; BOTEZELLI; PAULI; ROPELLE *et al.*, 2015; CHEIKH; MAKHLOUF; GHATTASSI; GRAJA *et al.*, 2020). Ademais, destes efeitos já comprovados, alguns estudos sugerem que a melatonina pode aumentar o desempenho do exercício por meio de adaptações fisiológicas, embora os mecanismos permaneçam sob investigação (BECK; MESSIAS; SILVA; MANCHADO-GOBATTO *et al.*, 2018; CHEIKH; MAKHLOUF; GHATTASSI; GRAJA *et al.*, 2020).

Estudos propuseram que a melatonina pode ser um ergogênico por modular a atividade antioxidante e otimizando os ritmos circadianos, resultando assim, em maior eficiência metabólica (BECK; BOTEZELLI; PAULI; ROPELLE *et al.*, 2015; BECK; MESSIAS; SILVA; MANCHADO-GOBATTO *et al.*, 2018; CHEIKH; MAKHLOUF; GHATTASSI; GRAJA *et al.*, 2020). Nesta linha, BECK; BOTEZELLI; PAULI; ROPELLE *et al.* (2015) demonstraram que a suplementação de melatonina melhorou o desempenho de resistência em modelos animais. A capacidade da melatonina de atuar como agente antioxidante pode tornar seu consumo efetivo para melhorar a cinética utilização de oxigênio e retardar a fadiga. Porém,

estes são apenas mecanismos hipotéticos e no melhor de nosso conhecimento, nenhum estudo analisou diretamente o efeito agudo da melatonina no consumo de oxigênio.

A eficiência metabólica da melatonina sugeriu que a mesma possa ter efeito hipotensor (ASHOUR, 2024; CAVALLO; DANIELS; DOLAN; KHOURY *et al.*, 2004). CAVALLO; DANIELS; DOLAN; KHOURY *et al.* (2004) observaram que a administração de melatonina resultou em diminuição significativa na pressão arterial diastólica durante o sono em adolescentes com diabetes tipo 1. Porém não há clareza sobre este efeito principalmente associado ao exercício, uma recente revisão indicou que a melatonina tem efeito modesto relação a pressão arterial, carecendo de mais estudos (ASHOUR, 2024). No melhor de nosso conhecimento, somente o estudo de ATKINSON; HOLDER; ROBERTSON; GANT *et al.* (2005) verificou efeito hipotensor da melatonina em conjunto com o exercício intermitente. Percebe-se, portanto, uma lacuna quanto ao possível efeito hipotensor da melatonina associada ao exercício intermitente.

Mediante o contexto acima apresentado o presente estudo pretende por meio de um protocolo duplo-cego cruzado randomizado, investigar o efeito da suplementação aguda de melatonina no consumo de oxigênio, frequência cardíaca, pressão arterial e concentração de lactato em homens fisicamente ativos submetidos a uma sessão aguda de HIIT. Nós hipotetizamos que a melatonina apresentará efeito na cinética do $\text{VO}_{2\text{máx}}$, VE/VO_2 , VE/VECO_2 , pressão arterial e resultará em maior gasto energético de repouso.

Método

Abordagem metodológica

O presente protocolo de estudo foi delineado para verificar se existe efeito agudo da suplementação de melatonina no metabolismo e resposta pressórica. Para tal, os pesquisadores iniciaram uma campanha de divulgação dentro na Universidade após aprovação do comitê de ética (parecer: 4.366.750, CAAE: 35605220.1.0000.5147), tendo por finalidade encontrar voluntários. Aqueles que atenderam aos critérios de inclusão e concordaram em participar assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido de acordo com a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Previamente ao estudo, todos os participantes passaram por avaliação antropométrica e receberam orientações alimentares para seguir 48 horas antes da coleta de dados. No primeiro dia da coleta sorteou-se entre os participantes a ingestão de Melatonina ou Placebo, as capsulas tinham mesma cor, odor, peso e sabor. A capsula ingerida foi invertida na sessão seguinte. Um pesquisador a parte, o qual não fez parte da coleta de dados

ficou responsável pelo cegamento e randomização, garantindo assim, o aspecto duplo-cego do presente protocolo.

Participantes

Para o presente protocolo investigativo foram adotados os seguintes critérios de inclusão: (a) homem; (b) ter entre 18 e 30 anos de idade; (c) ser fisicamente ativo pelo Questionário Internacional de Atividade Física (ZEMUNER; FLORIANI; RECH; DE SANTA HELENA *et al.*, 2021); (d) estar apto realizar atividade física e; (e) não possuir nenhuma doença cardiometabólica. Foram excluídos aqueles que: (a) não participaram de todas as etapas ou desejaram retirar-se; (b) houve erro de captura durante a espirometria e (c) não seguiram a dieta prescrita. A estimativa do tamanho amostral mínimo foi elaborada tendo por base estudos previamente publicados sobre efeitos ergogênicos da melatonina no desempenho físico (SOUISSI; YOUSFI; DABBOUBI; ALOUI *et al.*, 2020; TRIONFANTE; DAVIS; FARNEY; MISKOWIEC *et al.*, 2017). Para um poder amostral $>0,80$, foi estimado que uma amostra mínima seriam 12 participantes. Inicialmente 14 participantes foram incluídos, porém dois não realizaram os testes na condição Placebo. Portanto, a amostra final foi composta por 12 participantes ($22,1 \pm 1,3$ anos; $1,7 \pm 0,1$ metros; $74,7 \pm 12,1$ kg; $24,3 \pm 2,7$ m/kg²; $17,3 \pm 5,2$ %G).

Procedimentos pré-experimentais

Um protocolo alimentar foi prescrito a fim de evitar alimentos que pudessem afetar a produção endógena de melatonina nas 48 horas que antecedem os testes. Para tal seguiram-se as recomendações da Organização mundial da saúde (FOOD; NATIONS, 2001) e do *National Institute of Health* (STUDY; HEALTH, 2007), o qual recomendam de 25-40 kcal/kg de massa corporal diariamente. A Tabela 1 apresenta a concentração de macronutrientes de cada refeição diária. Para nossos participantes, o total de calorias diárias representa $33,9 \pm 3,1$ kcal/kg.

Tabela 1. Distribuição da ingestão alimentar diária.

Refeição	Proteínas	Lipídeos	Carboidratos	Calorias
Café da manhã	23,4g	29,4g	92,4g	706 Kcal
Almoço	41,2g	11,9g	70,5g	529 Kcal
Lanche da tarde	23,4g	29,4g	92,4g	706 Kcal
Jantar	41,2g	11,9g	70,5g	529 Kcal
Total das refeições	129,3g	82,7g	325,8g	2472 Kcal

A presente prescrição alimentar foi proposta para que os participantes ingerissem 27,5 g de ácidos graxos monoinsaturados, 3,9 g de poli-insaturados, 43,3 g de saturados, 2,6 g de gorduras trans, 374,1 mg de colesterol, 35 g de fibras, 937,8 mg de cálcio, 376,7 mg de magnésio, 1.661,8 mg de fósforo, 20,8 mg de ferro, 2.032,8 mg de sódio, 3632,5 mg de potássio, 1,4 mg de cobre, 25,8 mg de zinco, 29,8 µg de selênio, vitamina A RE 780,6 µg, 350,4 µg de vitamina B9, 6,2 µg de vitamina B12, 1,2 mg de vitamina B1, 3 mg de vitamina B2, 1,5 mg de vitamina B6, 9,3 mg de vitamina B3, 75,8 mg de vitamina C, 6,5 µg de vitamina D, 4,4 mg de vitamina E. Para tal foi prescrito uma dieta padrão utilizando alimentos comuns da culinária brasileira, ademais foi apresentado um cardápio de substituição de alimentos, caso o participantes quisesse realizar alguma troca. Por fim, houve restrição alimentar a ser seguida duas horas antes dos testes, onde não foram permitidos ingerir alimentos que pudessem interferir nas variáveis cardiometabólicas (café, guaraná, chá, bebidas energéticas, açaí etc.).

Na primeira visita os participantes receberam e ingeriram a capsula (Melatonina ou Placebo) 1 hora antes de iniciar os testes. Durante o período de espera os participantes mediram as variáveis antropométricas e a frequência cardíaca de repouso (Polar H10, Polar Electro[®], Kempele, Finlândia). A massa corporal foi medida em balança digital com precisão de 50 g (W200, Welmy[®], São Paulo, Brasil) e a estatura pelo estadiômetro da balança, estas medidas foram utilizadas para o cálculo do índice de massa corporal. A gordura corporal foi estimada indiretamente por equações de dobras cutâneas previamente validadas para as características dos participantes (PETROSKI; NETO, 1996).

Coleta de dados

Para evitar possíveis efeitos cronobiológicos da melatonina (LÓPEZ-FLORES; LUQUE-NIETO; COSTA MOREIRA; SUÁREZ-IGLESIAS *et al.*, 2018), as coletas de dados iniciaram sempre as 08:00 da manhã. Na primeira coleta houve um sorteio para as condições melatonina ou placebo. A melatonina foi adquirida na Farmácia Botica (Governador Valadares, MG, Brasil) e as capsulas de ambas as condições foram manipuladas no departamento de farmácia da universidade na qual os dados foram coletados. Para o presente estudo selecionou-se 5mg de melatonina tendo por base estudos prévios de suplementação em exercício físico (ALMENDROS-RUIZ; LÓPEZ-MORO; CONDE-PIPÓ; SANTALLA *et al.*, 2023; LÓPEZ-FLORES; LUQUE-NIETO; COSTA MOREIRA; SUÁREZ-IGLESIAS *et al.*, 2018) e condição placebo foi composta por 5mg de matodextrina.

Uma hora após a ingestão da capsula os participantes foram submetidos a um protocolo de HIIT previamente proposto por TJØNNA; LEE; ROGNMO; STØLEN *et al.* (2008). Este protocolo é composto por 4 Sprints de 4 minutos (95% da FC_{máx}) com intervalos de 3 minutos (60-70% da FC_{máx}). A frequência cardíaca máxima foi estimada indiretamente pela equação de TANAKA; MONAHAN e SEALS (2001) para homens corredores [FC_{max} = 208 – (0,7 X idade)]. Após o último intervalo, os participantes foram colocados deitados e monitorou-se o metabolismo em recuperação durante 30 min. Durante todo o protocolo de houve monitoramento das seguintes variáveis cardiometabólicas:

(a) VO₂ (mL/kg/min) em 13 momentos Pré, Sprint 1, Intervalo 1, Sprint 2, Intervalo 2, Sprint 3, Intervalo 3, Sprint 4, Intervalo 4, Recuperação 5min, Recuperação 10min, Recuperação 15min e Recuperação 30 min. Esta medida foi realizada no minuto final de cada Sprint ou Intervalo (analisador de gases MetaLyzer 3B[®], Cortex, Leipzig, Alemanha).

(b) Equivalente de oxigênio (VE/VO₂ – L/min) e de gás carbônico (VE/VCO₂ – L/min) em 8 momentos: Sprint 1, Intervalo 1, Sprint 2, Intervalo 2, Sprint 3, Intervalo 3, Sprint 4, Intervalo 4. Esta medida foi realizada no minuto final de cada Sprint ou Intervalo (analisador de gases MetaLyzer 3B[®], Cortex, Leipzig, Alemanha).

(c) FC (BPM) em 13 momentos Pré, Sprints 1, 2, 3 e 4, Intervalos 1, 2, 3 e 4 Recuperação 5, 10, 15 e 30 min (Polar H10, Polar Electro[®], Kempele, Finlândia).

(d) Pressão arterial sistólica e diastólica (mmHg) em 5 momentos Pré, Recuperação 5, 10, 15 e 30 min [esfigmomanômetro aneróide (WCS[®], Scientific Arm, Brasil) de acordo com as diretrizes da Sociedade Brasileira de Hipertensão (BARROSO; RODRIGUES; BORTOLOTO; MOTA-GOMES *et al.*, 2021)].

(e) Lactato (mmol/L) em 5 momentos Pré, Recuperação 5, 10, 15 e 30 min (Accutrend Plus[®], Roche Diagnostics, Alemanha).

(f) Quociente respiratório e taxa metabólica de repouso (Kcal) em 4 momentos Recuperação 5, 10, 15 e 30 min. A Figura 1 apresenta a linha do tempo das medidas realizadas no presente protocolo.

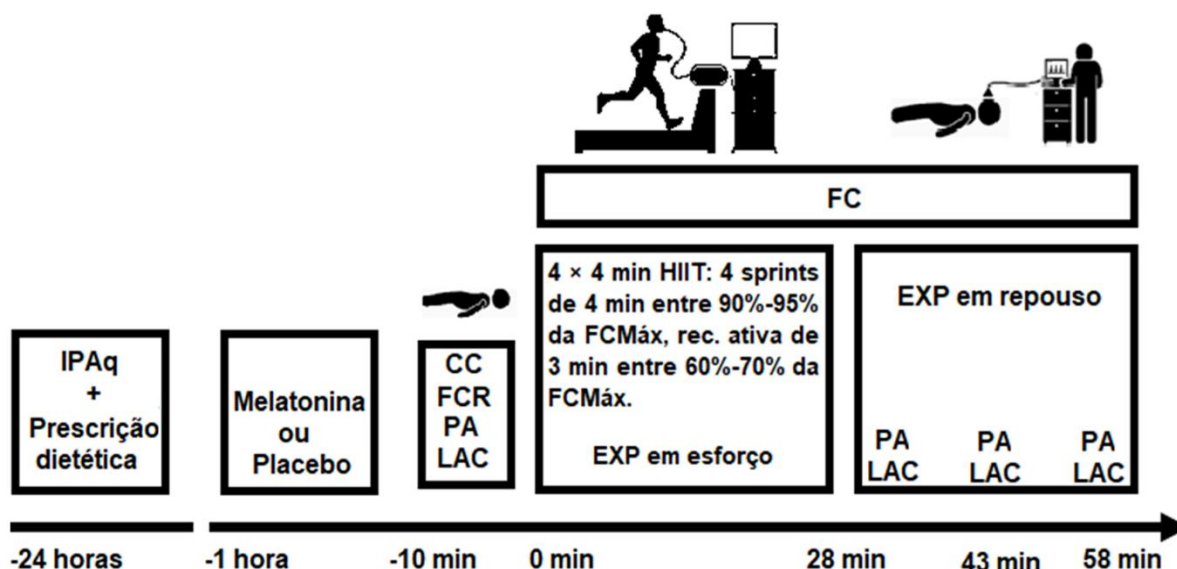


Figura 1. Protocolo experimental: IPAq – questionário internacional de atividade física, FC – frequência cardíaca, FCR – frequência cardíaca de repouso, PA – pressão arterial, LAC – lactato, CC – composição corporal.

Análise dos dados

Inicialmente os dados foram tabulados e em seguida realizou-se o teste de Shapiro-Wilk para testar a normalidade, uma vez que nenhuma variável violou os pressupostos de normalidade, as análises inferenciais foram realizadas por meio de análise de variância a dois fatores (suplemento x momentos de medida). Quando encontradas diferenças significativas utilizou-se o posthoc de Bonferroni. Quando necessário, as correções de esfericidade foram realizadas pelo teste de Grenhouse-Geisser. Todas as análises foram realizadas no SPSS versão 25,0 e $p \leq 0,05$ foi considerado como valor de significância.

Resultados

Para a variável VO_2 houve efeito de interação suplemento X momentos de medida ($F_{1,23} = 3,142$; $p = 0,034$; $\eta^2 = 0,774$). Para a condição Melatonina houve diferença entre os valores Pré e todas as demais medidas ($p \leq 0,001$) exceto Intervalo 2 ($p = 0,245$), Intervalo 3 ($p = 1,0$), e Intervalo 4 ($p = 1,0$). O Sprint 1 diferiu de todas as demais ($p \leq 0,001$) exceto Sprint 2 ($p = 1,0$), Sprint 3 ($p = 1,0$) e Sprint 4 ($p = 1,0$). O Intervalo 1 diferiu de todas os demais momentos de medida ($p \leq 0,04$). O Sprint 2 diferiu de todos os momentos posteriores ($p \leq 0,001$) exceto Sprint 3 ($p = 0,998$) e Sprint 4 ($p = 0,803$). O Intervalo 2 diferiu dos momentos posteriores ($p \leq 0,04$) exceto Intervalo 3 ($p = 0,06$). O Sprint 3 diferiu dos momentos posteriores ($p \leq 0,001$) exceto

Sprint 4 ($p=0.565$). O Intervalo 3 diferiu dos demais momentos de medida posteriores ($p\leq 0,001$). O Sprint 4 também diferiu dos momentos de medidas posteriores ($p\leq 0,001$). O intervalo 4 diferiu de todos os momentos de medidas posteriores ($p\leq 0,001$). A recuperação a 5 min dos demais momentos de recuperação ($p\leq 0,001$). A recuperação a 10 min dos demais momentos posteriores de recuperação ($p\leq 0,001$). A recuperação a 15 min diferiu dos 30 min ($p=0,002$). Para a condição Placebo houve diferença entre o Pré do Sprint 1 e 2 ($p=0,001$ para ambas as comparações) e todos os momentos de recuperação ($p\leq 0,001$). O Sprint 1 diferiu dos momentos seguintes ($p\leq 0,025$) exceto o Sprint 2 ($p=1,0$). O Intervalo 1 diferiu significativamente do Sprint 2 e todos os momentos de recuperação ($p\leq 0,001$ para todas as comparações). O Sprint 2 diferiu de todos os momentos posteriores ($p\leq 0,04$). O Intervalo 2, 3, 4, o Sprint 3 e 4 diferiram de todos os momentos de recuperação ($p\leq 0,001$ para todas as comparações). A recuperação a 5 min diferiu das demais ($p\leq 0,03$). Quanto a comparação entre condições, houve diferença nos Sprints 1, 2, 3 e 4 ($p=0,03$), Intervalo 1 ($p=0,025$) e todos os momentos de recuperação ($p\leq 0,046$). A Figura 2 apresenta o comportamento da variável VO_2 ao longo do período experimental para ambas as condições.

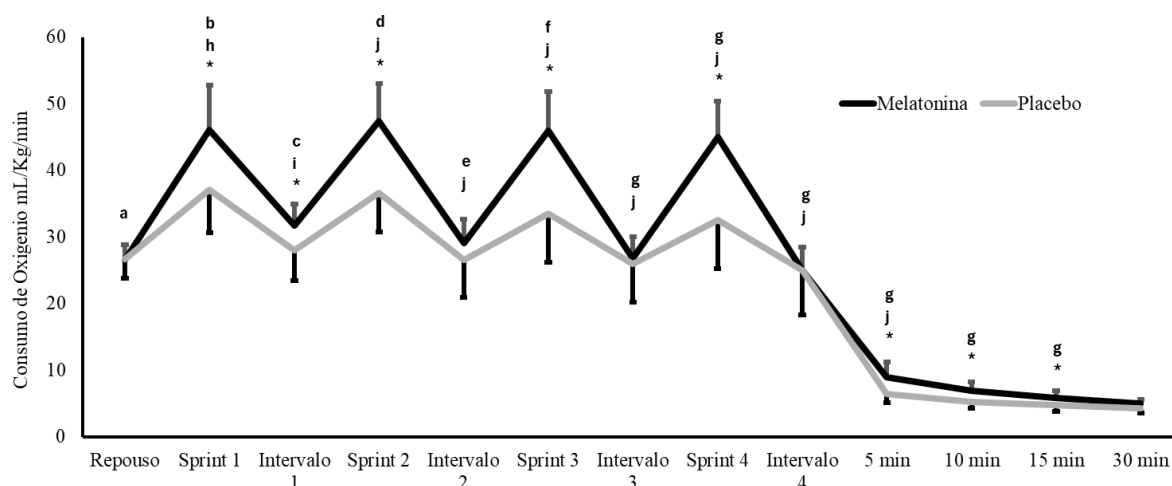


Figura 2. $VO_{2\text{máx}}$ para as condições Melatonina e Placebo durante os Sprints, Intervalos e Recuperação. ^a $p\leq 0,001$ vs. todos os momentos de medida exceto Intervalos 1, 2, 3 e 4 para a condição Melatonina e Placebo. ^b $p\leq 0,001$ vs. as medidas seguintes exceto Sprints 2, 3 e 4 para a condição Melatonina. ^c $p\leq 0,04$ vs. as todas as medidas seguintes para a condição Melatonina. ^d $p\leq 0,001$ vs. as todas as seguintes exceto Sprints 3 e 4 para a condição Melatonina. ^e $p\leq 0,001$ vs. as todas as seguintes exceto Intervalo 3 para a condição Melatonina. ^f $p\leq 0,001$ vs. as todas as seguintes exceto Sprint 4 para a condição Melatonina. ^g $p\leq 0,002$ vs. as todas as seguintes para a condição Melatonina. ^h $p\leq 0,023$ vs. as medidas seguintes exceto Sprint 2 para a condição

Placebo. ⁱ $p \leq 0,023$ vs. as medidas seguintes exceto Sprints 3, 4, Intervalos 2, 3 e 4 para a condição Placebo. ^j $p \leq 0,03$ vs. as medidas de recuperação para a condição Placebo.

Similar ao resultado do VO₂, houve também efeito de interação suplemento X momentos de medidas ($F_{1,23} = 3,305$; $p = 0,028$; $\eta^2 = 0,783$). Para as condições Melatonina e Placebo houve diferenças significativas entre o Pré e demais momentos de medida ($p \leq 0,001$) exceto para 30 min de recuperação ($p = 1,0$). O Sprint 1, 2, 3, 4 e o Intervalo 4 diferiram de todos os momentos de recuperação ($p \leq 0,001$) independentemente da condição. O Intervalo 1 diferiu do Intervalo 3 e todos os momentos de recuperação ($p \leq 0,014$) na condição Melatonina. O Intervalo 2 e 3 diferiram significativamente de todos os momentos seguintes ($p \leq 0,043$) exceto o Sprint 4 ($p = 0,256$) e Intervalo 4 ($p = 0,151$). A recuperação a 5 min diferiu das demais exceto 30 min ($p = 0,34$) independentemente da Condição. Na condição Placebo, o Intervalo 1 e 3 diferiram do Sprint 3 e todos os momentos de recuperação ($p \leq 0,001$). Para esta mesma condição a recuperação a 10 diferiu de 15 min ($p \leq 0,001$). Quanto as comparações entre condições, a Melatonina apresentou mais FC no Intervalo 2 ($p = 0,025$) e Sprint 3 ($p = 0,02$). A Figura 3 apresenta o comportamento da FC ao longo do período experimental para ambas as condições.

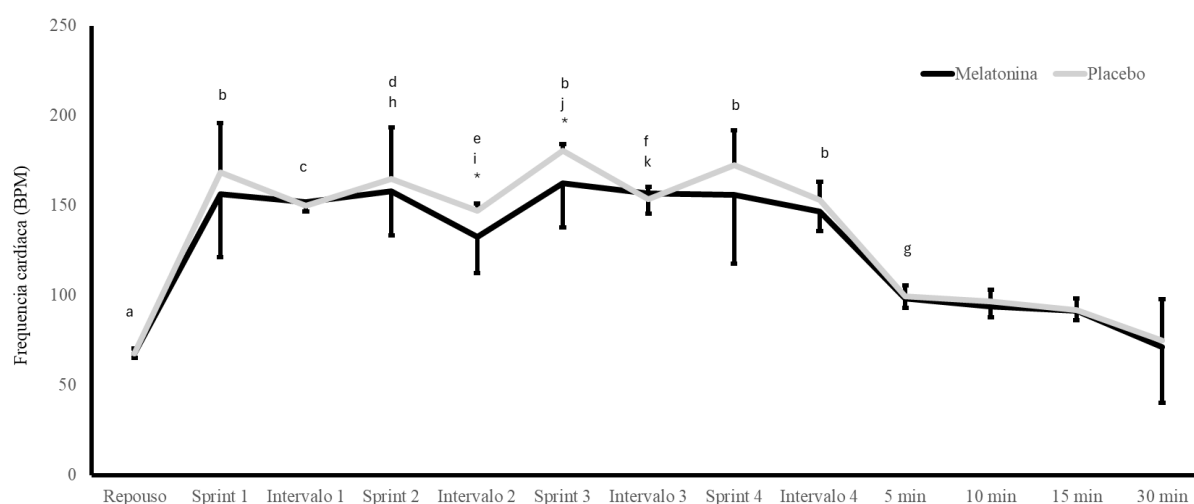


Figura 3. Frequência cardíaca mensurada nos momentos Pré, Sprints, Intervalos e Recuperação. ^a $p \leq 0,001$ vs. todos os momentos de medida exceto 30 min de recuperação para ambas as condições. ^b $p \leq 0,001$ vs. todos os momentos de recuperação independentemente da condição. ^c $p \leq 0,014$ vs. Sprint 2 todos os momentos de recuperação para a condição Melatonina. ^d $p \leq 0,043$ vs. Intervalo 2 todos os momentos de recuperação para a condição Melatonina. ^e $p \leq 0,001$ vs. todos os momentos seguintes para a condição Melatonina, exceto

Sprint e Intervalo 4 ($p > 0,05$). ^f $p \leq 0,025$ vs. Intervalo 4 todos os momentos de recuperação para a condição Melatonina. ^g $p \leq 0,001$ vs. todos os momentos de recuperação para a condição Melatonina, exceto 30 min. ¹ $p \leq 0,001$ vs. Sprint 3 e todos os momentos de recuperação para a condição Placebo. ^j $p \leq 0,001$ vs. todos os momentos seguintes exceto Sprint 4 para a condição Placebo. ^k $p \leq 0,001$ vs. todos os momentos de recuperação para a condição Placebo. * $P \leq 0,025$ vs. Placebo.

A Tabela 2 apresentam as variáveis medidas durante o exercício para ambas as condições. Para a VE/O₂ houve efeito de interação suplemento X momento de medida ($F_{1,23} = 6,179$; $p = 0,001$; $\eta^2 = 0,73$). Para a condição Melatonina o Sprint 1 diferiu dos demais momentos ($p \leq 0,01$) exceto o Intervalo 1 ($p = 0,091$). O Intervalo 2 diferiu de todos os momentos ($p \leq 0,023$) exceto o Sprint 3 e Intervalo 3 ($p > 0,05$). O Intervalo 3 diferiu do Sprint 4 ($p = 0,043$). Para a condição Placebo o Sprint 4 diferiu de todos os momentos ($p \leq 0,029$) exceto o Sprint 1, 3 e Intervalo 4 ($p > 0,05$). Quanto a comparação entre condições houve diferenças entre todos os momentos de medidas, exceto no Sprint 1 ($p = 0,053$).

De maneira similar, houve também efeito de interação Suplemento X momento de medida para o VE/CO₂ ($F_{1,23} = 5,346$; $p = 0,003$; $\eta^2 = 0,701$). Para a condição Melatonina o Sprint e intervalo 1 diferiram de todos os demais momentos ($p \leq 0,001$). O Sprint e Intervalo 2 diferiu do Sprint 3 e 4 ($p \leq 0,028$). Para a condição Placebo o Sprint 1 diferiu do 2 e 3 ($p \leq 0,046$). O Intervalo 1 diferiu dos demais ($p \leq 0,034$) exceto o Sprint 1 ($p = 1,0$). Quando comparadas as condições, houve diferença em todos os momentos exceto Sprint e Intervalo 1 ($p > 0,05$).

Tabela 2. Equivalente de oxigênio e gás carbônico para as condições Melatonina e Placebo ao longo dos estímulos do treinamento intervalado de alta intensidade.

	Sprint 1	Intervalo 1	Sprint 2	Intervalo 2	Sprint 3	Intervalo 3	Sprint 4	Intervalo 4
valente de oxigênio – VE/O₂ (L/min)								
Melatonina	34,4±3,9 ^a	35,9±4,6 ^{b*}	36,5±3,4 ^{c*}	38,3±4,5 [*]	36,9±3,4 [*]	37,5±3,1 [*]	36,4±2,9 ^{d*}	37,1±4,7 [*]
Placebo	31,6±2,6	32,4±2,7	32,5±3,1	32,7±3,0	31,3±4,2	32,3±3,0	30,5±3,7 ^e	31,4±2,7
valente de gás carbônico – VE/CO₂ (L/min)								
Melatonina	26,6±1,6 ^a	27,8±2,3 ^a	31,5±2,5 [*]	31,5±3,0 [*]	33,0±2,5 [*]	32,5±2,5 [*]	33,1±2,2 [*]	32,5±2,8 [*]
Placebo	26,8±1,7 ^b	26,7±1,9 ^b	29,2±2,0 ^f	28,3±2,2 ^f	29,0±3,1	28,6±2,7	28,3±3,0	28,4±2,3

VE/O₂ – Equivalente de oxigênio, VE/CO₂ – Equivalente de gás carbônico, ^a $p \leq 0,001$ vs. todos os momentos de medida exceto Intervalo 1. ^b $p \leq 0,001$ vs. Sprint 2. ^c $p = 0,017$ vs. Intervalo 2. ^d $p \leq 0,043$ vs. Intervalo 2 e 3. ^e $p \leq 0,029$ vs. todos os momentos de medida exceto Sprint 1, 3 e

intervalo 4. ^f $p \leq 0,028$ vs. Sprint 3 e 4. * $P \leq 0,034$ vs. Placebo. ^g $p \leq 0,046$ vs. Sprint 2 e 3. ^h $p \leq 0,034$ vs. os demais momentos de medida exceto Sprint 1. * $P \leq 0,034$ vs. Placebo.

A Tabela 3 apresenta as medidas realizadas durante o momento recuperação. Para o QR houve efeito de interação Suplemento X momento de medida ($F_{1,23} = 9,816$; $p \leq 0,001$; $\eta^2 = 0,596$). Houve diferença significativa entre o momento 5 min e todos os demais independentemente da condição ($p \leq 0,001$ para todas as comparações). Resultado similar foi observado ao se comparar 10 min vs. 15 e 30 min ($p \leq 0,001$ para ambas as comparações). Entre 15 e 30 min houve diferença somente para a condição Melatonina ($p \leq 0,001$). Para a comparação entre condições houve diferença somente aos 30 min ($p \leq 0,001$).

Para a TMR também houve efeito de interação Suplemento X momento de medida para o VE/CO₂ ($F_{1,23} = 4,757$; $p = 0,012$; $\eta^2 = 0,416$). Independentemente da condição, as médias observadas a 5 min foram superiores a observadas nos demais momentos de medida ($p \leq 0,001$ para todas as comparações), 10 min diferiu significativamente de 15 e 30 min ($p \leq 0,001$ para ambas as comparações) e 15 diferiu de 30 min ($p \leq 0,001$). Entre condições, houve diferenças em todos os momentos de medida ($p \leq 0,005$).

Tabela 3. Medidas metabólicas realizadas no repouso para ambas as condições.

	5 min	10 min	15 min	30 min
Quociente Respiratório				
Melatonina	1,08±0,07 ^a	1,1±0,08 ^b	0,93±0,05 ^c	0,83±0,05*
Placebo	1,11±0,1 ^a	1,0±0,66 ^b	0,93±0,06	0,93±0,05
Taxa metabólica de repouso (Kcal)				
Melatonina	4.614,8±222,4 ^{a*}	2.960,0±106,7 ^{b*}	3.405,3±222,4 ^{c*}	2.475,1±106,7*
Placebo	3.467,9±119,8 ^a	2.514,2±80,2 ^b	2.758,5±119,8 ^c	2.164,2±80,2

^a $p \leq 0,001$ vs. os demais momentos de medida; ^b $p \leq 0,001$ vs. 15 e 30 min; ^c $p \leq 0,001$ vs. 30 min.

Na Tabela 4 são apresentadas as medidas cardiometabólicas realizadas no Pré e ao longo da recuperação. Para a PAS houve efeito isolado do momento de medida ($F_{1,23} = 15,026$; $p \leq 0,001$; $\eta^2 = 0,76$), onde as médias observadas nos momentos 15 e 30 min diferiram estatisticamente dos demais ($p \leq 0,003$). Para a PAD não houve efeito isolado do momento de medida ($F_{1,23} = 0,242$; $p \leq 0,911$; $\eta^2 = 0,048$) e nem efeito de interação ($F_{1,23} = 2,323$; $p \leq 0,094$;

$\eta p^2 = 0,328$). Para o Lactato houve efeito isolado do momento de medida ($F_{1,23} = 84,278$; $p \leq 0,001$; $\eta p^2 = 0,947$). As médias observadas no momento Pré diferiram significativamente das demais ($p \leq 0,001$ para todas as comparações), 5 min de recuperação diferiu dos demais momentos de recuperação ($p \leq 0,013$ para todas as comparações) e 10 diferiu de 30 min ($p = 0,03$).

Tabela 4. Medidas cardiometabólicas realizadas no Pré e ao longo de todos os demais momentos de recuperação.

Pressão arterial sistólica (mmHg)					
	Pré	5 min	10 min	15 min	30 min
Melatonina	119,0±6,0	121,3±10,3	118,3±7,2	112,0±4,6 ^a	108,5±7,7 ^a
Placebo	119,0±6,0	118,5±11,6	115,5±8,3	108,2±9,5 ^a	104,8±10,6 ^a
Pressão arterial diastólica (mmHg)					
Melatonina	79,4±3,7	78,5±9,3	79,7±6,9	82,2±9,6	78,8±10,3
Placebo	79,1±3,9	77,2±9,1	76,7±5,3	73,5±8,5	75,5±9,2
Lactato (mmol/L)					
Melatonina	2,0±0,79 ^a	6,51±1,27 ^b	4,38±1,34 ^c	4,31±1,38	3,73±1,65
Placebo	1,95±0,81 ^a	5,84±2,19 ^b	5,05±0,62 ^c	4,38±0,94	3,96±1,35

^a $p \leq 0,015$ vs. os demais momentos de medida. ^b $p \leq 0,013$ vs. 10, 15 e 30 min. ^c $p = 0,03$ vs. 30 min.

Discussão

A melatonina (N-acetil-5-metoxitriptamina) é um hormônio produzido endogenamente, o qual tem sido amplamente investigado quanto ao efeito em modular o sono (FORCE; OWENS; SIMAKAJORNBOON; KOTAGAL *et al.*, 2025). Quanto associada ao exercício, diversos protocolos mostraram efeito antioxidante e antiinflamatório (BANTOUNOU; PLASCEVIC; GALLEY, 2022; BORGES; DERMARGOS; JUNIOR; WEIMANN *et al.*, 2015; KRUK; ABOUL-ENEIN; DUCHNIK, 2021). Por outro lado, existe limitado conhecimento a respeito do efeito cardiometabólico da suplementação de melatonina em indivíduos submetidos ao HIIT (CELORRIO SAN MIGUEL; ROCHE; HERRANZ-LÓPEZ; CELORRIO SAN MIGUEL *et al.*, 2024). Mediante este contexto, o presente estudo investigou o efeito da suplementação de 5mg de melatonina sobre o metabolismo durante e pós-exercício, frequência cardíaca, pressão arterial e concentração de lactato em homens

fisicamente ativos submetidos a uma sessão aguda de HIIT. Os principais resultados indicaram que a suplementação resultou em maior VO_2 , VE/VO_2 , VE/VCO_2 durante o HIIT, e maior VO_2 , TMR e QR durante a recuperação. Nossos resultados corroboram em parte os achados de estudos prévios, os quais observaram efeito da suplementação de melatonina no metabolismo de indivíduos submetidos ao exercício anaeróbio (FARJALLAH; HAMMOUDA; ZOUC; GHATTASSI *et al.*, 2018; FARJALLAH; GRAJA; GHATTASSI; BEN MAHMOUD *et al.*, 2023).

Quando se trata do efeito ergogênico da melatonina no exercício e esporte, os protocolos que observam resultados positivos são aqueles que suplementaram a noite, estimulando assim, um sono de melhor qualidade e consequentemente, recuperação mais completa pós-esforço (LÓPEZ-FLORES; LUQUE-NIETO; COSTA MOREIRA; SUÁREZ-IGLESIAS *et al.*, 2018). Quanto aos protocolos que suplementam antes do exercício, não há consenso quanto a melhora do desempenho (ALMENDROS-RUIZ; LÓPEZ-MORO; CONDE-PIPÓ; SANTALLA *et al.*, 2023). Ademais, existem autores que recomendam cuidado ao se ingerir a melatonina imediatamente antes do exercício, pois, quando ingerida em altas dose, causa bradicardia, o que afeta o sistema cardiovascular e termorregulatórios (SOUISSI; DERGAA, 2021).

Nossos resultados mostraram que a melatonina pode ter efeito importante no metabolismo durante e pós-exercício, o qual pode ser interessante para indivíduos que desejam perder massa corporal, pois nesta condição os participantes apresentaram maior VO_2 , VE/O_2 durante o exercício o aumento nestas variáveis mostra-se interessante pois indicam que a melatonina pode estimular maior gasto energético, entretanto deve-se ressaltar a limitação quanto a discussão destes dados, pois muitos dos estudos em metabolismo com a melatonina foram realizados em modelos animais (FARIA; MANCHADO-GOBATTO; SCARIOT; ZAGATTO *et al.*, 2022; FARIA; PEJON; GOBATTO; DE ARAUJO *et al.*, 2021) e desconhecemos estudos que realizaram espirometria após a suplementação, os poucos estudos que realizam avaliação da respiração quando submetidas à suplementação são focadas na avaliação de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (HABTEMARIAM; DAGLIA; SUREDA; SELAMOGLU *et al.*, 2017).

Quanto a recuperação, a suplementação resultou em maior TMR, VO_2 e menor QR, o qual indica maior catabolismo lipídico para esta condição (MAZAHARI; SCHMIED; NIEDERSEER; GUAZZI, 2021). Estes resultados estão alinhados com os observados em outros estudos, os quais indicam que a melatonina tende a aumentar o catabolismo lipídico no exercício (FARIA; MANCHADO-GOBATTO; SCARIOT; ZAGATTO *et al.*, 2022;

SOUISSI; BEN MAAOUIA; DERGAA; GHRAM *et al.*, 2023). Um dos possíveis mecanismos que explica o efeito da melatonina no catabolismo lipídico está associado ao aumento da expressão da enzima translocase ácida CD36, a qual aumenta a utilização de ácidos graxos como fonte energética (FARIA; PEJON; GOBATTO; DE ARAUJO *et al.*, 2021). Nesta linha, SOUISSI e DERGAA (2021) recomendam que, caso haja interesse em aumentar o catabolismo lipídico, a melatonina deve ser ingerida previamente ao exercício físico, principalmente no período da manhã, onde os níveis circulantes de melatonina ficam mais baixos.

Quanto aos efeitos na pressão arterial, não há consenso sobre o efeito da melatonina (GOYAL; TERRY; SUPERAK; NELL-DYBDAHL *et al.*, 2014; RADINA ESHTIAGHI ALI REZA, 2013). RADINA ESHTIAGHI ALI REZA (2013) relataram que cronicamente a melatonina diminuiu a pressão arterial e melhorou os mecanismos de defesa antioxidante em indivíduos com síndrome metabólica (Khoshdel, 2013). Da mesma forma, GOYAL; TERRY; SUPERAK; NELL-DYBDAHL *et al.* (2014) conduziram um ensaio clínico randomizado que demonstrou uma redução na PAS associada à suplementação de melatonina em comparação ao placebo. Apesar de não ser comprovado o efeito hipotensor da melatonina está associado ao aumento na produção de óxido nítrico e supressão noturna do sistema nervoso simpático (LAUDON; GROSSMAN; ZISAPEL, 2011). Em uma metanálise foi indicado que, embora a melatonina possa reduzir a pressão arterial, os efeitos são frequentemente modestos e podem variar significativamente entre diferentes populações (HADI; GHAEDI; MORADI; POURMASOUMI *et al.*, 2019).

Conclusão

Mediante aos objetivos estabelecidos, métodos aplicados e resultados obtidos pode-se concluir que a suplementação aguda de 5mg de melatonina exercem efeito ergogênico para o aumento VO_2 , VE/VO_2 , VE/VCO_2 durante o HIIT, QR, TMR e VO_2 até 30 minutos pós exercício. A suplementação, no entanto, é inócua quanto a pressão arterial e níveis de lactato.

Referências

- ALMENDROS-RUIZ, A.; LÓPEZ-MORO, A.; CONDE-PIPÓ, J.; SANTALLA, A. *et al.* The Effects of Melatonin Supplementation on Professional Football Player Performance: A Systematic Review. **Nutrients**, 15, n. 20, p. 4467, 2023.
- AMINI, Z.; MOEINI, M.; ETMINANI, N. Comparing the Effects of Melatonin and Zolpidem on Mental Health and Sexual Function in Men With Opioid Addiction: Evidence From a Randomized Clinical Trial. **Frontiers in Psychiatry**, 13, p. 850480, 2022.
- ASHOUR, A. M. The Effect of Melatonin Supplement on High Arterial Blood Pressure: An Overview From Clinicaltrials.gov. **Journal of Multidisciplinary Healthcare**, Volume 17, p. 517-520, 2024.
- ATKINSON, G.; HOLDER, A.; ROBERTSON, C.; GANT, N. *et al.* Effects of melatonin on the thermoregulatory responses to intermittent exercise. **Journal of pineal research**, 39, n. 4, p. 353-359, 2005.
- AULD, F.; MASCHAUER, E. L.; MORRISON, I.; SKENE, D. J. *et al.* Evidence for the efficacy of melatonin in the treatment of primary adult sleep disorders. **Sleep medicine reviews**, 34, p. 10-22, 2017.
- BANTOUNOU, M.; PLASCEVIC, J.; GALLEY, H. F. Melatonin and related compounds: antioxidant and anti-inflammatory actions. **Antioxidants**, 11, n. 3, p. 532, 2022.
- BARROSO, W. K. S.; RODRIGUES, C. I. S.; BORTOLOTTI, L. A.; MOTA-GOMES, M. A. *et al.* Diretrizes brasileiras de hipertensão arterial–2020. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, 116, n. 3, p. 516-658, 2021.
- BECK, W. R.; BOTEZELLI, J. D.; PAULI, J. R.; ROPELLE, E. R. *et al.* Melatonin Has an Ergogenic Effect but Does Not Prevent Inflammation and Damage in Exhaustive Exercise. **Scientific Reports**, 5, n. 1, 2015.
- BECK, W. R.; MESSIAS, L. H. D.; SILVA, F. C. d.; MANCHADO-GOBATTO, F. B. *et al.* Acute melatonin administration enhances aerobic tolerance: an analysis of biochemical and hematological parameters. **Motriz: Revista de Educação Física**, 24, n. 02, p. e1018169, 2018.
- BORGES, L. d. S.; DERMARGOS, A.; JUNIOR, E. P. d. S.; WEIMANN, E. *et al.* Melatonin decreases muscular oxidative stress and inflammation induced by strenuous exercise and stimulates growth factor synthesis. **Journal of pineal research**, 58, n. 2, p. 166-172, 2015.
- CAVALLO, A.; DANIELS, S. R.; DOLAN, L. M.; KHOURY, J. *et al.* Blood Pressure Response to Melatonin in Type 1 Diabetes. **Pediatric Diabetes**, 5, n. 1, p. 26-31, 2004.
- CELORRIO SAN MIGUEL, A. M.; ROCHE, E.; HERRANZ-LÓPEZ, M.; CELORRIO SAN MIGUEL, M. *et al.* Impact of Melatonin Supplementation on Sports Performance and Circulating Biomarkers in Highly Trained Athletes: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. **Nutrients**, 16, n. 7, p. 1011, 2024.
- CHEIKH, M.; MAKHLOUF, K.; GHATTASSI, K.; GRAJA, A. *et al.* Melatonin ingestion after exhaustive late-evening exercise attenuate muscle damage, oxidative stress, and inflammation during intense short term effort in the following day in teenage athletes. **Chronobiology international**, 37, n. 2, p. 236-247, 2020.

- FARIA, V. S.; MANCHADO-GOBATTO, F. B.; SCARIOT, P. P. M.; ZAGATTO, A. M. *et al.* Melatonin Potentiates Exercise-Induced Increases in Skeletal Muscle PGC-1 α and Optimizes Glycogen Replenishment. **Frontiers in Physiology**, 13, p. 803126, 2022.
- FARIA, V. S.; PEJON, T. M. M.; GOBATTO, C. A.; DE ARAUJO, G. G. *et al.* Acute melatonin administration improves exercise tolerance and the metabolic recovery after exhaustive effort. **Scientific Reports**, 11, n. 1, p. 19228, 2021.
- FARJALLAH, M.; HAMMOUDA, O.; ZOUCHE, M.; GHATTASSI, K. *et al.* Effect of melatonin ingestion on physical performance, metabolic responses, and recovery after an intermittent training session. **Physiology International**, 105, n. 4, p. 358-370, 01 Dec. 2018 2018.
- FARJALLAH, M. A.; GRAJA, A.; GHATTASSI, K.; BEN MAHMOUD, L. *et al.* Melatonin Ingestion Prevents Liver Damage and Improves Biomarkers of Renal Function Following a Maximal Exercise. **Res Q Exerc Sport**, 94, n. 3, p. 869-879, Sep 2023.
- FOOD; NATIONS, A. O. o. t. U. **Human energy requirements: report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation.** FAO Rome, 2001.
- FORCE, M. T.; OWENS, J.; SIMAKAJORNBOON, N.; KOTAGAL, S. *et al.* Melatonin Use in Managing Insomnia in Typically Developing (TD) Children: A Technical Report. **Sleep Medicine**, 2025.
- GOYAL, A.; TERRY, P.; SUPERAK, H. M.; NELL-DYBDAHL, C. *et al.* Melatonin Supplementation to Treat the Metabolic Syndrome: A Randomized Controlled Trial. **Diabetology & Metabolic Syndrome**, 6, n. 1, 2014.
- HABTEMARIAM, S.; DAGLIA, M.; SUREDA, A.; SELAMOGLU, Z. *et al.* Melatonin and respiratory diseases: a review. **Current topics in medicinal chemistry**, 17, n. 4, p. 467-488, 2017.
- HADI, A.; GHAEDI, E.; MORADI, S.; POURMASOUMI, M. *et al.* Effects of Melatonin Supplementation on Blood Pressure: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **Hormone and Metabolic Research**, 51, n. 03, p. 157-164, 2019.
- KRUK, J.; ABOUL-ENEIN, B. H.; DUCHNIK, E. Exercise-induced oxidative stress and melatonin supplementation: current evidence. **The Journal of Physiological Sciences**, 71, n. 1, p. 27, 2021.
- LAUDON, M.; GROSSMAN; ZISAPEL, N. Effect of Melatonin on Nocturnal Blood Pressure: Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **Vascular Health and Risk Management**, p. 577, 2011.
- LIU, Z.; GAN, L.; ZHANG, T.; REN, Q. *et al.* Melatonin alleviates adipose inflammation through elevating α -ketoglutarate and diverting adipose-derived exosomes to macrophages in mice. **Journal of pineal research**, 64, n. 1, p. e12455, 2018.
- LÓPEZ-FLORES, M.; LUQUE-NIETO, R.; COSTA MOREIRA, O.; SUÁREZ-IGLESIAS, D. *et al.* Effects of melatonin on sports performance: A systematic review. **Journal of Exercise Physiology Online**, 21, n. 5, 2018.
- MAZAHERI, R.; SCHMIED, C.; NIEDERSEER, D.; GUAZZI, M. Cardiopulmonary exercise test parameters in athletic population: A review. **Journal of clinical medicine**, 10, n. 21, p. 5073, 2021.

PARYAB, N.; TAHERI, M.; IRANDOUST, K.; MIRMoeZZI, M. Effects of melatonin on neurological function and maintenance of physical and motor fitness in collegiate student-athletes following sleep deprivation. **International Journal of Sport Studies for Health**, 3, n. 2, 2020.

PETROSKI, E. L.; NETO, C. S. P. Validação de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em homens. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, 1, n. 3, p. 5-14, 1996.

RADINA ESHTIAGHI ALI REZA, K. Serum Melatonin Level Disturbance Is Related to Metabolic Syndrome and Subclinical Arterial Dysfunction in Shift Working Healthy Men. **Journal of Metabolic Syndrome**, 02, n. 02, 2013.

SOUISSI, A.; BEN MAAOUIA, G.; DERGAA, I.; GHRAM, A. *et al.* The fat burning ability of melatonin during submaximal exercise. **Biological Rhythm Research**, 54, n. 3, p. 307-321, 2023.

SOUISSI, A.; DERGAA, I. An overview of the potential effects of melatonin supplementation on athletic performance. **Int J Sport Stud Hlth**, 4, n. 1, p. e121714, 2021.

SOUISSI, A.; YOUSFI, N.; DABBOUBI, R.; ALOUI, G. *et al.* Effect of acute melatonin administration on physiological response to prolonged exercise. **Biological Rhythm Research**, 51, n. 6, p. 980-987, 2020.

STUDY, B. S. C.; HEALTH, N. I. o. Information about Energy Balance. *In: NIH Curriculum Supplement Series [Internet]*: National Institutes of Health (US), 2007.

TANAKA, H.; MONAHAN, K. D.; SEALS, D. R. Age-predicted maximal heart rate revisited. **Journal of the american college of cardiology**, 37, n. 1, p. 153-156, 2001.

TJØNNA, A. E.; LEE, S. J.; ROGNMO, Ø.; STØLEN, T. O. *et al.* Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. **Circulation**, 118, n. 4, p. 346-354, 2008.

TRIONFANTE, C. P.; DAVIS, G. R.; FARNEY, T. M.; MISKOWIEC, R. W. *et al.* A pre-exercise dose of melatonin can alter substrate use during exercise. **International Journal of Exercise Science**, 10, n. 7, p. 1029, 2017.

ZEMUNER, A. L.; FLORIANI, A. P.; RECH, C. R.; DE SANTA HELENA, E. T. *et al.* Comparação entre acelerometria e IPAQ-versão curta para medir atividade física em estudos populacionais. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, 29, n. 4, 2021.