

AVALIAÇÃO DA TERMORREGULAÇÃO E ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS PARA MINIMIZAR A FADIGA EM ATLETAS EXPOSTOS AO CALOR

ASSESSMENT OF THERMOREGULATION AND NUTRITIONAL STRATEGIES TO MINIMIZE FATIGUE IN ATHLETES EXPOSED TO HEAT

Elyzel Sena Aires¹
Júlia Edilza Santana da Silva²
Erika Vanesa Cadena Burbano³

RESUMO: O exercício físico em ambientes quentes representa um desafio significativo para o desempenho atlético, sobretudo em modalidades de longa duração ou praticadas sob condições ambientais extremas. A termorregulação, processo fisiológico responsável pela manutenção da temperatura corporal dentro de limites adequados, é constantemente exigida durante o esforço físico. O objetivo principal dessa revisão é analisar a relação entre termorregulação e nutrição como estratégias para reduzir a fadiga em atletas sob estresse térmico. Para tanto, realizou-se levantamento bibliográfico nas bases Medline, BVS, PubMed, LILACS e Scielo, entre 2020 e 2025, utilizando os descritores e operadores booleanos (AND, OR), com base nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (MeSH). Observou-se que a adequada ingestão de líquidos e eletrólitos exerce papel crucial na manutenção do equilíbrio hidroeletrólítico e na prevenção de distúrbios relacionados ao calor. A reposição de carboidratos durante o exercício, recomendada na faixa de 60 a 90 g/h em sessões superiores a 90 minutos, tem se mostrado eficaz na manutenção da glicemia, no retardamento da fadiga e na melhora da percepção de esforço.

Palavras-chave: Temperatura corporal. Exercício físico. Fadiga.

ABSTRACT: Physical exercise in hot environments represents a significant challenge for athletic performance, especially in long-duration sports or those practiced under extreme environmental conditions. Thermoregulation, the physiological process responsible for maintaining body temperature within appropriate limits, is constantly required during physical exertion. The main objective of this research is to analyze the relationship between thermoregulation and nutrition as strategies to reduce fatigue in athletes under thermal stress. To this end, a literature review was conducted in the Medline, BVS, PubMed, LILACS, and Scielo databases between 2020 and 2025, using descriptors and Boolean operators (AND, OR), based on the Health Sciences Descriptors (DeCS) and Medical Subject Headings (MeSH). It was observed that adequate fluid and electrolyte intake plays a crucial role in maintaining hydroelectrolytic balance and preventing heat-related disorders. Replenishing carbohydrates during exercise, recommended in the range of 60 to 90 g/h in sessions longer than 90 minutes, has proven effective in maintaining blood glucose levels, delaying fatigue, and improving the perception of effort.

Keywords: Body temperature. Exercise. Fatigue.

¹ Graduando em Nutrição. Centro Universitário UniNovo – Olinda/PE.

² Graduanda em Nutrição. Centro Universitário UniNovo – Olinda/PE.

³ Orientadora. Doutora em Nutrição. Docente do Centro Universitário UniNovo – Olinda/PE.

I INTRODUÇÃO

O exercício físico realizado em ambientes quentes representa um desafio significativo para o desempenho atlético, especialmente em modalidades de longa duração ou praticadas sob condições ambientais extremas. Nesse contexto, a manutenção da homeostase térmica torna-se essencial para a performance e para a preservação da saúde do atleta. A termorregulação, processo fisiológico responsável pela manutenção da temperatura corporal dentro de limites adequados, é constantemente exigida durante o esforço físico. (Calegari; Souza, 2023)

Durante a prática esportiva em ambientes quentes, o organismo ativa mecanismos de dissipação de calor, como a vasodilatação periférica e o aumento da sudorese. Embora tais respostas sejam fundamentais para o controle térmico, elas podem resultar em perdas significativas de água e eletrólitos, comprometendo o equilíbrio hidroeletrólítico. Além disso, essas alterações fisiológicas elevam a frequência cardíaca e a percepção subjetiva de esforço, impactando negativamente o desempenho esportivo. (Périard; Eijsvogels; Daanen, 2021)

Do ponto de vista fisiológico, aproximadamente 70 a 80% da energia produzida durante a contração muscular é convertida em calor, aumentando progressivamente a temperatura corporal central. Para evitar hipertermia, o organismo depende da integração entre sistemas cardiovascular, nervoso e metabólico, ativando respostas termorregulatórias como sudorese e aumento do fluxo sanguíneo cutâneo. Entretanto, em ambientes quentes e úmidos, a eficiência desses mecanismos encontra-se reduzida, dificultando a dissipação térmica e elevando a sobrecarga cardiovascular (Lenasi; Šijanec, 2023).

A literatura científica recente aponta que a exposição ao calor está associada a maior risco de hipertermia, desidratação e exaustão térmica, fatores que contribuem diretamente para a instalação precoce da fadiga. Evidências demonstram que perdas hídricas correspondentes a aproximadamente 2% da massa corporal já são suficientes para reduzir o desempenho físico, aumentar a frequência cardíaca e prejudicar funções cognitivas e motoras. (Mccubbin; Irwin; Costa, 2024)

Além das alterações periféricas relacionadas ao estresse térmico, estudos recentes demonstram importante participação do sistema nervoso central na fadiga induzida pelo exercício. Alterações nos neurotransmissores serotonina e dopamina influenciam diretamente a tolerância ao esforço físico prolongado, especialmente em modalidades de endurance. O aumento da atividade serotoninérgica está associado

à maior percepção de fadiga, letargia e redução da motivação para continuidade do exercício, enquanto a dopamina relaciona-se à motivação e manutenção do desempenho físico (Rozenek *et al.*, 2017).

Dessa forma, compreender os impactos do estresse térmico sobre o organismo é fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes de intervenção. Nesse cenário, a nutrição esportiva assume papel central na manutenção do desempenho físico em condições adversas. A ingestão adequada de líquidos e eletrólitos é essencial para a preservação do equilíbrio hidroeletrólítico e para a prevenção de distúrbios relacionados ao calor. (Carvalho; Mara, 2010)

Estratégias de hidratação devem ser planejadas de forma individualizada, considerando fatores como intensidade do exercício, duração e condições ambientais. Cassiano; Surian, 2018) Adicionalmente, a reposição de carboidratos durante o exercício é amplamente recomendada, especialmente em atividades com duração superior a 90 minutos. A ingestão de 60 a 90 g/h tem demonstrado eficácia na manutenção da glicemia, no retardo da fadiga e na melhora da percepção de esforço. (Naderi *et al.*, 2025)

Tais estratégias contribuem para a manutenção da capacidade de desempenho, mesmo sob condições de estresse térmico. Paralelamente, estudos recentes têm investigado o uso de recursos ergogênicos como forma de otimizar a tolerância ao calor. (Miguel-Ortega *et al.*, 2025) O mentol, por exemplo, atua promovendo sensação de resfriamento e conforto térmico, enquanto compostos como aminoácidos vêm sendo associados à melhora da resistência física em ambientes quentes. (Keringer *et al.*, 2020)

Entre os recursos ergogênicos mais investigados recentemente, destacam-se a creatina e a taurina. Estudos sugerem que a suplementação de creatina pode reduzir a percepção subjetiva de fadiga e o estresse fisiológico durante exercícios realizados no calor, possivelmente por influência indireta sobre mecanismos centrais relacionados ao desempenho físico (Hadjicharalambous *et al.*, 2008). A taurina, por sua vez, apresenta potencial antioxidante e modulador metabólico, sendo associada à melhora da resistência física e redução da fadiga muscular em exercícios prolongados (Peel *et al.*, 2021).

Outro fator relevante refere-se à aclimação ao calor, processo que promove adaptações fisiológicas importantes, como o aumento do volume plasmático, o início mais precoce da sudorese e a melhoria da eficiência cardiovascular. Essas adaptações contribuem

para a redução do estresse térmico e para a melhora do desempenho esportivo (Sawka; Périard; Racinais, 2016).

Quando associada a estratégias nutricionais adequadas, a aclimação potencializa a capacidade do organismo de manter a homeostase térmica durante o exercício. Apesar dos avanços recentes, ainda existem lacunas na literatura quanto à sistematização das estratégias nutricionais mais eficazes para diferentes modalidades esportivas e perfis de atletas. A variabilidade individual, aliada às condições ambientais, reforça a necessidade de abordagens personalizadas e baseadas em evidências científicas, nas quais o nutricionista esportivo desempenha papel fundamental na elaboração de protocolos adequados.

Diante do exposto, a presente revisão tem como objetivo analisar a relação entre termorregulação e nutrição como estratégias para reduzir a fadiga em atletas submetidos ao estresse térmico, bem como identificar os mecanismos fisiológicos da termorregulação, compreender os impactos do estresse térmico no desempenho esportivo, examinar o papel da nutrição e da hidratação na prevenção da fadiga térmica e propor estratégias integradas de suporte nutricional e adaptação ao calor.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, metodologia que possibilita a síntese do conhecimento científico disponível acerca da avaliação da termorregulação e das estratégias nutricionais voltadas à minimização da fadiga em atletas expostos ao calor, com o intuito de subsidiar conclusões fundamentadas em evidências relevantes.

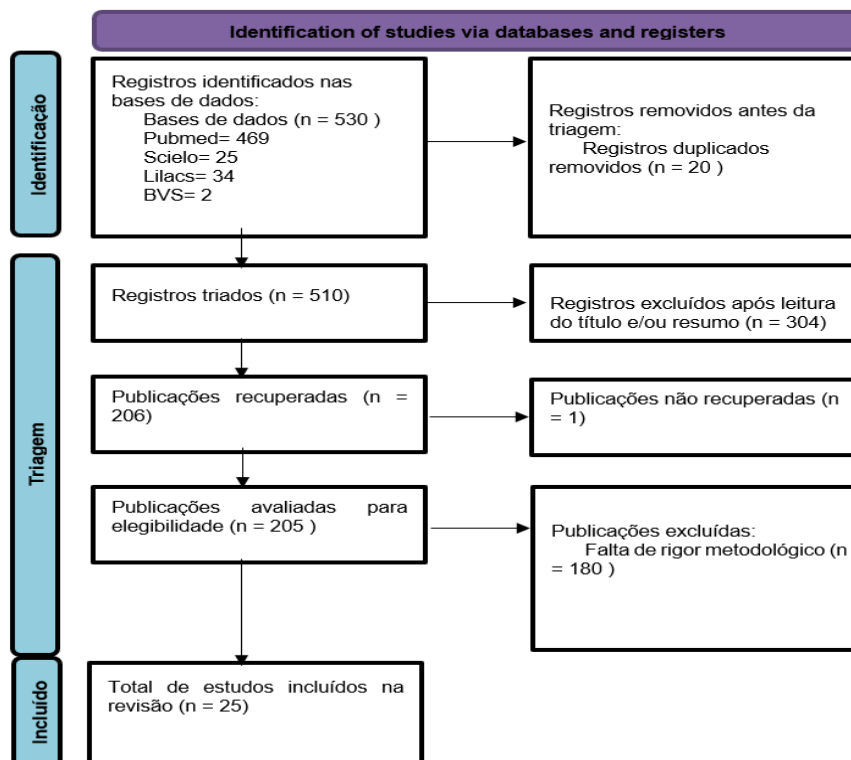
Para a condução desta revisão, adotaram-se etapas metodológicas previamente estabelecidas, em consonância com os objetivos propostos. Foram incluídos estudos que abordem diretamente a temática em questão, disponíveis na íntegra, publicados no período de 2020 a 2025, nos idiomas português e inglês, sendo considerados exclusivamente artigos originais. Apesar do recorte temporal estabelecido, alguns artigos anteriores a 2020 foram utilizados devido à sua relevância científica e contribuição fundamental para o embasamento teórico do estudo.

Foram excluídos estudos duplicados, aqueles que não atendam à pergunta norteadora, bem como relatos de caso, cartas ao editor, resumos de congressos, revisões integrativas, teses, dissertações e documentos técnicos.

A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed, SciELO, LILACS e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Para a construção da estratégia de busca, foram utilizados descritores controlados, fundamentados nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e no Medical Subject Headings (MeSH), associados aos operadores booleanos AND e OR. Os descritores empregados em português e inglês foram: “termorregulação” (thermoregulation), “estresse térmico” (heat stress), “exercício físico” (exercise), “desidratação” (dehydration), “hidratação” (hydration), “nutrição esportiva” (sports nutrition), “desempenho atlético” (athletic performance), “temperatura corporal” (body temperature), “fadiga” (fatigue) e “atletas” (athletes). A combinação desses descritores possibilitou a identificação de estudos relacionados à termorregulação e às estratégias nutricionais voltadas à minimização da fadiga em atletas expostos ao calor.

O processo de seleção dos estudos foi desenvolvido em duas etapas: inicialmente, foi realizada a leitura dos títulos e resumos, com vistas à exclusão dos estudos não elegíveis; em seguida, procedeu à leitura na íntegra dos artigos selecionados, bem como à extração e sistematização das principais informações.

Figura 1 – Fluxograma PRISMA 2020 (Autoria própria, 2026)



Fonte: Dados da pesquisa, 2026.

3 RESULTADOS

A análise dos estudos selecionados indica que a prática de exercício físico em ambientes quentes está relacionada ao aumento da temperatura corporal central, frequentemente atingindo valores entre 38,5 °C e 40 °C, durante exercícios prolongado, bem como a elevação da frequência cardíaca e intensificação da percepção subjetiva de esforço. Verificou-se que o estresse térmico está ligado à maior ocorrência de fadiga precoce e ao aumento do risco de exaustão térmica. (Racinais *et al.*, 2015)

Do ponto de vista fisiológico, observou-se que aproximadamente 70 a 80% da energia produzida durante a contração muscular é convertida em calor, exigindo constante ativação dos mecanismos termorregulatórios para manutenção da homeostase térmica. Entretanto, em ambientes quentes e úmidos, a eficiência da dissipação de calor encontra-se reduzida, favorecendo o aumento da sobrecarga cardiovascular e da temperatura corporal central (Lenasi; Šijanec, 2023).

Nesse contexto, a desidratação superior a 2% da massa corporal destaca-se como fator limitante, sendo diretamente relacionada à diminuição do volume plasmático e ao comprometimento da função cardiovascular. Adicionalmente, a elevada taxa de sudorese em ambientes quentes promove perdas significativas de líquidos e eletrólitos, contribuindo para o

6

desequilíbrio hidroeletrolítico. (Casa *et al.*, 2015)

Além das alterações periféricas, estudos recentes evidenciaram importante participação do sistema nervoso central na instalação da fadiga induzida pelo exercício sob estresse térmico. Alterações nos neurotransmissores serotonina e dopamina mostraram-se associadas à maior percepção subjetiva de esforço, redução da tolerância ao exercício prolongado e aumento da fadiga central, especialmente em atletas de endurance (Rozenek *et al.*, 2017).

No que se refere às estratégias nutricionais, os estudos apontam que a ingestão adequada de líquidos e a reposição de eletrólitos mostram-se relevantes para a manutenção da termorregulação e do desempenho. Evidencia-se que a ingestão de carboidratos durante o exercício, especialmente na faixa de 60 a 90 g/h, está relacionada à manutenção da glicemia e à melhora do desempenho em atividades prolongadas (Flouris; Schlader, 2015)

Paralelamente, estudos recentes demonstraram resultados promissores relacionados ao uso de recursos ergogênicos na melhora da tolerância ao calor e redução da fadiga. A suplementação de creatina apresentou potencial benefício na redução da percepção subjetiva de fadiga e da sobrecarga fisiológica durante exercícios realizados em ambientes quentes

(Hadjicharalambous *et al.*, 2008). Da mesma forma, a taurina mostrou potencial antioxidante e associação com melhora da resistência física e redução da fadiga muscular em exercícios prolongados (Peel *et al.*, 2021).

Quadro 1: Principais efeitos fisiológicos do estresse térmico e as estratégias nutricionais associadas.

Autor/ Ano da publicação	Efeito fisiológico/ Impacto no desempenho	Estratégia nutricional
Périard <i>et al.</i> (2021); Racinais <i>et al.</i> (2015); Lenasi (2023); Šijanec (2023)	Aumento da temperatura corporal, redução da eficiência da dissipação térmica, sobrecarga cardiovascular e aumento da percepção subjetiva de esforço, comprometendo o desempenho em exercícios prolongados.	Hidratação adequada e estratégias de termorregulação.
Casa <i>et al.</i> (2015); Mccubbin (2024); Irwin (2024); Costa (2024)	Desidratação superior a 2% da massa corporal, redução do volume plasmático e comprometimento cardiovascular, associados à fadiga precoce e queda do desempenho físico e cognitivo.	Reposição hídrica individualizada.
Flouris <i>et al.</i> (2024)	Desequilíbrio hidroeletrólítico, favorecendo câibras musculares, fadiga e redução do rendimento esportivo.	Reposição de eletrólitos
Jeukendrup (2017); Naderi <i>et al.</i> (2025)	Redução da disponibilidade energética e comprometimento da manutenção da glicemia durante exercícios prolongados..	Ingestão de carboidratos (60-90 g/h)
Racinais <i>et al.</i> (2015); Tyler <i>et al.</i> (2016); Sawka (2016); Racinais (2016)	Estresse térmico sistêmico e dificuldade de adaptação fisiológica ao calor, aumentando a fadiga e reduzindo a tolerância ao exercício.	Aclimação ao calor
Stevens; Best (2017); Keringer <i>et al.</i> (2020); Miguel-Ortega <i>et al.</i> (2025)	Alteração da percepção térmica e aumento do desconforto durante o exercício sob calor.	Uso de mentol
Rozenek <i>et al.</i> (2017)	Alterações nos sistemas serotoninérgico e dopaminérgico associadas ao aumento da fadiga central e da percepção subjetiva de esforço.	Estratégias nutricionais voltadas à redução da fadiga
Hadjicharalambous <i>et al.</i> (2008)	Redução da percepção subjetiva de fadiga, frequência cardíaca e temperatura corporal durante exercícios realizados no calor.	Suplementação de creatina
Peel <i>et al.</i> (2021)	Melhora da resistência física, redução do estresse oxidativo e retardamento da fadiga muscular em exercícios prolongados.	Suplementação de taurina
Notley (2021); Mitchell (2021)	Exercício prolongado associado ao aumento da demanda termorregulatória e cardiovascular, contribuindo para fadiga durante atividades de endurance	Estratégias integradas de termorregulação
Pritchett (2021); Broad (2020)	Maior vulnerabilidade ao estresse térmico e desidratação em atletas submetidos ao exercício sob calor.	Estratégias de hidratação e resfriamento corporal

Fonte: autoria própria (2026).

Ademais, observou-se que a aclimação ao calor apresenta relação com o aumento do volume plasmático, início mais precoce da sudorese e maior eficiência na dissipação de calor. Estratégias ergogênicas, como o uso de mentol, creatina e taurina, também foram relacionadas à melhora da percepção térmica, redução da fadiga e aumento da tolerância ao exercício em ambientes quentes. Além disso, evidências recentes apontam a participação da fadiga central no comprometimento do desempenho esportivo sob estresse térmico, especialmente por alterações nos sistemas serotoninérgico e dopaminérgico.

4 DISCUSSÃO

Os achados do presente estudo evidenciam que a exposição ao calor durante a prática de exercício físico promove alterações fisiológicas significativas relacionadas à termorregulação em atletas. O aumento da temperatura corporal central, associado à elevação da frequência cardíaca e da percepção subjetiva de esforço, demonstra a sobrecarga imposta aos sistemas termorregulatório e cardiovascular em condições de estresse térmico. Esses resultados estão em consonância com a literatura recente, que reconhece o calor como um importante fator limitante do desempenho físico. (Périard *et al.*, 2021; Flouris; Schlader, 2015; Tyler *et al.*, 2016).

Do ponto de vista fisiológico, sabe-se que aproximadamente 70 a 80% da energia produzida durante a contração muscular é convertida em calor, exigindo constante ativação dos mecanismos de dissipação térmica para manutenção da homeostase corporal. Entretanto, em ambientes quentes e úmidos, a eficiência desses mecanismos encontra-se reduzida, favorecendo maior sobrecarga cardiovascular e elevação progressiva da temperatura corporal central (Lenasi; Šijanec, 2023).

A elevação da temperatura corporal observada pode ser atribuída ao desequilíbrio entre a produção metabólica de calor e a capacidade do organismo em dissipá-lo. Em ambientes quentes, especialmente quando associados à alta umidade, a eficiência da evaporação do suor é reduzida, comprometendo o principal mecanismo de perda de calor. Como consequência, ocorre maior direcionamento do fluxo sanguíneo para a pele, o que aumenta a demanda cardiovascular e contribui para a elevação da frequência cardíaca. (Wendt; Van loon; Lichtenbelt, 2007; MELO-MARINS *et al.*, 2017)

Além disso, a competição fisiológica entre pele e musculatura ativa pelo fluxo sanguíneo disponível contribui para maior sobrecarga cardiovascular durante o exercício

prolongado, especialmente em atletas submetidos a exercícios de endurance realizados sob calor intenso (Périard; Eijsvogels; Daanen, 2021).

No que se refere ao desempenho físico, os resultados indicam que o estresse térmico está diretamente relacionado à fadiga precoce e à redução da capacidade de sustentação do exercício. Esse fenômeno pode ser explicado por mecanismos centrais, como o aumento da percepção de esforço, e por mecanismos periféricos, incluindo alterações metabólicas e redução da disponibilidade de energia. Dessa forma, a termorregulação ineficiente se configura como um fator determinante na queda do desempenho em ambientes quentes. (Racinais *et al.*, 2015; Peel *et al.*, 2021; Pellicer-Caller *et al.*, 2023)

Além dos mecanismos periféricos, evidências recentes apontam importante participação do sistema nervoso central na instalação da fadiga induzida pelo exercício sob estresse térmico. Alterações nos neurotransmissores serotonina e dopamina influenciam diretamente a percepção subjetiva de esforço, motivação e tolerância ao exercício prolongado. O aumento da atividade serotoninérgica associa-se à maior sensação de fadiga e letargia, enquanto a dopamina relaciona-se à manutenção do desempenho físico e da motivação durante o exercício (Rozenek *et al.*, 2017).

Nesse contexto, acredita-se que o cérebro atue como mecanismo protetor frente ao 9
superaquecimento corporal, reduzindo voluntariamente a intensidade do esforço físico para prevenir danos fisiológicos relacionados à hipertermia.

A desidratação, especialmente quando superior a 2% da massa corporal, mostrou-se um fator crítico nesse contexto. A redução do volume plasmático compromete o débito cardíaco e a perfusão periférica, dificultando a dissipação de calor e intensificando o estresse térmico. Além disso, a perda de eletrólitos, particularmente o sódio, contribui para o desequilíbrio hidroeletrólítico, podendo desencadear manifestações como câibras musculares, fadiga e redução do desempenho. (Mcdermott *et al.*, 2017; Carvalho; Mara, 2010; Cassiano; Surian, 2018).

Estudos recentes reforçam que estratégias de hidratação devem ser individualizadas, considerando taxa de sudorese, intensidade do exercício, duração e condições ambientais, visando minimizar os impactos fisiológicos do estresse térmico (Casa *et al.*, 2024).

As estratégias nutricionais identificadas reforçam a importância da hidratação adequada e da reposição de eletrólitos para a manutenção da homeostase térmica. A ingestão de líquidos em volumes compatíveis com a taxa de sudorese contribui para a preservação do

volume plasmático e da função cardiovascular. Paralelamente, a ingestão de carboidratos durante o exercício exerce papel relevante na manutenção da glicemia e no fornecimento de substrato energético, especialmente em atividades prolongadas, auxiliando no retardamento da fadiga. (Mccubbin; Irwin; Costa, 2024; Jeukendrup, 2017; Naderi *et al.*, 2025).

Além das estratégias convencionais, recursos ergogênicos vêm sendo investigados como potenciais auxiliares na melhora da tolerância ao calor e redução da fadiga. A creatina demonstrou potencial benefício na redução da percepção subjetiva de esforço, frequência cardíaca e temperatura corporal durante exercícios realizados em ambientes quentes (Hadjicharalambous *et al.*, 2008).

Da mesma forma, a taurina apresentou associação com melhora da resistência física, modulação do estresse oxidativo e redução da fadiga muscular durante exercícios prolongados realizados sob calor (Peel *et al.*, 2021).

Outro aspecto relevante refere-se à aclimatação ao calor, que promove adaptações fisiológicas importantes, como aumento do volume plasmático, início mais precoce da sudorese e maior eficiência na dissipação de calor. Essas adaptações contribuem para a melhora da tolerância ao calor e para a manutenção do desempenho físico (Racinais *et al.*, 2015; Tyler *et al.*, 2016). Adicionalmente, estratégias ergogênicas, como o uso de mentol, têm sido associadas à modulação da percepção térmica, embora seus efeitos estejam mais relacionados à sensação de conforto do que à redução efetiva da temperatura corporal. (Keringer *et al.*, 2020; Stevens; Best, 2017).

Adicionalmente, estratégias ergogênicas, como o uso de mentol, têm sido associadas à modulação da percepção térmica, embora seus efeitos estejam mais relacionados à sensação de conforto do que à redução efetiva da temperatura corporal (Keringer *et al.*, 2020; Stevens; Best, 2017).

Por fim, destaca-se que as respostas ao estresse térmico podem variar de acordo com características individuais, como nível de condicionamento físico, estado de hidratação e grau de aclimatação, além de fatores ambientais. Nesse sentido, a adoção de estratégias individualizadas torna-se essencial, especialmente no contexto da nutrição esportiva, visando otimizar a termorregulação e minimizar os impactos negativos do calor sobre o desempenho. (Calegari; Souza, 2023; Casa *et al.*, 2015; Dunn *et al.*, 2024)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O calor durante o exercício físico impõe uma sobrecarga significativa aos sistemas termorregulatório, cardiovascular e nervoso central dos atletas. O aumento da temperatura corporal central e da frequência cardíaca, somados à maior percepção subjetiva de esforço, confirmam que o estresse térmico é um fator determinante na fadiga precoce e na redução da capacidade de sustentar o exercício, especialmente em modalidades de endurance.

O estudo destaca que a desidratação superior a 2% da massa corporal é um ponto crítico, pois a redução do volume plasmático prejudica o débito cardíaco e a dissipação de calor através da pele. Além disso, a perda de eletrólitos, como o sódio, pode levar a manifestações clínicas negativas e queda adicional de desempenho. Evidências recentes também apontam a participação da fadiga central nesse processo, especialmente por alterações nos sistemas serotoninérgico e dopaminérgico, relacionados à percepção de esforço e tolerância ao exercício prolongado.

Dessa forma, conclui-se que a aplicação de estratégias nutricionais individualizadas é fundamental para mitigar esses impactos. A manutenção da homeostase hídrica, a reposição de eletrólitos e o adequado aporte de carboidratos são essenciais para preservar a função cardiovascular e retardar a exaustão energética. Paralelamente, recursos ergogênicos como mentol, creatina e taurina demonstraram potencial benefício na melhora da percepção térmica, redução da fadiga e aumento da tolerância ao calor.

Além disso, a aclimatação ao calor surge como uma adaptação fisiológica indispensável para melhorar a tolerância térmica e a eficiência na dissipação de calor, contribuindo para a manutenção do desempenho físico em ambientes adversos.

Por fim, reforça-se a necessidade de que os profissionais de nutrição esportiva considerem as características individuais, como o nível de condicionamento, estado de hidratação e grau de aclimatação, ao planejar intervenções para competições em climas quentes. A otimização do desempenho atlético nessas condições depende de uma abordagem integrada que associe hidratação, aporte energético, estratégias ergogênicas e adaptação ambiental de maneira individualizada.

REFERÊNCIAS

CALEGARI, Arthur; Souza, Ricardo Martins de. **Termorregulação e desempenho esportivo em condições de calor extremo**. Caderno de Resumos, v. 9, n. 2, 2023.

- CARVALHO, Tales de; Mara, Lourenço Sampaio. **Hidratação e nutrição no esporte**. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 16, n. 2, p. 144-148, 2010.
- CASA, Douglas J. et al. **Fluid replacement for athletes: current recommendations**. Journal of Athletic Training, v. 59, n. 1, p. 1-15, 2024.
- CASA, Douglas J. et al. **National Athletic Trainers' Association position statement: exertional heat illnesses**. Journal of Athletic Training, v. 50, n. 9, p. 986-1000, 2015.
- CASSIANO, Aline N.; Surian, Larissa V. **Estratégias de hidratação no exercício físico em ambientes quentes**. Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, v. 12, n. 70, p. 421-430, 2018.
- DUNN, Samuel et al. **Nutritional strategies for exercise performance in hot environments**. Sports Medicine, v. 54, n. 3, p. 455-469, 2024.
- FLOURIS, Andreas D.; Schlader, Zachary J. **Human behavioral thermoregulation during exercise in the heat**. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, v. 25, supl. 1, p. 52-64, 2015.
- HADJICHARALAMBOUS, M. et al. **The effect of creatine supplementation on thermoregulatory responses during exercise in the heat**. Journal of Sports Sciences, v. 26, n. 8, p. 845-851, 2008.
- JEUKENDRUP, Asker. **Periodized nutrition for athletes**. Sports Medicine, v. 47, supl. 1, p. 51-63, 2017.
- KERINGER, Paulo et al. **Menthol improves thermal sensation during exercise in the heat: a systematic review**. Nutrients, v. 12, n. 12, p. 3774, 2020.
- LENASI, Helena; Šijanec, Tina. **The physiology of thermoregulation in exercise**. Journal of Thermal Biology, v. 118, p. 103694, 2023.
- MCCUBBIN, Alan J.; Irwin, Christopher; Costa, Ricardo J. S. **Sports Dietitians Australia position statement: nutrition for exercise in hot environments**. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, v. 34, n. 1, p. 1-15, 2024.
- MCDERMOTT, Brendon P. et al. **National Athletic Trainers' Association position statement: fluid replacement for the physically active**. Journal of Athletic Training, v. 52, n. 9, p. 877-895, 2017.
- MELO-MARINS, Daniel et al. **Respostas fisiológicas ao exercício em ambientes quentes**. Revista Brasileira de Ciência e Movimento, v. 25, n. 4, p. 134-142, 2017.
- MIGUEL-ORTEGA, Álvaro et al. **Ergogenic aids and exercise performance in hot environments**. Sports, v. 13, n. 2, p. 55, 2025.

NADERI, Ahmad et al. **Carbohydrate intake recommendations for endurance exercise in the heat.** *Nutrients*, v. 17, n. 1, p. 88, 2025.

PEEL, Sarah A. et al. **The effect of taurine supplementation on physiological responses and exercise performance in endurance exercise: a systematic review.** *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, v. 18, n. 1, p. 45, 2021.

PELLICER-CALLER, Ernesto et al. **Exercise performance and fatigue under thermal stress conditions.** *Frontiers in Physiology*, v. 14, p. 1185220, 2023.

PÉRIARD, Julien D.; Eijssvogels, Thijs M. H.; Daanen, Hein A. M. **Exercise under heat stress: thermoregulation, hydration, performance implications and mitigation strategies.** *Physiological Reviews*, v. 101, n. 4, p. 1873-1979, 2021.

RACINAIS, Sébastien et al. **Consensus recommendations on training and competing in the heat.** *British Journal of Sports Medicine*, v. 49, n. 18, p. 1164-1173, 2015.

ROZENEK, Ralph et al. **Central fatigue and neurotransmitter responses during prolonged exercise.** *Journal of Exercise Physiology Online*, v. 20, n. 3, p. 1-12, 2017.

SAWKA, Michael N.; périard, Julien D.; Racinais, Sébastien. **Heat acclimatization and adaptation for sport and performance.** *Sports Science Exchange*, v. 29, n. 176, p. 1-6, 2016.

STEVENS, Cary J.; Best, Russell. **Menthol: a fresh ergogenic aid for athletic performance.** *Sports Medicine*, v. 47, n. 6, p. 1035-1042, 2017.

TYLER, Christopher J. et al. **The effects of heat adaptation on physiology, perception and exercise performance in the heat: a meta-analysis.** *Sports Medicine*, v. 46, n. 11, p. 1699-1724, 2016.

WENDT, Douglas; Van loon, Luc J. C.; Lichtenbelt, Wouter D. V. **Thermoregulation during exercise in the heat: strategies for maintaining health and performance.** *Sports Medicine*, v. 37, n. 8, p. 669-682, 2007