REVISTA TÓPICOS
ISSN 2965-6672 | Qualis A2

DESGASTE FÍSICO, FISIOLÓGICO E MENTAL DOS PILOTOS DE ENDURANCE NO AUTOMOBILISMO

PHYSICAL, PHYSIOLOGICAL, AND MENTAL STRAIN ON ENDURANCE AUTO RACING DRIVERS

Ciências Biológicas, Ciências da Saúde • 03/11/2026

REGISTRO DOI: 10.70773/revistatopicos/793607495

Nivaldo Alberto Alves Polis[1]

Everton Paulo Roman[2]

RESUMO

Este estudo aborda o desgaste físico, fisiológico e mental dos pilotos de automobilismo de *endurance*. O objetivo é analisar os fatores associados ao desgaste dos competidores nas categorias World Endurance Championship (WEC) e International Motor Sports Association (IMSA), identificando demandas que podem influenciar o desempenho e a recuperação durante provas de longa duração. Trata-se de uma pesquisa de revisão bibliográfica, desenvolvida por meio da consulta e análise de artigos científicos publicados em bases de dados nacionais e internacionais, relacionados ao automobilismo de *endurance*, à fadiga, à fisiologia do exercício, ao desempenho esportivo e à saúde do atleta. A literatura analisada indica que a duração das provas, os turnos sucessivos, o esforço muscular, as forças G, o calor e a perda hídrica atuam de forma combinada, favorecendo o acúmulo de fadiga e podendo comprometer a precisão da pilotagem. Conclui-se que o rendimento depende da integração entre preparação física, hidratação, controle térmico, atenção e recuperação entre os turnos. O estudo contribui para a compreensão das demandas enfrentadas pelos pilotos e destaca aspectos relevantes para sua preparação e acompanhamento.

Palavras-chave: automobilismo de endurance; fadiga; pilotos; desempenho esportivo; fisiologia do exercício.

ABSTRACT

This study addresses the physical, physiological, and mental strain experienced by endurance racing drivers. Its objective is to analyze the factors associated with driver strain in the World Endurance Championship (WEC) and the International Motor Sports Association (IMSA), identifying demands that may influence performance and recovery during long-duration races. This is a

literature review based on the consultation and analysis of scientific articles published in national and international databases and related to endurance racing, fatigue, exercise physiology, sports performance, and athlete health. The literature indicates that race duration, successive driving stints, muscular effort, G-forces, cockpit heat, and fluid loss interact, contributing to accumulated fatigue and potentially compromising driving precision. The study concludes that performance depends on the integration of physical preparation, hydration, heat management, attention, and recovery between stints. It contributes to understanding the demands faced by drivers and highlights relevant considerations for their preparation and monitoring.
Keywords: endurance motorsport; fatigue; drivers; sports performance; exercise physiology.

1. INTRODUÇÃO

O automobilismo de *endurance* é caracterizado por provas de longa duração que submetem os pilotos a elevadas demandas físicas, fisiológicas e mentais. Diferentemente de competições curtas, a modalidade exige concentração contínua, precisão e tomada de decisão rápida por horas, sob condições variáveis de pista, tráfego e temperatura. Campeonatos como o World Endurance Championship (WEC), campeonato mundial de *endurance* da Fédération Internationale de l'Automobile (FIA), e os organizados pela International Motor Sports Association (IMSA) concentram as principais competições da categoria (FIA, 2025; IMSA, 2026).

Provas de *endurance* duram tipicamente seis, doze ou vinte e quatro horas (FIA, 2025; IMSA, 2026). As equipes alternam os pilotos em turnos para manter o carro na pista, mas cada período ao volante

impõe desgaste severo. O piloto precisa controlar o veículo, interpretar a pista e reagir a situações complexas em alta velocidade (Potkanowicz; Mendel, 2013).

As forças G em curvas e desacelerações, somadas a frenagens e mudanças bruscas de direção, exigem trabalho muscular constante do tronco, pescoço e membros superiores. O esforço sustentado por longos períodos induz à fadiga muscular e reduz a precisão dos movimentos. O estresse térmico no *cockpit* é outro fator crítico.

As altas temperaturas internas causam elevação da temperatura corporal e perda de líquidos, o que acelera a fadiga e prejudica a atenção e o controle do carro. Por isso, a termorregulação e a hidratação adequada são vitais para o rendimento (Carlson; Ferguson; Kenefick, 2014).

A exigência cardiovascular e metabólica também é elevada. A necessidade de atenção constante em ambiente de estresse sustenta a frequência cardíaca em patamares altos, especialmente durante disputas de posição, ultrapassagens e trechos de frenagem pesada. Assim, o desempenho depende da capacidade fisiológica de suportar esse desgaste prolongado (Durand *et al.*, 2015; Holland; Davis; Ferguson, 2025).

Com o passar das horas, a combinação de esforço físico, calor e estresse compromete o rendimento. Em provas noturnas, a privação parcial do sono e a quebra do ciclo circadiano reduzem o alerta (Reid; Lightfoot, 2019). A capacidade de recuperação nos intervalos entre os turnos torna-se, portanto, decisiva. No aspecto mental, o piloto gerencia simultaneamente o comportamento do carro, a comunicação com a equipe, o tráfego e o desgaste de pneus e

combustível. A presença de veículos de diferentes classes no mesmo circuito — no Mundial, Hypercar e LMGT3 — introduz variações constantes de velocidade e exige antecipação frequente nas ultrapassagens (FIA, 2025).

A motivação para a realização deste estudo decorre da relativa escassez de trabalhos científicos que abordem essa temática, evidenciando a necessidade de ampliar a produção de conhecimento na área. Além disso, a pesquisa justifica-se por sua potencial contribuição para os diferentes profissionais envolvidos diretamente com o automobilismo, incluindo gestores, chefes de equipe, profissionais da mídia e, especialmente, pilotos. Dessa forma, espera-se que o estudo possa fornecer subsídios para uma melhor compreensão do tema e contribuir para o desenvolvimento de práticas e estratégias no contexto do automobilismo.

De acordo com os fatos expostos anteriormente e sabendo da relevância desse estudo para as pessoas envolvidas com a temática abordada, o objetivo deste trabalho foi analisar os fatores físicos, fisiológicos e mentais associados ao desgaste de pilotos nas categorias WEC e IMSA, identificando as demandas que impactam o desempenho e a recuperação durante provas de longa duração.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Como as Demandas Físicas, Fisiológicas e Mentais Influenciam o Piloto de Automobilismo no *Endurance*

O automobilismo de *endurance* é marcado por provas de longa duração em que os pilotos enfrentam, ao mesmo tempo, exaustão física, fisiológica e cognitiva. Ao contrário das corridas curtas, vencer ou terminar bem no *endurance* exige mais do que guiar em alta

velocidade: exige manter a concentração, o controle do carro e a tomada de decisão apurada por horas. O piloto atua como um atleta submetido a múltiplos estressores contínuos, incluindo esforço muscular, força G, vibração, calor extremo e alta carga mental (Potkanowicz; Mendel, 2013; Reid; Lightfoot, 2019).

A duração prolongada é o fator central dessas exigências. Em eventos de 24 horas, como as 24 Horas de Le Mans, os pilotos se alternam ao volante em turnos sucessivos. Com isso, o rendimento depende tanto das condições de um turno específico quanto do efeito acumulado dos esforços anteriores, do descanso entre os turnos e da exposição contínua aos estressores da pista (Reid; Lightfoot, 2019).

Guiar um carro de corrida impõe demandas cardiovasculares e metabólicas elevadas, o que desmente a ideia de que a atividade se resume a ficar sentado. Manter o controle do veículo exige ação constante dos membros superiores, inferiores, do tronco e do pescoço, sob força G, vibração e calor. A frequência cardíaca sobe significativamente, impulsionada pelo trabalho físico, pelas condições do ambiente e pelo estresse da competição (Potkanowicz; Mendel, 2013; Reid; Lightfoot, 2019).

A frequência cardíaca serve como indicador direto da carga sofrida pelo piloto. Pesquisas mostram que os atletas sustentam batimentos elevados durante turnos longos. Essa resposta resulta da soma entre o esforço muscular para esterçar e frear, o calor do *cockpit*, o foco exigido e a reação fisiológica à corrida. Trata-se de uma resposta cardiovascular integrada, e não apenas de um reflexo do trabalho muscular isolado (Reid; Lightfoot, 2019).

Essa exigência metabólica decorre da contração muscular contínua para estabilizar o corpo. A musculatura do pescoço, por exemplo, trabalha sem pausa para sustentar a cabeça contra a aceleração e as frenagens, enquanto os braços controlam o volante e as pernas operam os pedais. No *endurance*, a repetição dessas ações ao longo dos turnos torna essa carga um fator crítico de desgaste (Owen; King; Lamb, 2015; Reid; Lightfoot, 2019).

O ambiente térmico no interior do veículo agrava o quadro. A temperatura no *cockpit* eleva a necessidade de dissipação de calor pelo organismo, o que exige ainda mais do sistema cardiovascular. A sudorese é o mecanismo principal para equilibrar a temperatura corporal, mas a perda prolongada de líquidos reduz o volume plasmático e força o coração a trabalhar mais para manter a circulação. A combinação de calor, tempo de prova e perda hídrica impõe uma sobrecarga fisiológica severa (Reid; Lightfoot, 2019).

A prova 24 Horas de Le Mans ilustra esse cenário de alta exigência fisiológica em ambiente quente. A exposição contínua ao calor do *cockpit*, somada às vestimentas de proteção e ao esforço da condução, acelera a desidratação e o aumento da temperatura corporal. Carlson, Lawrence e Kenefick (2018) alertam que, sem uma estratégia de reposição hídrica, a perda de fluidos pode ultrapassar 3% da massa corporal.

O impacto desse estresse térmico fica evidente em episódios de outras categorias, como no Grande Prêmio do Catar de Fórmula 1, em 2023. As condições de calor e umidade extremas levaram diversos pilotos ao limite físico: Esteban Ocon vomitou no capacete na volta 15, e Logan Sargeant abandonou a prova por desidratação severa (Estadão Conteúdo, 2023).

Na ocasião, pilotos precisaram de atendimento médico após a prova devido à exaustão pelo calor (Estadão Conteúdo, 2023). Diante do episódio, a FIA informou que iniciaria a análise das condições da prova e que as medidas para evitar a repetição do cenário seriam discutidas em sua comissão médica (FIA, 2023).

Do ponto de vista fisiológico, a exposição ao calor em carros de corrida cria um ambiente hostil: o piloto trabalha em um habitáculo aquecido vestindo equipamentos antichamas que retêm o calor do corpo (Reid; Lightfoot, 2019).

Em carros de *endurance*, a temperatura interna pode atingir entre 50 e 60 °C. O uso obrigatório de capacete, balaclava, macacão e luvas é essencial contra incêndios e impede a troca térmica com o ambiente. Essa retenção prolongada eleva a taxa de suor e a temperatura corporal interna, acelerando o processo de desidratação (Reid; Lightfoot, 2019).

A fadiga muscular é uma consequência direta desse trabalho físico. Embora o piloto corra sentado, manter a trajetória do veículo exige esforço contínuo dos braços para virar o volante, das pernas para acionar os pedais e do tronco e pescoço para neutralizar as forças G e as vibrações do chassi.

Reid e Lightfoot (2019) apontam que essa sustentação postural contra a força G é um dos fatores que mais contribuem para o desgaste muscular do piloto ao longo da prova. A musculatura cervical sofre demanda intensa para manter a cabeça alinhada durante acelerações, curvas e frenagens bruscas, garantindo a orientação visual do piloto. Testes de força e resistência indicam que pilotos de competição desenvolvem adaptações musculares

específicas no pescoço e nos membros superiores em comparação a indivíduos fisicamente ativos, especialmente em categorias de monopostos (Backman *et al.*, 2005).

Um relato de caso com eletromiografia da musculatura do pescoço de um piloto, em simulação de classificação na pista, indica que uma estrutura tipo halo altera a posição da cabeça e a carga sobre os músculos estabilizadores, o que, segundo os autores, pode afetar a precisão da condução (Rosalie; Malone, 2018).

Os membros superiores também registram desgaste elevado pelo trabalho contínuo de esterçamento e pelas correções de trajetória. A exigência sobre antebraços, mãos e ombros altera a ativação neuromuscular ao longo do tempo. Em estudo com pilotos de *kart*, verificou-se aumento significativo da atividade eletromiográfica nos antebraços após as sessões, principalmente nos músculos responsáveis pela preensão do volante (Zarębski *et al.*, 2025).

Embora o *kart* tenha dinâmicas próprias, o achado confirma que o controle manual do carro gera uma carga neuromuscular mensurável. Pesquisas com pilotos relatam alta frequência de dores nos ombros, pescoço e região lombar, com aumento do desconforto conforme a duração da prova se estende (Koutras *et al.*, 2014).

No *endurance*, esses estressores se somam a cada turno ao volante. A fadiga atinge braços, ombros, pescoço, tronco e pernas enquanto o piloto precisa manter a precisão de pilotagem. Revisões sobre o tema destacam que o acúmulo de fadiga afeta diretamente o rendimento técnico e a segurança na pista (Owen; King; Lamb, 2015).

A fadiga muscular não é apenas cansaço perceptível, mas a perda gradual da capacidade de gerar força e manter a precisão motora.

No *endurance*, pequenas imprecisões causadas pela exaustão alteram pontos de frenagem, contorno de curva e tomadas de decisão sob pressão (Owen; King; Lamb, 2015; Reid; Lightfoot, 2019).

O rendimento no automobilismo de *endurance* depende da gestão simultânea de fatores físicos, fisiológicos e mentais. O tempo prolongado de prova expõe o atleta a um ciclo contínuo de esforço muscular, força G, calor e perda hídrica, exigindo atenção constante. O desgaste acumulado é multifatorial e varia conforme a duração da prova, as condições do clima e o preparo individual do piloto (Owen; King; Lamb, 2015; Reid; Lightfoot, 2019).

Compreender essas exigências é a base para sustentar o rendimento em provas longas. A capacidade de manter o controle do carro e a precisão técnica depende do estado fisiológico e cognitivo do atleta. Estratégias de preparação física, hidratação, mitigação do calor e descanso entre os turnos determinam o desempenho final, mostrando que a modalidade exige tanto capacidade biológica de suporte ao estresse quanto habilidade ao volante (Owen; King; Lamb, 2015; Potkanowicz; Mendel, 2013; Reid; Lightfoot, 2019).

3. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica de natureza narrativa, tendo como objetivo analisar os fatores físicos, fisiológicos e mentais associados ao desgaste de pilotos nas categorias WEC e IMSA. Para a realização do estudo, foram utilizadas como fontes de dados pesquisas publicadas em revistas especializadas e informativas, bem como artigos científicos e sites relacionados à temática.

Foram selecionadas, preferencialmente, publicações de 2005 a 2025. Nesse contexto, foram priorizados estudos que analisassem

demandas que impactam o desempenho e a recuperação durante provas de longa duração.

Para a busca dos conteúdos, foram utilizadas as seguintes palavras-chave: “automobilismo de.*endurance*”, “fadiga”, “pilotos”, “desempenho esportivo” e “fisiologia do exercício”. A utilização desses termos teve o intuito de ampliar os resultados e possibilitar a identificação de diferentes estudos relacionados à temática investigada.

Como critérios de inclusão, foram consideradas publicações disponíveis nos idiomas português e inglês, selecionadas a partir de sua pertinência temática e contribuição científica para o objetivo de estudo. Para tanto, foram excluídos estudos duplicados, publicações anteriores ao recorte temporal que não fossem relevantes para a fundamentação teórica, publicações que não apresentassem relação com os objetivos do trabalho e estudos ou materiais sem fundamentação adequada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise da literatura apresentada indica que o automobilismo de *endurance* impõe aos pilotos exigências físicas, fisiológicas e cognitivas simultâneas. A duração prolongada das provas, somada à repetição dos turnos ao volante, faz com que o desempenho dependa não apenas das condições do piloto durante cada *stint*, mas também do desgaste acumulado, da recuperação entre os turnos e da exposição continuada às condições da pista (Reid; Lightfoot, 2019).

Entre as respostas fisiológicas descritas, destaca-se o aumento da frequência cardíaca durante a condução. Esse indicador está

associado a diferentes fatores, incluindo o esforço muscular necessário para controlar o veículo, o calor no *cockpit* e a concentração exigida pela competição. Dessa forma, a carga cardiovascular relatada na literatura não parece decorrer apenas da atividade muscular, mas da combinação entre exigências físicas, ambientais e mentais (Potkanowicz; Mendel, 2013; Reid; Lightfoot, 2019).

A exposição ao calor constitui outro resultado recorrente na literatura apresentada. O ambiente aquecido do *cockpit*, combinado com o uso de equipamentos de proteção que dificultam a dissipação de calor, aumenta a sudorese e favorece a perda de líquidos. Quando a reposição hídrica é insuficiente, essa perda pode comprometer o equilíbrio fisiológico e elevar a sobrecarga cardiovascular. Carlson, Lawrence e Kenefick (2018) alertam que, sem reposição hídrica adequada, a perda de fluidos pode ultrapassar 3% da massa corporal.

A literatura citada também descreve fadiga muscular em diferentes regiões do corpo. A musculatura cervical atua na estabilização da cabeça perante as forças G, enquanto braços, mãos e ombros são solicitados continuamente para controlar o volante. Tronco e pernas também participam da manutenção da postura e da operação dos pedais. Estudos mencionados no material identificam sinais de fadiga muscular e alterações na atividade eletromiográfica, além de relatos de desconforto em regiões como pescoço, ombros e lombar (Koutras *et al.*, 2014; Rosalie; Malone, 2018; Zarębski *et al.*, 2025).

Por fim, os estudos revistos relacionam o desgaste físico e fisiológico com a manutenção da precisão técnica. A fadiga pode reduzir a capacidade de gerar força e de executar movimentos com precisão,

o que é relevante numa modalidade em que frenagens, trajetórias e decisões precisam ser mantidas ao longo de períodos extensos. Assim, o desempenho no *endurance* é apresentado como dependente da interação entre condição física, estado fisiológico, atenção e capacidade de recuperação (Owen; King; Lamb, 2015; Reid; Lightfoot, 2019).

Os resultados da literatura sintetizada reforçam que a exigência do automobilismo de *endurance* não pode ser compreendida apenas como uma questão de resistência ao tempo de prova. O piloto precisa sustentar a condução enquanto lida com fatores que se influenciam mutuamente: esforço muscular contínuo, forças G, calor, perda hídrica e elevada demanda de atenção. Essa combinação ajuda a explicar por que a carga cardiovascular observada durante a pilotagem não deve ser interpretada isoladamente como reflexo do trabalho dos músculos, mas como resposta a um conjunto de estímulos físicos e ambientais (Reid; Lightfoot, 2019).

O calor merece atenção especial porque pode intensificar outras formas de desgaste. A retenção térmica proporcionada pelo *cockpit* e pelos equipamentos de proteção favorece o aumento da temperatura corporal e da sudorese. A perda prolongada de líquidos, por sua vez, pode dificultar a manutenção do equilíbrio fisiológico e aumentar o esforço cardiovascular. Portanto, a hidratação e a mitigação do calor são relevantes não apenas para o conforto do piloto, mas também para a preservação das condições necessárias à continuidade da pilotagem.

A fadiga muscular também tem implicações que ultrapassam a sensação subjetiva de cansaço. A atividade contínua dos músculos

do pescoço e dos membros superiores está relacionada com funções diretamente necessárias à condução, como estabilizar a cabeça e controlar o volante. Quando essa capacidade se deteriora, a manutenção da precisão técnica pode tornar-se mais difícil. Nesse contexto, o desgaste físico pode representar uma questão de desempenho e segurança, sobretudo quando pequenas imprecisões ocorrem sob pressão e durante uma prova prolongada.

A duração da prova amplia a importância da recuperação. Em eventos com turnos sucessivos, o descanso entre as sessões e o estado do piloto ao iniciar cada novo turno podem influenciar o efeito acumulado do esforço. Isso indica que a análise do desempenho no *endurance* deve considerar o processo ao longo de toda a prova, e não apenas uma sessão isolada. O preparo físico, a hidratação, o controle da exposição ao calor e a recuperação entre os turnos aparecem, assim, como elementos interdependentes na gestão do rendimento (Reid; Lightfoot, 2019).

Como exemplo, cita-se o brasileiro Dudu Barrichello, piloto da equipe “The Heart of Racing”, que compete na WEC e na IMSA: ele registrou em seu Instagram particularidades da sua carreira em um vídeo que ele postou após as 24 Horas de Le Mans no ano de 2026, retratando sua rotina antes de uma corrida tão longa, deixando claro ser desgastante por conta do volume de treinos, que se iniciam uma semana antes da corrida, e da sua rotina fora da pista, que conta com entrevistas, criação de conteúdo para a sua equipe, dia de fotos, alimentação e descanso (Barrichello, 2026).

Nessa etapa ele correu 11 horas das 24. O piloto falou que, após a corrida, o cansaço é tão extremo que ele não queria nem sequer ver um carro de corrida na sua frente, pois o desgaste psicológico e

físico proporciona mudanças na sua forma de pensar, ainda que ele precise focar e se preparar para a próxima etapa, que seria algumas semanas depois (Barrichello, 2026).

Esse é apenas um dos relatos comuns entre os pilotos de *endurance*, que enfrentam o desgaste físico, fisiológico e mental em muitos finais de semana por ano e, ainda assim, amam o que fazem. Como todo esporte de alto rendimento, o automobilismo de *endurance* exige preparação física, atenção e recuperação.

É importante, contudo, considerar os limites das evidências reunidas. O material recorre a estudos de diferentes modalidades, incluindo automobilismo de *endurance*, stock car e *kart*, além de notícias sobre a Fórmula 1. Embora esses exemplos ajudem a ilustrar mecanismos de fadiga e estresse térmico, as diferenças entre veículos, duração das provas, condições ambientais e procedimentos de competição recomendam cautela ao extrapolar os resultados de uma categoria para outra. Os episódios citados da Fórmula 1, por exemplo, ilustram os efeitos possíveis de condições extremas de calor, mas não constituem, por si só, evidência direta sobre a frequência ou a intensidade desses efeitos em provas de *endurance*.

Em conjunto, a literatura apresentada sustenta a compreensão do piloto de *endurance* como um atleta submetido a estressores simultâneos e acumulativos. O rendimento depende da interação entre capacidade física, resposta cardiovascular, controle térmico, hidratação, atenção e recuperação. Esta síntese também evidencia a importância de estratégias de preparação e acompanhamento adequadas às condições específicas de cada prova, sem desconsiderar as diferenças entre categorias e contextos de competição.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se que o desempenho no automobilismo de *endurance* depende da interação entre preparo físico, equilíbrio fisiológico, atenção e recuperação. O calor, a perda de líquidos, o esforço muscular contínuo e a duração das provas contribuem para o desgaste acumulado e podem comprometer a precisão da pilotagem e a segurança.

Dentro do *endurance* no automobilismo, sabe-se que o estresse mental e físico influencia dentro e fora das pistas quando se trata de corridas de longa duração. No entanto, esse aspecto é pouco discutido e acaba tendo grande impacto em um *stint* decisivo, em que o piloto briga para conquistar um título.

A pressão psicológica pela busca de resultados tem grande peso e pode influenciar também o desempenho na corrida. Nesse sentido, o piloto precisa ter controle emocional, pois é só assim que ele pode superar os obstáculos que podem surgir curva a curva.

O objetivo de compreender as principais exigências físicas, fisiológicas e cognitivas enfrentadas pelos pilotos foi alcançado por meio da análise da literatura. A pesquisa evidencia que a preparação para provas de *endurance* envolve não apenas habilidade técnica, mas também estratégias de hidratação, controle térmico, condicionamento físico e descanso entre os turnos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACKMAN, Jani *et al.* Neuromuscular performance characteristics of open-wheel and rally drivers. **Journal of Strength and Conditioning**

Research, [*S. l.*], v. 19, n. 4, p. 777-784, 2005. Disponível em: https://doi.org/10.1519/R-16544.1. Acesso em: 28 out. 2026.

BARRICHELLO, Eduardo. [Rotina e desgaste nas 24 Horas de Le Mans]. 25 jun. 2026. Instagram: @dudubarrichello. Disponível em: https://www.instagram.com/reel/DaBg6-JNrZH/. Acesso em: 28 out. 2026.

CARLSON, Lara A.; FERGUSON, David P.; KENEFICK, Robert W. Physiological strain of stock car drivers during competitive racing. **Journal of Thermal Biology,** Oxford, v. 44, p. 20-26, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2014.06.001. Acesso em: 28 out. 2026.

CARLSON, Lara A.; LAWRENCE, Michael A.; KENEFICK, Robert W. Hydration status and thermoregulatory responses in drivers during competitive racing. **Journal of Strength and Conditioning Research,** [*S. l.*], v. 32, n. 7, p. 2061-2065, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002268. Acesso em: 28 out. 2026.

DURAND, Sylvain *et al.* Bioenergetical and cardiac adaptations of pilots to a 24-hour team kart race. **Journal of Strength and Conditioning Research,** [*S. l.*], v. 29, n. 11, p. 3234-3239, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000630. Acesso em: 28 out. 2026.

ESTADÃO CONTEÚDO. FIA promete reavaliação e melhores condições após pilotos passarem mal com calor no GP do Catar. **Motor Show,** 10 out. 2023. Disponível em: https://motorshow.com.br/fia-promete-reavaliacao-e-melhores-

condicoes-apos-pilotos-passarem-mal-com-calor-no-gp-do-catar. Acesso em: 28 out. 2026.

FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE L'AUTOMOBILE (FIA). **FIA statement: competing in extreme climatic conditions.** Paris: FIA, 9 out. 2023. Disponível em: https://www.fia.com/news/fia-statement-competing-extreme-climatic-conditions. Acesso em: 28 out. 2026.

_____. **Sporting regulations of the FIA World Endurance Championship.** Paris: FIA, 16 out. 2025. Disponível em: https://www.fia.com/system/files/documents/2026_fia_world_endurance_championship_sporting_regulations_mu_v1.2wmsc.pdf. Acesso em: 28 out. 2026.

HOLLAND, Justin; DAVIS, Megan; FERGUSON, David. Physiological responses of race car drivers in authentic and simulated motor-racing. **Frontiers in Sports and Active Living,** Lausanne, v. 7, art. 1498686, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1498686. Acesso em: 28 out. 2026.

INTERNATIONAL MOTOR SPORTS ASSOCIATION (IMSA). **WeatherTech SportsCar Championship: schedule.** Daytona Beach: IMSA, 2026. Disponível em: https://www.imsa.com/weathertech/schedule/. Acesso em: 28 out. 2026.

KOUTRAS, Christos *et al.* Musculoskeletal injuries in auto racing: a retrospective study of 137 drivers. **The Physician and Sportsmedicine,** [*S. l.*], v. 42, n. 4, p. 80-86, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.3810/psm.2014.11.2094. Acesso em: 28 out. 2026.

OWEN, Nick; KING, Horace; LAMB, Matthew. Literature review of race driver fatigue measurement in endurance motorsport. **Procedia Engineering,** [Maryland Heights], v. 112, p. 344-348, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.07.260. Acesso em: 28 out. 2026.

POTKANOWICZ, Edward S.; MENDEL, Ronald W. The case for driver science in motorsport: a review and recommendations. **Sports Medicine,** Auckland, v. 43, n. 7, p. 565-574, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s40279-013-0040-2. Acesso em: 28 out. 2026.

REID, Michael B.; LIGHTFOOT, J. Timothy. The physiology of auto racing. **Medicine & Science in Sports & Exercise,** Hagerstown, v. 51, n. 12, p. 2548-2562, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002070. Acesso em: 28 out. 2026.

ROSALIE, Simon M.; MALONE, James M. Effect of a halo-type structure on neck muscle activation of an open-cockpit race car driver training under qualifying conditions. **BMJ Case Reports,** London, v. 2018, bcr-2017-224013, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1136/bcr-2017-224013. Acesso em: 28 out. 2026.

ZARĘBSKI, Aleksander *et al.* Analysis of the effect of training driving on electromyographic parameters in trained karting drivers: a study of fatigue and its relationship with training practice. **Journal of Functional Morphology and Kinesiology,** Basel, v. 10, n. 2, art. 190, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.3390/jfmk10020190. Acesso em: 28 out. 2026.

[1] Acadêmico do Curso de Educação Física Bacharelado do Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG). E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail.

[2] Doutor em Saúde da Criança e do Adolescente pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e professor do Curso de Educação Física Bacharelado do Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG). E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail.