

RELAÇÃO ENTRE O CONSUMO DE ANTIOXIDANTES E A RESPOSTA AO ESTRESSE OXIDATIVO EM PRATICANTES DE CROSSFIT®

Fernando Henrique Ulbrich¹, Josiane de Oliveira Almeida²

RESUMO

O presente estudo investigou a relação entre o consumo de antioxidantes dietéticos e a resposta ao estresse oxidativo em praticantes de CrossFit®, modalidade de treinamento intervalado de alta intensidade em expansão. Embora os benefícios fisiológicos do exercício sejam amplamente reconhecidos, sessões intensas elevam a produção de espécies reativas de oxigênio, gerando desequilíbrio redox e processos inflamatórios que podem comprometer a recuperação e o desempenho. Assim, a ingestão de antioxidantes provenientes da dieta surge como estratégia potencial para modular o estresse oxidativo e favorecer adaptações positivas. O objetivo foi avaliar de que maneira o aumento do consumo de alimentos antioxidantes impactaria variáveis de recuperação subjetiva, esforço percebido e composição corporal. A pesquisa, de delineamento qualitativo, descritivo e experimental, foi conduzida durante sessenta dias com 22 praticantes de CrossFit®. O protocolo incluiu avaliações dietéticas e antropométricas antes e após a intervenção, além da aplicação das escalas Perceived Recovery Status e Borg Rating of Perceived Exertion. A intervenção priorizou o estímulo ao consumo de alimentos ricos em compostos bioativos, sem suplementação isolada. Observou-se aumento expressivo da ingestão de vitamina C, vitamina E e polifenóis, associado à melhora da percepção de recuperação e à redução do esforço percebido, sugerindo efeito protetor contra o estresse oxidativo. Houve também redução no percentual de gordura e manutenção da massa magra, especialmente entre indivíduos eutróficos. Conclui-se que a ingestão adequada de antioxidantes dietéticos modula o estresse oxidativo induzido pelo exercício, favorecendo a recuperação e oferecendo subsídios práticos para nutricionistas e treinadores.

Palavras-chave: Desempenho atlético. Fenômenos fisiológicos da nutrição esportiva. Radicais livres.

1 - Graduando, Nutrição, UniCesumar, Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

ABSTRACT

Relationship between antioxidant consumption and oxidative stress response in crossfit® practitioners

This study investigated the relationship between dietary antioxidant consumption and the oxidative stress response in CrossFit® practitioners, a growing high-intensity interval training modality. Although the physiological benefits of exercise are widely recognized, intense sessions increase the production of reactive oxygen species, generating redox imbalance and inflammatory processes that can compromise recovery and performance. Therefore, dietary antioxidant intake emerges as a potential strategy to modulate oxidative stress and promote positive adaptations. The objective was to evaluate how increased consumption of antioxidant foods would impact subjective recovery, perceived exertion, and body composition variables. The study, with a qualitative, quantitative, descriptive, and experimental design, was conducted over sixty days with 22 CrossFit® practitioners. The protocol included dietary and anthropometric assessments before and after the intervention, in addition to the application of the Perceived Recovery Status and Borg Rating of Perceived Exertion scales. The intervention prioritized encouraging the consumption of foods rich in bioactive compounds, without supplementation alone. A significant increase in the intake of vitamin C, vitamin E, and polyphenols was observed, associated with improved perception of recovery and reduced perceived exertion, suggesting a protective effect against oxidative stress. There was also a reduction in body fat percentage and maintenance of lean mass, especially among eutrophic individuals. It is concluded that adequate dietary antioxidant intake modulates exercise-induced oxidative stress, promoting recovery and offering practical support for nutritionists and coaches.

Key words: Athletic performance. Physiological phenomena of sports nutrition. Free radicals.

INTRODUÇÃO

O CrossFit® foi criado por Greg Glassman em 2000 e consolidou-se como uma das modalidades de treinamento mais difundidas no mundo.

Caracteriza-se pela combinação de exercícios funcionais, constantemente variados e executados em alta intensidade, integrando levantamento de peso, ginástica e condicionamento metabólico (Glassman, 2002).

Apesar de a obra de Glassman ser histórica, ela permanece como referência conceitual da modalidade, sendo necessário contextualizá-la à luz do conhecimento atual sobre fisiologia do exercício, segurança em treinos intensos e adaptações musculoesqueléticas decorrentes de esforços de alta demanda (Ribeiro e colaboradores, 2023).

Nas últimas décadas, o CrossFit® apresentou crescimento exponencial, sendo o Brasil atualmente o segundo país com maior número de boxes afiliados. Esse crescimento evidência não apenas a popularidade da modalidade, mas também a relevância de compreender os efeitos fisiológicos de exercícios de alta intensidade, (Non Stop CrossFit, 2024; Santos e colaboradores, 2020).

A prática do CrossFit® exige atenção estratégica à alimentação, priorizando o consumo de carne magra, legumes, frutas, oleaginosas e sementes, com moderação de amidos e açúcares, de modo a fornecer suporte energético suficiente para os treinos sem promover acúmulo excessivo de gordura corporal (Glassman, 2002).

Alimentos antioxidantes presentes em frutas, vegetais e oleaginosas são essenciais para a recuperação muscular após exercícios intensos. A ingestão adequada de nutrientes contribui para a adaptação fisiológica e manutenção do equilíbrio redox durante atividades físicas de alta intensidade (Silva e colaboradores, 2021; Souza e colaboradores, 2020).

Nesse contexto, a nutrição desempenha papel estratégico. A ingestão adequada de antioxidantes dietéticos provenientes de alimentos in natura e minimamente processados contribui para neutralizar radicais livres, modular o equilíbrio redox, favorecer a recuperação muscular e fortalecer o sistema imunológico (Pacheco e

colaboradores, 2021; Vieira e colaboradores, 2022).

Frutas cítricas, frutas vermelhas, vegetais verdes escuros, oleaginosas, sementes e chás funcionais são exemplos de fontes que podem ser incorporadas de forma prática na rotina alimentar do atleta, potencializando adaptações fisiológicas e minimizando o impacto do estresse oxidativo (Braga e colaboradores, 2023).

Embora suplementos antioxidantes sejam amplamente utilizados, seu consumo indiscriminado pode atenuar adaptações fisiológicas induzidas pelo exercício, como biogênese mitocondrial e sensibilidade à insulina.

Dessa forma, a abordagem nutricional baseada em alimentos naturais é considerada mais segura e eficaz, promovendo ganhos de desempenho e recuperação sem comprometer adaptações fisiológicas positivas (Ferreira e colaboradores, 2021; Lima e colaboradores, 2023).

Esse cenário reforça a importância de estratégias nutricionais seguras, capazes de maximizar desempenho e recuperação sem comprometer a saúde dos praticantes.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da ingestão de antioxidantes sobre a resposta ao estresse oxidativo em praticantes de CrossFit®.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo teve delineamento qualiquantitativo, descritivo e experimental, com duração de 60 dias, e avaliou o efeito de uma alimentação rica em antioxidantes sobre variáveis antropométricas e de desempenho em praticantes de CrossFit®.

Tendo seu início somente após a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Cesumar - UniCesumar sob o parecer número 7.587.560.

A amostra foi composta por 22 indivíduos, entre 18 e 60 anos, com no mínimo três meses de prática regular (≥ 3 vezes/semana) em boxes credenciados de Ponta Grossa-PR. Foram excluídos gestantes, idosos, portadores de doenças crônicas e usuários de suplementos antioxidantes nos últimos seis meses.

O recrutamento ocorreu por meio de convites nas mídias oficiais dos boxes, com inscrição via formulário online e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

(TCLE). Dados pessoais, histórico de prática esportiva, consumo alimentar e uso de suplementos foram coletados. Os participantes deveriam cumprir ao menos 75% das etapas previstas para permanecer na amostra.

A composição corporal foi avaliada segundo o protocolo da International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK, 2001), incluindo aferição de massa corporal, estatura, dobras cutâneas, perímetros e diâmetros ósseos. O percentual de gordura foi calculado pela equação de Jackson, Pollock e Ward (1980), com apoio dos softwares WebDiet e Microsoft Office 365.

A percepção subjetiva de esforço foi monitorada pela Escala de Borg e a de recuperação pela Perceived Recovery Status Scale (PRS). O comportamento alimentar foi analisado pelo Three-Factor Eating Questionnaire - R21 (TFEQ21), versão traduzida e pelo Questionário de Frequência Alimentar (QFA).

A intervenção foi conduzida por meio do Documento Técnico de Intervenção Nutricional (DTIN), que incluiu plano alimentar, de hidratação e de suplementação, além de orientações educativas. O plano alimentar foi elaborado conforme recomendações da Sociedade Brasileira de Nutrição, priorizando alimentos in natura e minimamente processados ricos em vitaminas A, C e, minerais antioxidantes (selênio e zinco) e polifenóis.

O aporte de macronutrientes visou equilibrar carboidratos, proteínas e lipídios

funcionais, promovendo recuperação muscular e redução do estresse oxidativo.

A suplementação (whey protein, creatina e beta-alanina) foi mantida apenas quando já utilizada previamente, sendo vedada a introdução de novos suplementos.

O acompanhamento semanal avaliou a adesão ao DTIN e a evolução dietética. A análise estatística foi realizada com os programas SigmaPlot 12.0 e Jamovi 2.7.6. Aplicaram-se testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e, conforme a distribuição dos dados, testes t pareados e Análise de Variância (ANOVA), seguidos de correlação de Pearson, adotando nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

O processo de recrutamento resultou inicialmente em 101 indivíduos avaliados para elegibilidade. Destes, 70 foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão, recusarem participação ou por outros critérios de exclusão predefinidos.

Assim, 31 participantes foram considerados elegíveis. Durante a intervenção, 9 desistiram voluntariamente ou não completaram todas as etapas do protocolo, resultando em uma amostra final de 22 praticantes e atletas de CrossFit® incluídos na análise final, conforme Figura 1.

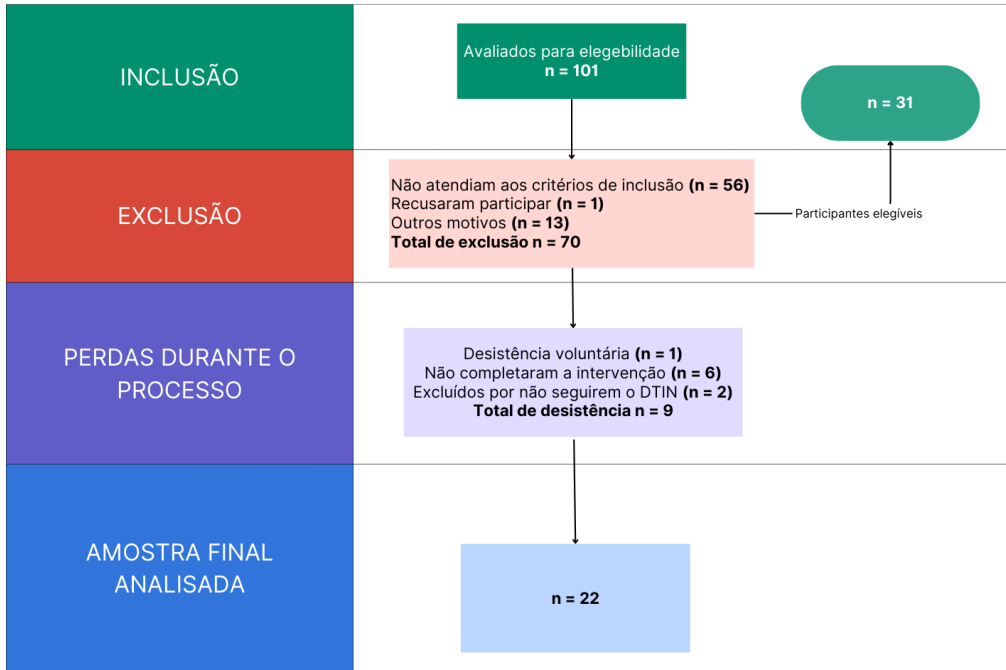


Figura 1 - Fluxograma CONSORT adaptado mostrando o processo de seleção e acompanhamento dos participantes do estudo.

A amostra final foi composta predominantemente por indivíduos eutróficos e atléticos, conforme evidenciado na figura 2, baseado no percentual de gordura corporal. No

entanto, também foram observados participantes com sobrepeso e obesidade, revelando a diversidade de perfis corporais atraídos pelo CrossFit®.

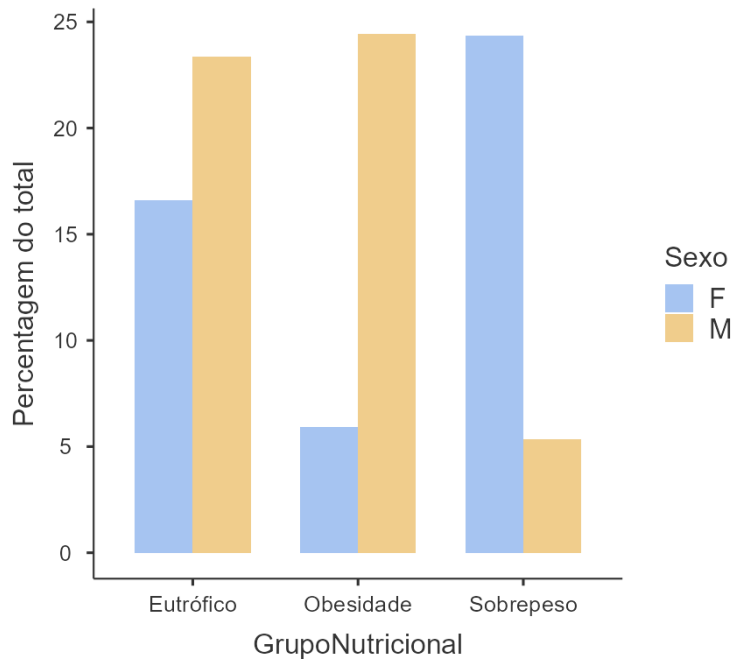


Figura 2 - Distribuição da amostra conforme percentual de gordura corporal.

Os dados demográficos e antropométricos que sustentam essa classificação encontram-se detalhados na Tabela 1, que apresenta médias \pm DP de idade,

estatura, massa corporal, Índice de Massa Corporal (IMC) e percentual de gordura por categoria nutricional.

Tabela 1 - Dados demográficos e antropométricos da amostra final.

Variáveis	Total (n=22)	Eutrófico (n=10)	Atléticos (n=4)	Sobrepeso (n=5)	Obesidade (n=3)
Sexo, n (%)	Masculino: 12 (54,5%) Feminino: 10 (45,5%)	5 (50%) / 5 (50%)	2 (50%) / 2 (50%)	3 (60%) / 2 (40%)	2 (66,7%) / 1 (33,3%)
Idade (anos)	32,4 \pm 9,8	28,1 \pm 6,7	25,5 \pm 4,3	35,8 \pm 7,1	42,7 \pm 5,9
Tempo de prática (anos)	2,6 \pm 1,4	2,8 \pm 1,1	3,0 \pm 0,8	2,4 \pm 1,7	1,9 \pm 1,3
Frequência semanal, n (%)	3-4x: 9 (40,9%) \geq 5x: 13 (59,1%)	5 (50%) / 5 (50%)	1 (25%) / 3 (75%)	2 (40%) / 3 (60%)	1 (33,3%) / 2 (66,7%)
Estatura (cm)	172,5 \pm 9,1	170,2 \pm 7,6	176,8 \pm 8,2	171,5 \pm 9,4	174,3 \pm 11,2
Massa corporal (kg)	75,8 \pm 12,7	69,5 \pm 9,2	78,2 \pm 8,7	82,1 \pm 11,5	92,4 \pm 13,1
IMC (kg/m ²)	25,5 \pm 4,2	23,1 \pm 2,1	24,9 \pm 1,9	27,8 \pm 2,5	30,5 \pm 3,2
% de gordura	21,9 \pm 6,8	17,4 \pm 3,2	13,8 \pm 2,7	25,7 \pm 4,1	32,6 \pm 3,8

Para comparar os grupos nutricionais (eutrófico, atlético, sobrepeso e obesidade), foram realizadas análises ANOVA para variáveis com distribuição normal (IMC e idade) e o teste de Kruskal-Wallis para variáveis não paramétricas (% de gordura), conforme verificado pelos testes de normalidade Shapiro-Wilk.

Os resultados indicaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos para IMC (ANOVA: $F(3,18) = 14,62$, $p < 0,001$) e percentual de gordura (Kruskal-Wallis: $H = 15,73$, $p = 0,001$), mostrando que os participantes obesos apresentaram valores

médios superiores aos dos grupos eutrófico e atlético. Em contrapartida, a idade não apresentou diferenças significativas (ANOVA: $F(3,18) = 2,17$, $p = 0,13$), sugerindo distribuição etária semelhante entre os perfis avaliados.

Além disso, um scatterplot individualizado foi gerado para ilustrar a correlação entre IMC e percentual de gordura em toda a amostra (figura 3), evidenciando a heterogeneidade dentro de cada categoria e reforçando a necessidade de estratificação para análises subsequentes.

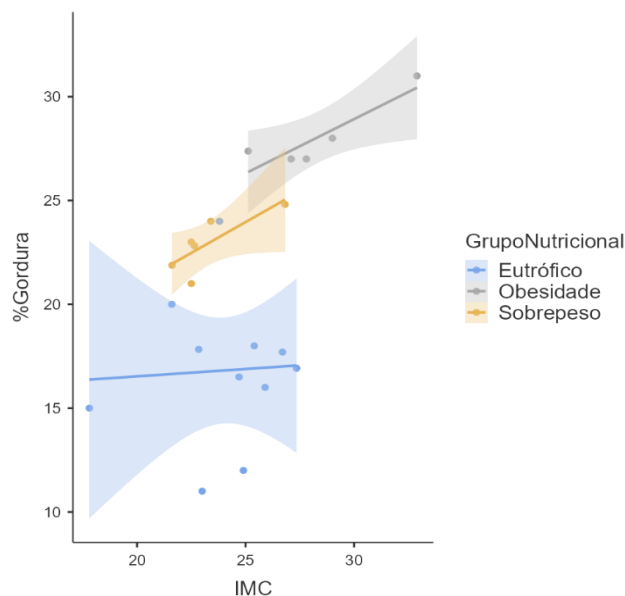


Figura 3 - Scatterplot de IMC vs % de gordura para todos os participantes, por grupo nutricional.

Para as variáveis categóricas, foram aplicados os testes de Qui-quadrado ou Fisher, quando apropriado.

A Tabela 2 apresenta a comparação entre os quatro grupos em termos de sexo e

frequência de treino semanal. Não foram observadas diferenças significativas na distribuição de sexo entre os grupos ($p > 0,05$).

Tabela 2 - Comparação entre grupos quanto ao sexo e frequência de treino (Teste do Qui-quadrado de associação. Valores expressos em contagens absolutas)

	Sexo		Frequência < 5x/sem	Frequência ≥ 5x/sem
	F	M		
Eutrófico (n=11)	6	5	4	7
Sobrepeso (n=6)	3	3	4	2
Obesidade (n=5)	3	2	3	2
p-valor	0,742		0,081	

Já a frequência de treino mostrou tendência para maior proporção de participantes com ≥ 5 sessões semanais nos grupos atlético e eutrófico, sugerindo que perfis com maior dedicação ao CrossFit® podem apresentar padrões distintos de estresse oxidativo, como descrito por Silva e colaboradores, (2021).

A ingestão basal de antioxidantes foi avaliada utilizando o QFA e o TFEQ21. O QFA permitiu identificar a frequência de consumo de alimentos fontes de antioxidantes e ultraprocessados, enquanto o TFEQ21 forneceu informações sobre padrões comportamentais de alimentação, incluindo restrição cognitiva, alimentação emocional e desinibição, fatores que podem influenciar a ingestão alimentar e a resposta ao estresse oxidativo.

Os resultados do QFA demonstraram que a maioria dos participantes consome regularmente (≥ 3 vezes por semana) alimentos ricos em antioxidantes, como alho, cebola, vegetais verdes escuros, frutas cítricas, café e chá-preto.

O consumo de frutas vermelhas, oleaginosas, azeite de oliva extravirgem e cacau/chocolate amargo foi menos frequente, evidenciando padrões seletivos de ingestão antioxidante. Em relação aos alimentos ultraprocessados, a maior parte da amostra relatou consumo ocasional, indicando hábitos alimentares relativamente equilibrados.

Quanto à suplementação, observou-se uso frequente de suplementos voltados ao desempenho físico, como whey protein, creatina e pré-treino, enquanto a utilização de suplementos antioxidantes (vitamina C, ômega-

3, polivitamínicos e cúrcuma) foi menos prevalente, geralmente recomendada por nutricionistas ou médicos.

A frequência de uso da suplementação antioxidante variou entre diário e algumas vezes por semana, com interrupção há mais de seis meses como demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3 - Uso de suplementos por grupo.

Suplemento / Grupo	Eutrófico (n=11)	Sobrepeso (n=6)	Obesidade (n=5)	Total (n=22)
Whey protein	8 (72,7%)	4 (66,7%)	2 (40,0%)	14 (63,6%)
Creatina	7 (63,6%)	3 (50,0%)	1 (20,0%)	11 (50,0%)
Pré-treino	5 (45,5%)	2 (33,3%)	1 (20,0%)	8 (36,3%)
Vitamina C	3 (27,3%)	1 (16,7%)	1 (20,0%)	5 (22,7%)
Ômega-3	2 (18,2%)	1 (16,7%)	0 (0,0%)	3 (13,6%)
Polivitamínico	3 (27,3%)	2 (33,3%)	1 (20,0%)	6 (27,2%)
Cúrcuma(fitoterápico)	1 (9,1%)	1 (16,7%)	0 (0,0%)	2 (9,0%)

A análise comparativa entre o período pré e pós-intervenção revelou aumento significativo no consumo de frutas, hortaliças e oleaginosas entre os participantes (Tabela 4).

Esses alimentos constituem fontes dietéticas importantes de vitaminas, minerais e

compostos bioativos com ação antioxidante, contribuindo para a redução da produção de espécies reativas e para o fortalecimento das defesas endógenas.

Tabela 4 - Médias de ingestão de alimentos antioxidantes pré e pós-intervenção.

Categoria Alimentar	Pré (porções/dia)	Pós (porções/dia)	Δ (%)
Frutas	1,8 ± 0,9	3,1 ± 1,0	+72%
Hortaliças	1,5 ± 0,7	2,7 ± 0,8	+80%
Oleaginosas	0,4 ± 0,3	1,0 ± 0,4	+150%
Café/Chás	1,2 ± 0,6	1,5 ± 0,7	+25%

A análise da PRS evidenciou melhora significativa entre os períodos pré e pós-intervenção, principalmente nos participantes classificados com maior adesão ao incremento de alimentos antioxidantes. A média geral

aumentou de 6,1 ± 1,4 (pré) para 7,8 ± 1,2 (pós), com destaque para o grupo de alta adesão, que atingiu valores médios de 8,2 ± 0,9 no final do acompanhamento (Tabela 5).

Tabela 5 - PRS pré e pós-intervenção estratificada por grupo de adesão.

Grupo de Adesão	PRS Pré (média ± DP)	PRS Pós (média ± DP)	Δ (%)
Alta adesão	6,3 ± 1,2	8,2 ± 0,9	+30%
Moderada adesão	6,0 ± 1,5	7,4 ± 1,3	+23%
Baixa adesão	5,9 ± 1,3	6,6 ± 1,4	+12%

A escala de Borg apresentou redução nos valores médios reportados durante as sessões de treino após a intervenção nutricional. O escore médio reduziu-se de 15,4 ± 1,7 (pré) para 13,8 ± 1,5 (pós), com maior impacto entre os participantes de alta adesão ao consumo de antioxidantes.

Análises de correlação indicaram uma associação positiva significativa entre a ingestão de vitamina C e os valores finais de PRS ($r = 0,48$; $p < 0,01$). Esse achado reforça a hipótese de que micronutrientes antioxidantes

exercem efeito direto sobre a percepção de recuperação.

A intervenção nutricional resultou em reduções consistentes no IMC e no percentual de gordura entre os participantes (Tabela 6) com maior adesão ao consumo de alimentos antioxidantes.

A diminuição foi estatisticamente significativa sobretudo nos grupos eutrófico e atlético, sugerindo que a combinação entre prática regular de CrossFit® e maior aporte de compostos bioativos potencializa o ajuste da composição corporal.

Tabela 6 - Médias de IMC e % de gordura pré e pós-intervenção

Grupo Nutricional	IMC Pré (kg/m ²)	IMC Pós (kg/m ²)	% Gordura Pré	% Gordura Pós	p-valor
Eutrófico (n=11)	24,2 ± 1,1	23,5 ± 1,0	17,8 ± 3,1	16,2 ± 2,9	0,032
Sobrepeso (n=6)	26,1 ± 0,8	25,7 ± 0,9	22,6 ± 2,0	21,9 ± 2,3	0,087
Obesidade (n=5)	29,4 ± 2,1	28,9 ± 2,0	27,8 ± 1,9	27,1 ± 2,0	0,112

Além da redução da gordura corporal, foi observada manutenção ou ganho discreto de massa magra na maioria dos participantes, especialmente naqueles com maior adesão ao consumo de antioxidantes.

Esse padrão é relevante do ponto de vista fisiológico, pois reforça a hipótese de que a ingestão adequada de antioxidantes não apenas reduz o dano oxidativo, mas também potencializa o processo de hormese oxidativa.

A análise estratificada revelou diferenças importantes entre os perfis nutricionais. Os grupos eutrófico e atlético apresentaram maior magnitude de resposta às modificações alimentares, tanto em termos de redução da adiposidade quanto de preservação da massa magra.

Esse comportamento pode ser atribuído ao menor grau de inflamação sistêmica de base, característica desses perfis, que permite maior eficiência na utilização de nutrientes e maior sensibilidade às adaptações metabólicas induzidas pelo exercício.

Por outro lado, indivíduos classificados como obesos responderam de forma menos expressiva, com reduções mais modestas no IMC e no percentual de gordura. Esse resultado pode estar relacionado à presença de alterações metabólicas crônicas, incluindo resistência à insulina, disfunções mitocondriais e maior atividade de enzimas pró-oxidantes.

Para avaliar a capacidade discriminativa do consumo de antioxidantes na resposta à intervenção, foi realizada a análise por curva ROC. Foram testadas as variáveis: (i) ingestão de antioxidantes (vitamina C, vitamina E, polifenóis e carotenoides), (ii) percentual de gordura e (iii) IMC, como preditores da melhora em PRS (≥ 2 pontos), Borg (≥ 1 ponto de redução) e composição corporal (redução $\geq 2\%$ de gordura).

Os resultados demonstraram que o consumo de polifenóis apresentou AUC = 0,81 (IC95%: 0,67–0,95; $p < 0,01$) para prever melhora em PRS, indicando boa capacidade discriminativa.

A ingestão de vitamina C também mostrou associação relevante (AUC=0,74;

IC95%: 0,60–0,88; $p=0,02$). Por outro lado, o IMC isolado não se mostrou um bom preditor (AUC = 0,62; IC95%: 0,48–0,75; $p = 0,21$).

DISCUSSÃO

O presente estudo resultou, tanto em indivíduos eutróficos na sua maioria, quanto em indivíduos acima do peso.

Esses achados corroboram com estudos anteriores que descrevem a modalidade como um espaço capaz de acolher tanto indivíduos em busca de alto desempenho esportivo quanto aqueles cujo objetivo principal é a redução de peso e a melhora de parâmetros metabólicos (Oliveira e colaboradores, 2021; Wagener e colaboradores, 2020).

A predominância de perfis eutróficos e atléticos sugere a presença de participantes com composição corporal relativamente favorável ao desempenho, padrão já observado em estudos que avaliaram medidas corporais em praticantes de CrossFit®. Resultados semelhantes foram relatados por Menargues-Ramírez e colaboradores, (2022), que observaram valores médios de gordura corporal baixos em amostras de praticantes de CrossFit®.

Adicionalmente, investigações como a de Capistrano Junior e colaboradores, (2022), identificaram valores médios de IMC próximos a 26 kg/m² em amostras de CrossFit®, evidenciando a variabilidade corporal entre praticantes dessa modalidade.

Do ponto de vista fisiológico, a distribuição encontrada tem implicações para a resposta ao estresse oxidativo: perfis com menor percentual de gordura tendem a apresentar maior eficiência metabólica e resposta antioxidante endógena, o que pode reduzir a produção excessiva de espécies reativas durante esforços intensos (Oliveira e colaboradores, 2021).

Em contrapartida, a presença de participantes com sobrepeso e obesidade é relevante, pois adiposidade elevada associa-se a níveis basais aumentados de estresse oxidativo e inflamação sistêmica, o que pode

modular de forma distinta a resposta à intervenção nutricional (Ribeiro e colaboradores, 2023).

Portanto, a classificação nutricional inicial não apenas descreve a heterogeneidade da amostra, mas também fundamenta a necessidade de estratificação nas análises subsequentes, visando avaliar se e como a ingestão de antioxidantes modula as respostas redox e funcionais em perfis corporais distintos.

Observou-se também maior concentração de valores elevados de IMC e percentual de gordura nos participantes obesos, em contraste com distribuições mais baixas e homogêneas entre eutróficos e atléticos, o que corrobora achados de Santos e colaboradores, (2020), que associaram maior acúmulo de gordura corporal a níveis mais acentuados de estresse oxidativo.

Os resultados indicam que a composição corporal dos participantes varia significativamente entre os grupos, especialmente em relação à adiposidade e IMC. O aumento do percentual de gordura está associado à maior produção basal de espécies reativas de oxigênio, conforme descrito por Santos e colaboradores, (2020).

Por outro lado, perfis com menor adiposidade tendem a apresentar maior capacidade antioxidante endógena, com atividade aumentada de enzimas como superóxido dismutase e glutathione peroxidase, como relatado por Silva e colaboradores, (2021).

A composição corporal apresenta implicações diretas sobre o equilíbrio redox e a eficiência metabólica em praticantes de CrossFit®. Participantes com maior percentual de gordura corporal tendem a apresentar acúmulo de lipídios intra e extracelulares, associado à ativação crônica de vias inflamatórias, aumento da produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) e estresse oxidativo basal elevado.

Esses mecanismos são mediados, em parte, por sobrecarga mitocondrial e sinalização aumentada de NADPH oxidase, elevando a suscetibilidade a danos oxidativos durante exercícios de alta intensidade, conforme descrito por Santos e colaboradores, (2020).

Em contraste, indivíduos com composição corporal mais favorável, caracterizados por maior massa magra e menor adiposidade, apresentam maior densidade mitocondrial, eficiência oxidativa e capacidade

antioxidante endógena, com aumento da atividade de enzimas como superóxido dismutase (SOD) e glutathione peroxidase (GPx), o que proporciona maior capacidade de neutralização de radicais livres produzidos durante esforços intensos, de acordo com Silva e colaboradores, (2021).

Entretanto, a maior frequência de treino observada nesses grupos pode gerar picos transitórios de ROS, exigindo respostas antioxidantes rápidas e adaptativas para evitar desequilíbrios redox.

Além disso, indivíduos com sobrepeso ou obesidade apresentam limiares mais baixos de estresse oxidativo compensável. Isso significa que estímulos oxidativos induzidos pelo exercício podem exceder a capacidade antioxidante basal mais rapidamente, comprometendo funções celulares e aumentando a inflamação sistêmica.

Por outro lado, perfis atléticos podem tolerar maior produção transitória de ROS, mas permanecem dependentes de adequada ingestão de antioxidantes exógenos e de mecanismos de recuperação para manter homeostase oxidativa, como evidenciado por Capistrano Junior e colaboradores (2022) e Menargues-Ramírez e colaboradores, (2022).

Dessa forma, a heterogeneidade da amostra basal indica que perfil corporal e volume de treino são determinantes críticos da resposta antioxidante e da suscetibilidade ao estresse oxidativo.

Sobre a ingestão de antioxidantes, o padrão encontrado está em consonância com os achados de Braga e colaboradores, (2023), que relataram elevação no consumo de frutas e vegetais após intervenções nutricionais educativas em atletas de modalidades de alta intensidade, e de Pacheco e colaboradores, (2021), que destacaram que pequenas mudanças no consumo diário de hortaliças já são suficientes para melhorar biomarcadores de estresse oxidativo.

A análise do TFEQ21 permitiu identificar diferenças comportamentais entre os grupos nutricionais. Participantes com maior restrição cognitiva ou maior alimentação emocional apresentaram padrões de ingestão mais variáveis, refletindo influência do comportamento alimentar sobre o consumo de antioxidantes e ultraprocessados.

Esses dados indicam que, embora a ingestão de alimentos antioxidantes seja relativamente frequente, há heterogeneidade individual influenciada por comportamento

alimentar e suplementação, o que deve ser considerado ao analisar respostas ao estresse oxidativo e ao efeito de intervenções nutricionais em praticantes de CrossFit®.

A resposta à intervenção variou de acordo com o perfil nutricional inicial. Participantes classificados como eutróficos apresentaram maior adesão às recomendações dietéticas e incremento mais acentuado no consumo de frutas e hortaliças, o que pode ser atribuído à maior consciência alimentar e menor resistência comportamental.

Por outro lado, os grupos de sobrepeso e obesidade apresentaram aumento mais modesto, especialmente em hortaliças e oleaginosas, o que sugere barreiras comportamentais e preferências alimentares específicas que podem limitar o impacto da intervenção. Os participantes do grupo atlético mantiveram consumo relativamente elevado já no período basal, com pequenas melhorias adicionais.

Esses achados corroboram Vieira e colaboradores, (2022), que observaram maior responsividade a intervenções nutricionais em indivíduos eutróficos quando comparados a participantes com excesso de peso, reforçando a importância de considerar a composição corporal como variável moduladora da adesão e do impacto de estratégias nutricionais.

A recuperação adequada é um determinante central para a manutenção do desempenho em modalidades de alta intensidade, como o CrossFit®. Entre os parâmetros subjetivos utilizados, destacam-se a PRS e a Escala de Borg, ambos reconhecidos pela literatura como ferramentas válidas para monitorar a resposta ao treinamento e a influência de intervenções nutricionais.

No presente estudo, buscou-se avaliar a associação entre a ingestão de antioxidantes e a modulação desses indicadores, bem como explorar correlações específicas entre nutrientes e percepção de recuperação.

Onde os resultados encontrados sugerem que o aumento na ingestão de antioxidantes provenientes exclusivamente da alimentação está diretamente associado à percepção subjetiva de melhor recuperação.

Tal achado está alinhado com Carvalho e colaboradores, (2024), que reportaram redução significativa da fadiga percebida em atletas submetidos a estratégias de incremento antioxidante dietético, reforçando o papel desses compostos na atenuação do estresse oxidativo induzido pelo exercício.

Portanto, sugerindo que a maior disponibilidade de compostos antioxidantes dietéticos pode ter minimizado o dano oxidativo e a inflamação subclínica, reduzindo o esforço percebido diante de cargas semelhantes de treino.

Esse mecanismo é consistente com os achados de Costa e colaboradores, (2022), que demonstraram relação entre dietas ricas em antioxidantes e menores valores de esforço percebido em atividades intermitentes de alta intensidade, explicando que a modulação redox contribui para maior eficiência metabólica e menor sensação de fadiga.

Do ponto de vista bioquímico, a vitamina C atua como scavenger primário de espécies reativas de oxigênio, promovendo a regeneração de outros antioxidantes, como a vitamina E, e modulando vias inflamatórias via inibição da ativação de NF-κB. Isso pode explicar, ao menos parcialmente, a melhora observada na percepção de recuperação.

Esse raciocínio é sustentado por Santos e colaboradores, (2020), que destacam a relevância da interação entre antioxidantes dietéticos e mecanismos endógenos de defesa redox, especialmente na atenuação do estresse oxidativo agudo gerado pelo exercício de alta intensidade.

A redução de IMC e percentual de gordura apresentada após a intervenção é coerente com Oliveira e colaboradores, (2021), que associaram menores níveis de adiposidade a maior capacidade antioxidante plasmática em atletas.

Do ponto de vista fisiológico, a redução da gordura corporal pode ser explicada pela melhora do balanço redox: a menor adiposidade está relacionada à diminuição da produção basal de EROs em repouso, condição que favorece maior eficiência metabólica e reduz a probabilidade de disfunções mitocondriais ligadas ao excesso de gordura, como discutido por Santos e colaboradores, (2020).

O conceito de hormese oxidativa descreve a resposta adaptativa do organismo frente à exposição controlada a EROs. Durante o exercício físico intenso, o aumento transitório dessas moléculas não atua apenas como agente deletério, mas também como sinalizador intracelular, induzindo a ativação de vias de biogênese mitocondrial, síntese proteica e aumento da atividade de enzimas antioxidantes endógenas, como a superóxido dismutase e a catalase.

Assim, em níveis moderados, o estresse oxidativo exerce efeito positivo, fortalecendo os mecanismos de defesa celular e favorecendo a remodelação muscular.

Contudo, a ingestão adequada de antioxidantes dietéticos é essencial para modular essa resposta, evitando a transição de um estímulo adaptativo para um estado de dano oxidativo crônico (Vieira e colaboradores, 2022).

A presença de antioxidantes dietéticos como os polifenóis descritos por Pacheco e colaboradores, (2021) e as vitaminas C e E avaliadas em protocolos de suplementação por Braga e colaboradores, (2023), parece atuar como modulador desse processo, evitando a sobrecarga oxidativa sem suprimir completamente os sinais adaptativos.

Essa interação favorece a síntese proteica e a preservação da massa magra em treinos de alta intensidade, sobretudo em modalidades intervaladas de elevada exigência metabólica como o CrossFit®.

As diferenças entre os subgrupos podem ser resultado do ambiente fisiológico desfavorável que tende a reduzir a eficácia tanto da intervenção nutricional quanto da adaptação ao exercício.

Participantes com sobrepeso apresentaram comportamento intermediário, confirmando a tendência de que a responsividade às estratégias antioxidantes está diretamente associada ao estado nutricional basal.

Esses achados reforçam que a heterogeneidade da amostra deve ser considerada nas análises, visto que o mesmo protocolo nutricional pode gerar efeitos distintos a depender do perfil corporal inicial.

Além disso, indicam que estratégias mais individualizadas, como o ajuste do aporte antioxidante em obesos para modular o estresse oxidativo crônico, podem ser necessárias para maximizar os benefícios sobre a composição corporal.

Nesse ponto, antioxidantes dietéticos atuam como um braço externo das defesas endógenas. A vitamina C, hidrossolúvel, funciona como scavenger primário de espécies reativas em compartimentos aquosos, reduzindo radicais como O_2 e OH.

Já a vitamina E, lipossolúvel, localiza-se nas membranas celulares, interrompendo a propagação da peroxidação lipídica. Compostos polifenólicos, como flavonoides, têm a capacidade de quelar metais de transição

(ex.: ferro e cobre), inibindo reações de Fenton que amplificam a formação de radicais hidroxila altamente reativos (Braga e colaboradores, 2023).

Além da ação neutralizante, há também efeito modulador. Antioxidantes dietéticos podem ativar a via de sinalização Nrf2-Keap1, aumentando a transcrição de enzimas antioxidantes endógenas como superóxido dismutase (SOD), catalase e glutathione peroxidase. Isso significa que sua ingestão não apenas fornece defesa direta, mas também estimula o organismo a reforçar suas próprias barreiras contra o estresse oxidativo.

No contexto da recuperação, antioxidantes desempenham papel crítico. O exercício extenuante causa microlesões nas fibras musculares, desencadeando resposta inflamatória caracterizada pelo influxo de células imunes e produção local de citocinas. Esse processo, embora necessário para remodelamento tecidual, quando exacerbado, prolonga o tempo de recuperação e eleva a percepção de dor muscular tardia (DOMS).

Estudos mostram que antioxidantes atenuam essa cascata, reduzindo a liberação de marcadores de dano muscular, como creatina quinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH), e acelerando a restauração da função contrátil (Silva e colaboradores, 2021).

Carvalho e colaboradores, (2024) reforçam que o consumo elevado de frutas e hortaliças está associado a maior percepção de PRS e menor esforço percebido (Borg) em atletas de força. O mecanismo envolve tanto a neutralização direta das EROs quanto a supressão de vias pró-inflamatórias, como NF- κ B, diminuindo a produção de TNF- α e IL-6, que prolongam o processo inflamatório.

Outro ponto importante é a preservação da função mitocondrial. O excesso de EROs pode danificar proteínas da cadeia respiratória e comprometer a fosforilação oxidativa, prolongando a fadiga. Antioxidantes mitigam esse dano, mantendo a eficiência do metabolismo energético e permitindo que o atleta retorne mais rapidamente à intensidade ideal de treino.

Apesar dos benefícios, a literatura adverte sobre riscos do uso indiscriminado de suplementos antioxidantes. Ferreira e colaboradores, (2021) mostraram que altas doses de vitamina C e E em cápsulas podem reduzir a sinalização de EROs necessária para adaptações fisiológicas, como aumento de

enzimas antioxidantes endógenas e biogênese mitocondrial.

Além disso, a suplementação isolada ignora a sinergia existente nos alimentos naturais. Polifenóis, carotenoides, minerais e fibras presentes em frutas, verduras e oleaginosas interagem de forma complexa, potencializando seus efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios.

Lima e colaboradores, (2023) destacam que a dependência exclusiva de suplementos pode levar a desequilíbrios nutricionais e, em casos extremos, toxicidade.

Portanto, o consenso atual da literatura aponta para a priorização da ingestão via dieta balanceada, reservando suplementos para casos específicos e sob monitoramento profissional.

A resposta fisiológica à ingestão de antioxidantes não é uniforme e varia conforme o perfil corporal. Indivíduos eutróficos e atléticos, com menor percentual de gordura e maior massa magra, tendem a apresentar melhor resposta à intervenção.

Isso porque possuem menor inflamação crônica de baixo grau, menor resistência à insulina e maior eficiência mitocondrial, condições que favorecem o equilíbrio redox. Nestes, a ingestão antioxidante potencializa ganhos de recuperação e manutenção de massa magra de forma mais evidente.

Por outro lado, obesos e indivíduos com sobrepeso apresentam estado basal de maior estresse oxidativo, caracterizado por produção exacerbada de EROs em decorrência da lipotoxicidade e da ativação crônica de macrófagos em tecido adiposo. Esse cenário compromete parcialmente os benefícios, tornando os ganhos mais discretos.

Ainda assim, observa-se melhora clínica relevante, como reduções no IMC, no percentual de gordura e nos marcadores de fadiga. A explicação reside na diminuição do “carregamento oxidativo” basal, que mesmo em menores proporções já representa avanço metabólico importante para a saúde e para a performance esportiva.

Os resultados do presente estudo, quando interpretados à luz da fisiologia do exercício e da bioquímica nutricional, demonstram que a ingestão adequada de antioxidantes exerce papel multifacetado na resposta ao CrossFit®. Em primeiro lugar, atua como mecanismo de defesa contra os efeitos deletérios do excesso de EROs, preservando

membranas celulares, proteínas contráteis e DNA mitocondrial.

Em segundo, favorece a recuperação pós-exercício, reduzindo inflamação e encurtando o tempo necessário para restauração da capacidade funcional. Ao mesmo tempo, a ingestão via dieta respeita o equilíbrio fisiológico da hormese oxidativa, evitando o bloqueio das adaptações benéficas induzidas pelo treino intenso.

A literatura também mostra que os efeitos não são homogêneos, variando conforme o perfil corporal: eutróficos e atléticos tendem a responder melhor, enquanto obesos apresentam ganhos mais graduais, mas ainda relevantes.

Esse conjunto de evidências reforça que a estratégia nutricional baseada em alimentos ricos em antioxidantes é não apenas segura, mas também eficiente para potencializar adaptações fisiológicas, promover melhor composição corporal e otimizar a performance no CrossFit®.

Pode-se dizer também que o impacto positivo da intervenção não se explica apenas por fatores antropométricos, mas principalmente pelo aporte dietético de compostos antioxidantes, capazes de modular a percepção de recuperação e o desempenho. Evidências recentes indicam que dietas ricas em polifenóis favorecem a adaptação fisiológica ao exercício por meio da redução do estresse oxidativo e da melhora da biodisponibilidade de óxido nítrico (Braga e colaboradores, 2023).

De forma complementar, investigações experimentais apontam que o aumento da ingestão de compostos antioxidantes está associado a menor fadiga muscular e melhor capacidade de recuperação após treinos de alta intensidade (Carvalho e colaboradores, 2024).

A intervenção nutricional baseada em alimentos ricos em antioxidantes produziu efeitos claros e mensuráveis sobre diferentes dimensões avaliadas no presente estudo.

Houve aumento expressivo do consumo desses alimentos, confirmado pelo QFA, o que se refletiu em maior aporte dietético de vitaminas antioxidantes, minerais cofatores e polifenóis. Essa constatação aponta para a efetividade da estratégia em modificar padrões alimentares no curto prazo, mesmo em praticantes já inseridos em uma rotina esportiva estruturada.

Do ponto de vista funcional, observou-se melhora na percepção de PRS e redução do esforço percebido (Borg). Esses achados sugerem que a maior biodisponibilidade de antioxidantes dietéticos modulou o balanço redox durante a prática de exercícios de alta intensidade, favorecendo o controle da produção excessiva de espécies reativas e potencializando a resposta hormética.

Tal resposta implica em estímulo fisiológico ao sistema antioxidante endógeno, promovendo adaptações positivas sem suprimir totalmente os sinais moleculares necessários ao condicionamento físico.

No âmbito antropométrico, destacaram-se ajustes positivos na composição corporal, com reduções significativas no percentual de gordura e no IMC, além da preservação da massa magra em grupos mais aderentes à intervenção.

Esses resultados reforçam a coerência entre dieta antioxidante, melhora da capacidade de recuperação e otimização de adaptações fisiológicas em modalidades de esforço intermitente de alta intensidade como o CrossFit®.

Em síntese, a resposta direta da intervenção revelou um conjunto de benefícios integrados, maior consumo de antioxidantes, melhor percepção funcional e ajustes corporais positivos, sustentados por mecanismos fisiológicos já descritos no contexto da hormese oxidativa e da modulação do estresse metabólico induzido pelo exercício.

Os resultados obtidos reforçam o potencial da nutrição como recurso de suporte seguro, acessível e eticamente aceitável para atletas e praticantes de modalidades de alta intensidade.

Em contraposição ao uso de substâncias ergogênicas ilícitas, frequentemente associadas a riscos metabólicos, cardiovasculares e até à integridade esportiva, a estratégia baseada em antioxidantes naturais oferece benefícios sustentáveis, alinhados tanto à saúde quanto ao desempenho.

Nesse sentido, torna-se pertinente recuperar o dilema de Goldman (Goldman, Busher, 1984), no qual atletas foram questionados se aceitariam ingerir uma substância capaz de garantir vitórias, mesmo que isso levasse à morte em poucos anos.

A elevada taxa de aceitação desse dilema ilustra a pressão do rendimento e o risco ético envolvido em práticas dopantes. A

intervenção aqui proposta se apresenta como contraponto: uma alternativa natural, segura e sem riscos deletérios, que preserva tanto a saúde quanto os princípios do esporte "limpo".

Apesar dos achados relevantes, algumas limitações precisam ser reconhecidas. A primeira refere-se ao tamanho reduzido da amostra, o que limita a generalização dos resultados.

Além disso, a heterogeneidade do grupo em termos de idade, tempo de prática de CrossFit® e composição corporal pode ter influenciado na variabilidade das respostas à intervenção.

A duração relativamente curta do acompanhamento também deve ser considerada, já que adaptações metabólicas e funcionais mais robustas exigem maior tempo de intervenção. Outro ponto a destacar é a ausência de biomarcadores bioquímicos e moleculares que permitissem quantificar diretamente o estresse oxidativo e a resposta antioxidante endógena. Dessa forma, a interpretação ficou restrita a parâmetros dietéticos, antropométricos e subjetivos.

Essas limitações não invalidam os resultados obtidos, mas indicam a necessidade de cautela ao extrapolar os achados para outras populações ou contextos.

Com base nessas limitações, algumas perspectivas se tornam relevantes para a continuidade da investigação. Estudos futuros devem contemplar amostras maiores e multicêntricas, estratificando os participantes por sexo, idade e nível de treinamento, a fim de aprofundar a compreensão sobre perfis específicos de resposta.

A inclusão de biomarcadores bioquímicos e análises moleculares - como capacidade antioxidante total, expressão gênica de enzimas antioxidantes (SOD, GPx, CAT) e marcadores de peroxidação lipídica - permitirá avaliar de forma mais precisa a interação entre dieta antioxidante e estresse oxidativo.

Outro caminho promissor consiste em explorar combinações específicas de compostos antioxidantes, como polifenóis associados à vitamina C, ou carotenoides em sinergia com vitamina E, a fim de investigar potenciais efeitos aditivos ou sinérgicos.

Ainda, estudos longitudinais de maior duração poderão avaliar a sustentabilidade da adesão dietética e os efeitos a longo prazo sobre saúde, desempenho e recuperação em modalidades de alta intensidade.

CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que a ingestão de antioxidantes provenientes da alimentação exerce efeito positivo sobre a resposta ao estresse oxidativo em praticantes de CrossFit®, promovendo melhora da percepção subjetiva de recuperação, redução do esforço percebido e ajustes favoráveis na composição corporal, especialmente entre indivíduos eutróficos e com maior adesão ao protocolo alimentar.

Esses achados reforçam o papel modulador da dieta no equilíbrio redox, favorecendo a neutralização das espécies reativas de oxigênio e otimizando a recuperação muscular.

Os resultados sustentam a adoção de estratégias nutricionais baseadas em alimentos in natura e ricos em compostos bioativos, em detrimento do uso indiscriminado de suplementos antioxidantes, cuja superdosagem pode comprometer adaptações fisiológicas benéficas.

Tal abordagem se alinha aos princípios do treinamento funcional e à filosofia de Glassman, que reconhece a nutrição como base essencial da aptidão física e da saúde. Conclui-se, portanto, que a alimentação natural e equilibrada constitui recurso eficaz, ético e seguro para o aprimoramento do desempenho e da recuperação em modalidades de alta intensidade.

Recomenda-se que futuras pesquisas explorem marcadores bioquímicos de estresse oxidativo e inflamação, ampliando a compreensão sobre seus efeitos na performance e na saúde a longo prazo.

REFERÊNCIAS

- 1-Braga, L.M.; Oliveira, G.T.; Santos, R.P.; Almeida, J.F.; Costa, H.R. Efeitos dos compostos bioativos na modulação do estresse oxidativo em atletas: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. São Paulo. Vol. 17. Num. 100. 2023. p. 525-534.
- 2-Capistrano Junior, V.L.M.; Gonçalves Y.T.; Costa, E.E.; Caetano, M.L.; Naves, A.; Cordeiro, B. Nutrient Intake and Body Composition in CrossFit® Athletes: a Crosssectional Study. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*. Vol. 10. Num. 4. 2022. p. 55-63.
- 3-Carvalho, A.P.; Souza, F.M.; Ribeiro, J.A.; Martins, C.R.; Duarte, L.F. Antioxidantes naturais e desempenho esportivo: evidências atuais e aplicações práticas. *Revista de Ciências da Saúde*. Vol. 15. Num. 1. 2024. p. 22-34.
- 4-Costa, D.C.; Ferreira, L.A.; Santos, M.B.; Rodrigues, T.F.; Lima, V.H. Efeitos da ingestão de alimentos antioxidantes na recuperação muscular de atletas de alta performance. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 28. Num. 2. 2022. p. 91-96.
- 5-Ferreira, T.A.; Barbosa, P.L.; Monteiro, A.S.; Nunes, J.R.; Carvalho, H.M. Impacto da suplementação antioxidante nas adaptações induzidas pelo exercício físico. *Arquivos de Ciências da Saúde*. Vol. 28. Num. 1. 2021. p. 77-84.
- 6-Glassman, G. What is fitness? *CrossFit Journal*. Num. 56. 2002. p. 1-11. Disponível em: <https://journal.crossfit.com/article/what-is-fitness>
- 7-Goldman, B.; Busher, J. The dilemma of anabolic steroids in competitive sports. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 16. Num. 3. 1984. p. 219-224.
- 8-International Society for the Advancement of Kinanthropometry - ISAK. *International Standards for Anthropometric Assessment*. Underdale. ISAK. 2001. Disponível em: <https://www.isak.global/>
- 9-Jackson, A.S.; Pollock, M.L.; Ward, A. Generalized equations for predicting body density of women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 12. Num. 3. 1980. p. 175-181.
- 10-Lima, L.C.; Moraes, F.R.; Gonçalves, T.S.; Oliveira, D.M.; Prado, B.H. Riscos da suplementação antioxidante indiscriminada em atletas: revisão crítica. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. São Paulo. Vol. 17. Num. 99. 2023. p. 465-473.
- 11-Menargues-Ramírez, R.; Sospedra, I.; Holway, F.; Hurtado-Sánchez, J.A.; Martínez-Sanz, J.M. Avaliação da Composição Corporal em Atletas de CrossFit® e a Relação com Seus Resultados em Treinamentos Oficiais. *12-International Journal of Environmental*

Research and Public Health. Vol. 19. Num. 17. 2022. p. 1-17.

12-Non Stop CrossFit. Brasil é o segundo país com mais boxes de CrossFit® no mundo. Non Stop CrossFit. 2024. Disponível em: <https://www.nonstopcrossfit.com.br/blog/brasil-boxes-crossfit>

13-Oliveira, A.F.; Mendes, J.R.; Costa, R.S.; Barbosa, T.C.; Ferreira, L.M. Estresse oxidativo no exercício físico: causas, consequências e estratégias nutricionais. Revista Brasileira de Ciências do Esporte. Vol. 43. Num. 2. 2021. p. 1-10.

14-Pacheco, B.G.; Ribeiro, A.J.; Farias, L.C.; Alves, R.T.; Moreira, F.N. Compostos antioxidantes na dieta e sua influência no sistema imune de atletas. Alimentos e Nutrição. Vol. 32. Num. 3. 2021. p. 1-9.

15-Ribeiro, J.A.; Mendes, P.R.; Almeida, V.H.; Castro, D.L.; Moreira, E.N. Estresse oxidativo em praticantes de atividade física intensa: impacto na saúde e no desempenho esportivo. Revista de Educação Física, Esporte e Saúde. Vol. 29. Num. 3. 2023. p. 150-159.

16-Santos, R.M.; Faria, T.S.; Oliveira, V.N.; Gomes, H.M.; Cunha, F.S. Estresse oxidativo e atividade física: mecanismos e modulações nutricionais. Revista Brasileira de Ciências do Movimento Humano. Vol. 18. Num. 1. 2020. p. 10-17.

17-Silva, M.T.; Rodrigues, L.F.; Carvalho, P.R.; Nascimento, C.L.; Andrade, J.A. Relação entre dieta antioxidante e recuperação de atletas submetidos a treinos intensos. Revista Brasileira de Nutrição Esportiva. São Paulo. Vol. 15. Num. 4. 2021. p. 82-88.

18-Souza, C.H.; Ferreira, G.M.; Lemos, A.D.; Rocha, M.P.; Silva, L.V. Efeitos dos antioxidantes na recuperação muscular pós-exercício: uma revisão. Revista Brasileira de Ciências da Saúde. Vol. 18. Num. 2. 2020. p. 99-105.

19-Vieira, D.S.; Cunha, M.F.; Barros, A.J.; Moretti, A.C.; Ribeiro, H.P. Efeito dos antioxidantes na percepção de bem-estar e performance atlética. Revista Brasileira de Nutrição Clínica. Vol. 36. Num. 3. 2022. p. 129-136.

20-Wagener, S.; Silva, R.; Oliveira, T.; Souza, L. CrossFit® - development, benefits and risks. Frontiers in Sports and Active Living. Vol. 2. Num. 12. 2020. p. 241-249.

2 - Docente, Nutricionista, UniCesumar, Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

Autor correspondente:
Josiane de Oliveira Almeida
josiane.o.almeida@hotmail.com

E-mail dos autores:
fernandohulbrich@gmail.com
josiane.o.almeida@hotmail.com

Recebido para publicação em 22/10/2025
Aceito em 31/01/2026