

## Deficiência Energética Relativa (RED) nos Esportes de Combate: Protocolo Clínico-Ambulatorial para Monitoramento da Disponibilidade Energética (DE)

Relative Energy Deficiency (RED) in Combat Sports: A Clinical–Outpatient Protocol for Monitoring Energy Availability (EA)

Deficiencia Relativa de Energía (RED) en los Deportes de Combate: Protocolo Clínico-Ambulatorio para el Monitoreo de la Disponibilidad Energética (DE)

Recebido: 07/10/2025 | Revisado: 13/10/2025 | Aceitado: 13/10/2025 | Publicado: 15/10/2025

**Luciana Rossi**

<https://orcid.org/0000-0001-7901-6846>

Instituto Plenitude Educação – IPLENI, Brasil

Grupo de Estudo e Pesquisa em Esportes de Combate, Lutas de Artes Marciais – GEPECLAM, Brasil

E-mail: lrmarques38@gmail.com

### Resumo

A perda e o controle de peso em esportes de combate (EC) expõem atletas a períodos de baixa disponibilidade energética (BDE), com potenciais repercussões fisiológicas e psicológicas, compatíveis com a síndrome de Deficiência Energética Relativa no Esporte (REDs). Este artigo propõe um protocolo clínico-ambulatorial para estimar a disponibilidade energética (DE) e apoiar o rastreio/diagnóstico de risco de REDs em lutadores de ambos os sexos. O protocolo integra: (1) avaliação da ingestão energética por registros alimentares padronizados (com estratégias para mitigar sub-relato); (2) estimativa do gasto energético do exercício via equivalentes metabólicos (MET) específicos das modalidades de combate, considerando duração e massa corporal; e (3) determinação da massa livre de gordura (MLG) por métodos de campo validados (antropometria e bioimpedância, com equações preditivas). O protocolo proposto visa operacionalizar, fora do ambiente de laboratório, a triagem sistemática de BDE e o monitoramento de atletas ao longo das fases *off-camp*, *fight camp* e *fight week*, subsidiando decisões nutricionais e de treinamento que preservem saúde e desempenho. Ao padronizar etapas e ferramentas factíveis, contribui-se para a prevenção primária, a detecção precoce e a condução não farmacológica da Deficiência de Energia Relativa nos Esportes de Combate (DEREC).

**Palavras-chave:** Deficiência Energética Relativa no Esporte; Artes Marciais; Ingestão de Energia; Composição Corporal; Equivalente Metabólico; Avaliação Nutricional; Consumo Alimentar.

### Abstract

Weight loss and weight control in combat sports (CS) expose athletes to periods of low energy availability (LEA), with potential physiological and psychological repercussions consistent with Relative Energy Deficiency in Sport (REDs). This article proposes a clinical–outpatient protocol to estimate energy availability (EA) and support screening/diagnosis of REDs risk in fighters of both sexes. The protocol integrates: (1) assessment of energy intake using standardized food records (with strategies to mitigate under-reporting); (2) estimation of exercise energy expenditure (EEE) via combat-sport-specific metabolic equivalents (METs), considering duration and body mass; and (3) determination of fat-free mass (FFM) using validated field methods (anthropometry and bioimpedance, with predictive equations). The proposed protocol aims to operationalize, outside the laboratory setting, systematic LEA screening and athlete monitoring across the off-camp, fight camp, and fight week phases, informing nutrition and training decisions that preserve health and performance. By standardizing feasible steps and tools, it contributes to primary prevention, early detection, and non-pharmacological management of Relative Energy Deficiency in Combat Sports (REDCS).

**Keywords:** Relative Energy Deficiency in Sport; Martial Arts; Energy Intake; Body Composition; Metabolic Equivalent; Nutrition Assessment; Dietary Intake.

### Resumen

Para perder y controlar el peso en deportes de combate (CE), los atletas experimentan períodos de baja disponibilidad energética (BDE), con posibles repercusiones físicas y psicológicas, compatibles con el síndrome de deficiencia energética relativa (RED) no deportivo. Este artículo propone un protocolo clínico-ambulatorio para estimar la

disponibilidad energética (LEA) y respaldar el cribado/diagnóstico del riesgo de RED en luchadores masculinos y femeninos. El protocolo integra: (1) evaluación de la ingesta energética mediante registros alimentarios estandarizados (con estrategias para mitigar la subnotificación); (2) estimación del gasto energético durante el ejercicio mediante equivalentes metabólicos (MET) específicos para deportes de combate, considerando la duración y la masa corporal; y (3) determinación de la masa libre de grasa (MLG) mediante métodos de campo validados (antropometría y bioimpedancia, con ecuaciones predictivas). El protocolo propuesto tiene como objetivo implementar, fuera del entorno de laboratorio, el cribado y el seguimiento sistemáticos de la BDE en los atletas durante las fases fuera del campamento, el campamento de combate y la semana de combate, respaldando las decisiones nutricionales y de entrenamiento que preservan la salud y el rendimiento. Al estandarizar pasos y herramientas factibles, contribuye a la prevención primaria, la detección temprana y el manejo no farmacológico de la Deficiencia Energética Relativa en Deportes de Combate (DERDC).

**Palabras clave:** Deficiencia Relativa de Energía en el deporte; Martial Arts; Ingestión de Energía; Composición Corporal; Equivalente Metabólico; Evaluación Nutricional; Consumo Alimentario.

#### **Lista de abreviações**

- %GC: Percentual de gordura corporal  
BDE: Baixa disponibilidade energética  
BIA: Impedância bioelétrica  
COI: Comitê Olímpico Internacional  
DE: Disponibilidade energética  
DERE: Deficiência energética relativa no esporte  
DEREC: Deficiência energética relativa nos esportes de combate  
DEXA: Absorciometria de raios X de dupla energia  
EC: Esportes de combate  
ECOs: Esportes de combate olímpicos  
GE: Gasto energético  
IE: Ingestão energética  
MET: Equivalente metabólico  
MLG: Massa livre de gordura  
MMA: artes marciais mistas  
RA: Registro alimentar  
REDs: *Relative energy deficiency in sport*  
TA: Transtornos alimentares  
TMA: Tríade da mulher atleta  
TMB: Taxa metabólica de repouso  
VCT: Valor calórico total

## **1. Introdução**

As modalidades esportivas de combate, ou Esportes de Combate (EC), podem ser consideradas práticas de lutas, artes marciais e sistemas de combate traduzidos em manifestações culturais modernas, orientadas a partir das decodificações propostas por instituições esportivas. A esportivização dos EC propicia uma grande popularização, inclusive com inclusão de modalidades no programa olímpico, contribuindo ainda mais para a sua disseminação; como nos Jogos Olímpicos de Verão, onde os ECOs (Esportes de Combate Olímpicos) são representados pelo boxe, esgrima, judô, taekwondo e luta livre (estilo livre e greco-romana). Aspectos como competição, mensuração/métricas, aplicação de conceitos científicos, comparação de resultados, regras e normas codificadas e institucionalizadas, maximização do rendimento corporal e espetacularização da expressão corporal são alguns exemplos da transposição moderna de práticas seculares de “combate e artes marciais” (Rossi, 2025).

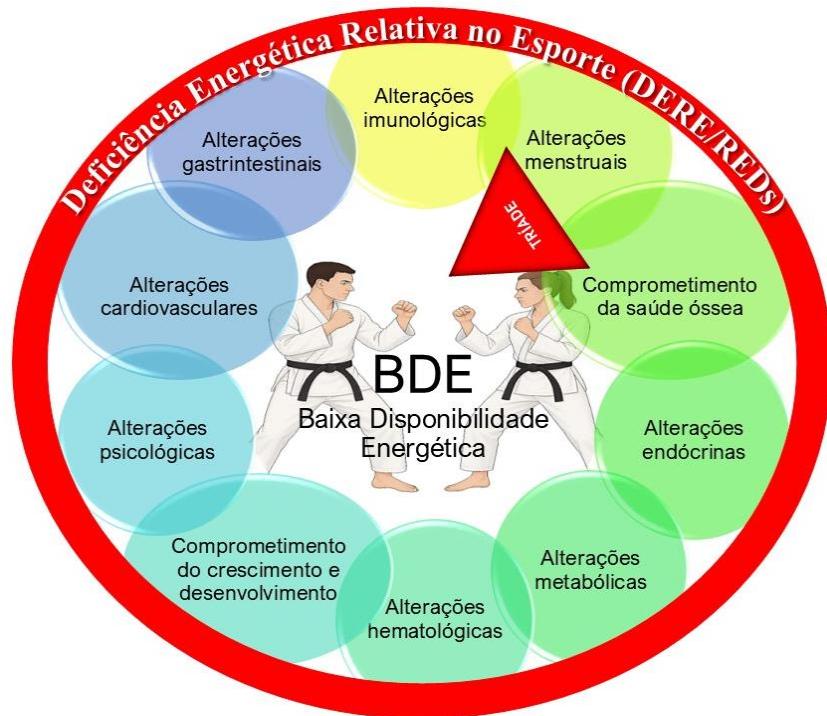
Competições que envolvem esportes com categorias de peso, como os EC, entre outros (levantamento de peso, remo etc), possuem o intuito de proporcionar aos atletas melhor equilíbrio competitivo e maior segurança, além de combinar competidores com características físicas semelhantes. Os esportes com categoria de peso, que são definidos pela exigência de pesagem prévia antes da competição, têm como objetivo equidade no desempenho, e redução no risco de lesões, eliminando as

discrepâncias de tamanho (ACSM, 2021; Ricci et al., 2025; Rossi, 2025). A periodização nos EC é geralmente separada em três distintas: “*off camp*” ou preparação geral, “*fight camp*” ou acampamento e “*fight week*” ou semana da luta/pós-pesagem (Ricci et al., 2025; Rossi, 2025). O corte de peso, rotineiramente empregado para “bater o peso” ou modular a recomposição corporal do atleta, é um processo que inclui tanto a perda de peso, para qualificação em uma categoria de peso desejada, como o reganho de peso rápido, com estratégias de recuperação (*recovery*), da massa corporal perdida antes do início da competição. Os métodos ou as “estratégias” para redução do peso corporal, empregados pelos atletas, têm despertado interesse em razão do aumento de evidências que associam ciclos de redução ponderal ao comprometimento do rendimento, ao risco de saúde e até ao potencial desenvolvimento de transtornos alimentares (TA) (Mancine et al., 2020). Os principais impactos em atletas de EC são estudados durante a perda de peso rápida ou aguda, e várias questões comportamentais e psicológicas são consideradas em diferentes prismas, pois, com a pressão potencial para perder peso e/ou manter um controle meticoloso da composição corporal, não é surpreendente que os atletas possam apresentar TA ou comer de modo transtornado (Gonçalves et al., 2020; Mancine et al., 2020; Doherty et al., 2024). Diversos estudos indicam que atletas envolvidos em esportes com controle de peso, têm pontuações mais altas em instrumentos de pesquisa para TA, do que os controles pareados por idade ou outros esportes (Mancine et al., 2020; ACSM, 2021; Rossi, 2025).

Muitos estudos se destinam a classificar, e constatar, quais métodos são mais prevalentes entre os atletas para redução de massa corporal. Barley e colaboradores (2019), em sua revisão narrativa, pontuaram que entre 60 a 80% dos atletas já utilizaram algum método de perda de peso aguda; porém, os autores observaram que nem todas os métodos são empregados da mesma forma, sendo as diferenças entre esportes ditadas principalmente pelo tempo entre a pesagem e a competição, que pode variar de 2 a 24 horas, sendo mais prevalente em atletas de artes marciais mistas (MMA) e boxe. Entretanto, poucos estudos são realizados no Brasil com EC; destaca-se um estudo que apresenta os métodos para perda de peso rápida mais empregados por atletas brasileiros, onde participaram 580 atletas competitivos, em níveis regional, nacional e internacional, sendo 15,5% do taekwondo, 13,1% do judô, 12,5% do jiu-jitsu e 11,9% do karatê (Brito et al., 2012). Os dois métodos mais empregados para perda rápida envolveram aumento do tempo de exercício (90,7%) e redução no consumo de energia (67,7%). Estas estratégias combinadas, caso adotadas durante um curto período, na fase de preparação, e com acompanhamento multiprofissional, podem beneficiar o atleta, preservando a massa muscular, a força e os líquidos corporais e, possivelmente, produzindo alterações na composição corporal (Brito et al., 2012; ACSM 2021; Ricci et al., 2025). Situações em que atletas são submetidos a restrições calóricas, voluntárias ou involuntárias, concomitante ao aumento significativo de volume de treinamento, e sem acompanhamento nutricional, podem resultar um estado denominado de “baixa disponibilidade energética” (BDE), que associada a TA, ou não, pode afetar atletas de modalidades estéticas, acrobáticas e principalmente de EC (Torstveit & Sundgot-Borgen, 2005; Maria & Juswiak, 2021).

A disponibilidade energética (DE: kcal/kg MLG) é obtida pela subtração do valor calórico total (VCT), ou seja, da ingestão energética da dieta (IE: kcal), do gasto energético propiciado pelo exercício (GE: kcal); sendo este dividido pelo peso da massa livre de gordura (MLG: kcal) do atleta. É definida como energia advinda do consumo alimentar, que é disponibilizada para o funcionamento ideal dos sistemas corporais, após contabilizar a energia gasta com exercícios (Mountjoy et al., 2024; Mendes et al., 2024). Tem sido considerado um valor ideal de DE ~45 kcal/kg MLG, sendo que valores inferiores estariam relacionados a comprometimentos de saúde contínuos, devido à exposição da BDE (Figura 1). O valor de  $DE \leq 30\text{kcal/kg MLG}$  estaria associado a BDE, e um possível gatilho para o desencadeamento da chamada *Relative Energy Deficiency in Sport* (REDs) ou - termo já estabelecido para a língua portuguesa – Deficiência Energética Relativa no Esporte (DERE) (Mountjoy et al., 2014; Reed et al. 2015; Maria & Juswiak, 2021).

**Figura 1:** Modelo Conceitual de Saúde da DERE/REDs. Os efeitos da BDE existem em um continuum. Embora alguma exposição à BED seja leve e transitória, denominada BED adaptável, a BDE problemática está associada a uma variedade de resultados adversos de DERE/REDs (extremo-círculo vermelho).



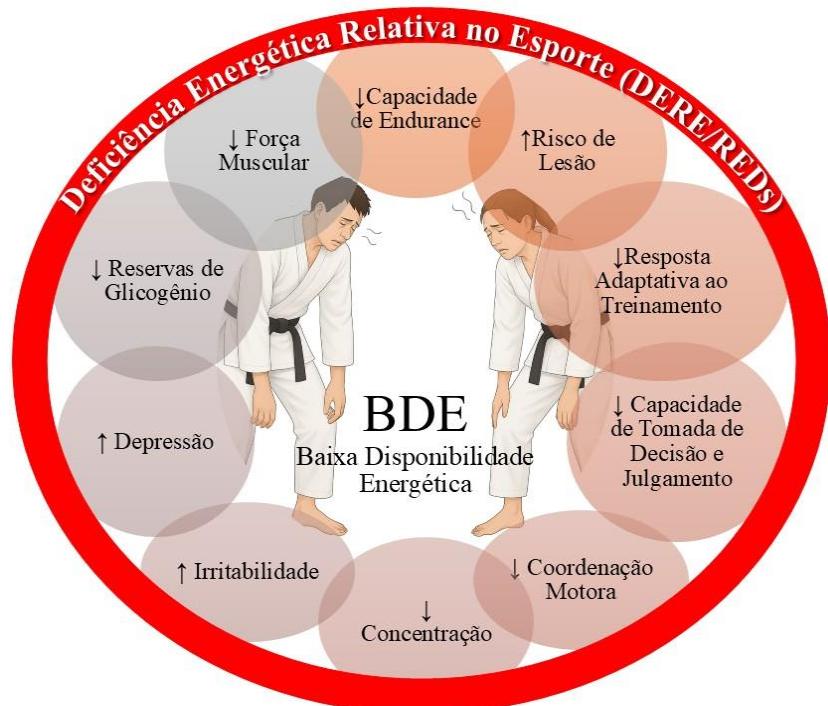
OBS: Problemas de saúde mental podem preceder os DERE/REDs ou ser resultado deles. No triângulo vermelho destaca-se os desfechos encontrados na Tríade da Mulher Atleta (TMA).

Legenda: BDE: baixa disponibilidade energética; DERE: Deficiência Energética Relativa no Esporte; REDs: *Relative Energy Deficiency in Sport*.

Fonte: Adaptado: Mountjoy et al. (2024).

Uma vez estabelecida a associação entre BDE e desfechos patológicos em atletas, determinados pela síndrome da Deficiência Energética Relativa no Esporte (DERE) (Mendes et al., 2024), definida como uma síndrome de comprometimento do funcionamento fisiológico e/ou psicológico vivenciado por atletas dos sexos feminino e masculino, causada pela exposição à BED problemática (prolongada e/ou grave) (Figura 2) (Mountjoy et al., 2024; Mendes et al., 2024) é importante discutir sua expressão nos Esportes de Combate.

**Figura 2:** Modelo Conceitual de Desempenho da DERE/REDs. Os efeitos da BDE existem em um continuum. Embora alguma exposição à BDE seja leve e transitória, denominada BDE adaptável, a BDE problemática está associada a uma variedade de resultados adversos de desempenho de DERE/REDs (extremo círculo vermelho).



Legenda: BDE: baixa disponibilidade energética; DERE: Deficiência Energética Relativa no Esporte; REDs: *Relative Energy Deficiency in Sport*.

Fonte: Adaptado: Mountjoy et al. (2024).

O objetivo deste trabalho é discutir, à luz das mais recentes descobertas, as ferramentas e/ou metodologias disponíveis para o atendimento nutricional clínico esportivo na prática ambulatorial, buscando estabelecer um protocolo para avaliação, detecção e diagnóstico da Baixa Disponibilidade de Energia (BDE) e determinar seu impacto no desencadeamento da Deficiência Energética Relativa (REDs) nos Esportes de Combate (DEREC), em lutadores de ambos os sexos, com perspectiva futura de discussão de diretrizes não farmacológicas para seu acompanhamento e tratamento, para resguardar a saúde e rendimento do lutador, assim como acrescentar entendimento e bases para discussão desta síndrome dentro da Nutrição Clínica Esportiva.

## 2. Metodologia

Realizou-se uma pesquisa acadêmica-documental de fontes indiretas de natureza quantitativa e qualitativa sobre baixa disponibilidade de energia, deficiência energética relativa no esporte, esportes de combate, consumo/gasto energético, transtornos alimentares em esportes de combate (Pereira et al, 2018).

As estimativas de DE estão sendo cada vez mais empregadas para orientar e monitorar atletas, bem como apoiar um possível diagnóstico de DERE, porém é reconhecida sua limitação para obtenção, avaliação e interpretação da classificação de DE, fora de ambiente laboratorial, ou seja, na prática clínica esportiva, e em esportes específicos como EC. Até o momento não existe um protocolo universal – padrão ouro - para as metodologias envolvidas no cálculo da DE, ou dos recursos necessários para obter estimativas de cada um dos componentes da equação, ou dos erros residuais nessas estimativas. A falta de uma definição clara do valor para DE, considerado "baixo" reflete os próprios problemas em torno de sua medição, bem como

diferenças entre indivíduos e componentes individuais da função do que se considera "normal/saudável" (Burke et al., 2018; Mountjoy et al, 2024).

Partindo-se da equação para obtenção disponibilidade de energia:

$$\text{DE} = [(\text{Ingestão Energética: kcal}) - (\text{Gasto Energético do Exercício: kcal})] \div (\text{Massa Livre de Gordura: kg})$$

É necessário discutir e determinar para cada componente, quais seriam os métodos na prática clínica esportiva, aplicada a atletas de esportes de combate para melhor estimativa da DE.

### 3. Resultados e Discussão

Para cada um dos componentes da equação da DE será apresentada uma breve discussão, e melhores práticas para apoiar a estimativa da BDE, e possível diagnóstico da DERE.

#### *Ingestão Energética (IE) nos Esportes de Combate (EC)*

A avaliação do consumo alimentar de atletas, exige atenção a particularidades metodológicas, em contextos clínicos e de pesquisa. As estimativas da ingestão alimentar e energética (IE) é reconhecidamente uma tarefa complexa, no contexto da determinação da disponibilidade energética (DE), onde podem ser empregados métodos retrospectivos (recordatório alimentar, questionário de frequência, história dietética) e prospectivos (registro alimentar, porção duplicada, pesagem de alimentos) (Magkos & Yannakoulia, 2003). Obter informações válidas e confiáveis sobre a ingestão alimentar habitual ou específica, por meio de registro prospectivo ou análise retrospectiva em diferentes modalidades esportivas, é um desafio pouco explorado na pesquisa nutricional (Burke et al., 2018). A maioria das avaliações de IE em estudos com atletas com BDE baseou-se no uso de registros alimentares (RA), um método prospectivo e quantitativo, que é propenso a erros de subnotificação, bem como à falha em obter uma imagem verdadeira ou típica da ingestão a longo prazo (Capling et al., 2017). O RA, escrito, ou por ferramentas eletrônicas e/ou avaliação fotográfica, é conhecido por alterar a ingestão habitual, bem como causar erros de omissão, subnotificação do tamanho das porções, subnotificação de alimentos considerados "não saudáveis" e supernotificação de alimentos considerados nutritivos entre outros (Tabela 1). Na técnica do RA ou Diário Alimentar, o participante anota detalhadamente, em um período mínimo 3 dias e máximo 7 dia, em dias consecutivos - ou não consecutivos, no caso de 3 a 4 dias - todos os alimentos e bebidas ingeridos e suas quantidades, que são quantificadas por medidas caseiras (xícaras, colheres), dimensões ou itens de tamanho padronizado, caracterizando um registro estimado ou semiquantitativo (Magkos & Yannakoulia, 2003).

Métodos de avaliação dietética, reconhecidos como apropriados para a população em geral, são geralmente aplicados de forma semelhante a grupos de atletas, apesar do conhecimento de que fatores específicos de cada atleta/esporte podem complicar a avaliação e impactar a precisão de maneiras únicas (Magkos & Yannakoulia, 2003; Burke et al., 2018). Como a avaliação do consumo alimentar é amplamente utilizada, tanto em nutrição esportiva quanto em ambientes clínicos e de pesquisa, é preocupante que a validade das metodologias utilizadas não tenha sido submetida a um maior rigor investigativo. Há uma clara escassez de pesquisas de alta qualidade, para identificar metodologias de avaliação dietética, que sejam válidas e viáveis, para uso em uma população de atletas (Capling et al., 2017; Burke et al., 2018).

**Tabela 1:** Visão geral do método de Registro Alimentar para avaliação do consumo alimentar em atletas de esportes de combate.

#### **Registro Alimentar (método prospectivo qualitativo)**

Descrição da técnica	Vantagem	Limitações	Observações
<p>Registro das quantidades de todas as preparações, alimentos, bebidas, suplementos e sobras que são estimados através de medidas caseiras; álbum de fotos com porções, modelo de alimentos entre outros recursos.</p> <p>Pode ser além de escrito, fotográfico e utilizar auxílio de análise por inteligência artificial.</p>	<p>Elevada acurácia.</p>  <p>Bem aceito para coletar ingestão de grupo de pessoas.</p> <p>Não depende de memória.</p>	<p>Ingestão usual pode ser alterada, tanto quanto maior o número de dias.</p> <p>Dispendioso e requer tempo.</p> <p>Alto grau de cooperação do avaliado.</p>  <p>Depende da escolaridade.</p> <p>Menos preciso que o registro por peso.</p>	<p>Pode ser aplicado em 3, 5 ou 7 dias. Mais comum 3 dias.</p> <p>Orientar o atleta a registrar o alimento logo após o consumo, melhora a qualidade do dado.</p> <p>Principal fonte de erro é o <b>sub-relato</b>: que pode ser <i>sub-registro</i> (reduzir o consumo de alimentos) ou <i>sub-consumo</i> (não relatar os alimentos consumidos.).</p>

Fonte: Rossi & Poltronieri (2024).

Magkos & Yannakoulia (2003) avaliaram os desafios metodológicos para avaliação do consumo alimentar em atletas e constataram que os RA estimados de 3–4 dias, são o método mais frequentemente utilizado para avaliar a ingestão, conforme revisão de mais de 100 estudos desde 1950 envolvendo cerca de 230 grupos. Considerados suficientemente precisos para indivíduos e grupos, esses registros exigem períodos de anotação distintos conforme o objetivo, porém, fornecem estimativas razoavelmente precisas e exatas do consumo habitual de energia e macronutrientes, o que poderia ser aplicável a atletas de EC. Apesar da concordância, de um limitado número de artigos, do emprego do RA para condução da avaliação da BDE, mais estudos são necessários, e cautela na interpretação dos resultados, uma vez que uma revisão, com metanálise, registrou um erro em relação ao gasto energético, através de água duplamente marcada, de 19% de sub-relato, em relação ao consumo alimentar (0,4 a 36%), representando uma ingestão de ~600 kcal (Magkos & Yannakoulia, 2003; Capling et al., 2017).

#### **Gasto Energético do exercício (GE) nos Esportes de Combate (EC)**

O ACSM (2016) orienta que a estimativa do gasto energético do exercício (GE) pode ser realizada por registros de atividade (1–7 dias), com quantificação subjetiva da intensidade, via códigos de atividade e equivalentes metabólicos (METs), sendo que um MET corresponde, para um indivíduo adulto médio, ao consumo de oxigênio de aproximadamente 3,5mlO<sub>2</sub>/kg/min (massa corporal/min) ou 1kcal/kg/h (massa corporal/h) (Farinatti et al., 2003; Ainsworth et al, 2024). O custo energético de uma atividade específica, pode ser calculado multiplicando-se a massa corporal pelo valor do MET, e considerando-se a duração da atividade, através da fórmula:

$$\text{Gasto energético (GE:kcal)} = [\text{massa corporal (kg)} \times \text{MET} \times \text{tempo de duração (min)}]/60$$

Para tanto o quadro 1, fornece como exemplo, alguns valores específicos dos MET aplicados aos EC para obter o gasto energético específico do treinamento, para compor o cálculo da DE (Farinatti, 2003). Para acessar a lista completa e atualizada, com outras modalidades de EC, basta acessar o site do compêndio de atividades físicas: <https://pacompendium.com/> (Herrmann et al, 2024).

**Quadro 1:** Valores dos equivalentes metabólicos para os esportes de combate.



Fonte: Farinatti (2003); Rossi (2025).

### **Massa Livre de Gordura (MLG) nos Esportes de Combate**

Existem vários métodos disponíveis, para obter a composição corporal dos atletas de EC, como a hidrodensitometria, pletismografia, impedância bioelétrica (BIA), ultrassom, espessura de dobras cutâneas e absorciometria de raios X de dupla energia (DEXA) etc. Os métodos indiretos são menos empregados, talvez pela necessidade de equipamentos mais sofisticados (DEXA, tomografia computadorizada, pletismografia, etc); por possuírem alto custo, exigirem alto grau de colaboração do avaliado (pesagem hidrostática) e pessoal técnico para os procedimentos de análise (pletismografia, DEXA). Os métodos duplamente indiretos, como dobras cutâneas, perímetros, diâmetros e bioimpedância, são mais práticos e realizados em estudos de campo e acadêmicos. Apesar da facilidade e da rapidez dos métodos duplamente indiretos, estudos conduzidos em atletas de EC ainda são limitados (Rossi, 2007; Rossi, 2019; Rossi, 2021).

Um estudo inédito, procurou validar a concordância entre métodos para avaliação da composição corporal indiretos e duplamente indiretos, levando em consideração a diferença de adiposidade existente entre as categorias de peso em atletas de ECOs (Fernandez del Valle et al., 2022; Rossi, 2025). Foram avaliados 38 atletas do sexo masculino, utilizando-se pletismografia e DEXA como métodos laboratoriais indiretos; além da BIA, interação de raios infravermelho e antropometria como métodos de campo duplamente indiretos. Todos os métodos foram comparados ao DEXA, e a concordância entre estes, não foi afetada pelo percentual de gordura corporal (%GC). Como conclusão, os métodos de campo, notadamente a avaliação antropométrica utilizando-se as equações para obtenção do %GC, desenvolvidas por Evans e colaboradores (2005) (Tabela 2); e na bioimpedância a equação para obtenção da MLG (kg) de Kyle e colaboradores (2004) (tabela 2), se mostraram particularmente apropriadas, com precisão, independentemente da adiposidade dos atletas (Fernandez del Valle et al., 2022; Rossi, 2025).

**Tabela 2:** Equações preditivas para obtenção da massa livre de gordura (MLG) em atletas de esporte de combate.

#### **Equação de Evans et al. (2005) – Antropometria (7 Dobras Cutâneas) - ambos sexos**

Percentual de Gordura Corporal (%GC) =  $10,566 + 0,12077 * (\Sigma 7DC: \text{subescapular, tríceps, peitoral, axilar média, suprailíaca, abdominal e coxa}) - 8,057 * (\text{sexo}) - 2,545 * (\text{raça})$ .

#### **Equação de Evans et al. (2005) - Antropometria (3 Dobras Cutâneas) - ambos sexos**

Percentual de Gordura Corporal (%GC) =  $8,997 + 0,24658 * (\Sigma 3DC: \text{abdômen, coxa e tríceps}) - 6,343 * (\text{sexo}) - 1,998 * (\text{raça})$ .

Observação:

Dobras cutâneas em milímetros; Sexo: 0=mulher e 1=homem; Raça 0=branco e 1=afrodescendente

- Para obtenção da MLG, após obter o %GC utilizar a fórmula:  $MLG (\text{kg}) = MC - [(\%GC/100) \times MC]$

**Equação de Kyle et al. (2004) - Bioimpedância – ambos sexos**

$$\text{MLG (kg)} = -4,104 + (0,518 \times \text{estatura}^2/\text{resistência}_{50}) + (0,231 * \text{massa corporal}) + (0,130 * \text{reatância}) + (4,229 * \text{sexo})$$

Observação:

Resistência e Reatância em ohms ( $\Omega$ ); massa corporal em quilogramas (kg) e estatura em centímetros (cm)

- Sexo: 0=mulher e 1=homem

Fonte: Autores.

**Interpretação da Disponibilidade de Energia (DE)**

Considerando que há uma associação entre BDE e prováveis desfechos patológicos em atletas, os estudos se concentram em determinar critérios para definir qual valor de DE poderia se associar ao aumento de riscos. Há consenso de que DE  $\sim 45\text{kcal/kg MLG}$ , possa ser considerada “ideal” para a manutenção das funções fisiológicas de atletas; porém ainda é tema de discussão qual seria o valor capaz de desencadear os mecanismos responsáveis pela síndrome da DERE (Wasserfurth et al., 2020).

O valor de DE  $\leq 30\text{kcal/kg MLG}$  foi considerado, por alguns autores, como provável para o desencadeamento da DERE, notadamente em atletas do sexo feminino (Mountjoy et al., 2014; Reed et al., 2015), uma vez que um estudo laboratorial, com mulheres sedentárias, submetidas a sessões de exercício e controle de ingestão de energia, associaram este valor à redução da concentração de hormônios metabólicos e hormônio luteinizante (Mendes et al., 2024; Loucks et al., 2003) (Tabela 3). Já para atletas do sexo masculino, há a hipótese de que precisariam de restrições energéticas muito mais severas, para o desenvolvimento da síndrome, sendo que um estudo demonstrou que DE  $< 15\text{kcal/kg MLG}$  apresentariam aumento do risco, porém, ainda há necessidade de mais estudos para sedimentar essa observação (Mendes et al., 2024).

**Tabela 3:** Interpretação e pontos de corte para disponibilidade energética (DE).

Disponibilidade Energética (DE)	Interpretação
$>45\text{kcal/kg MLG}$	<b>Oferece condições para ganho de massa corporal</b> Alta disponibilidade de energia para crescimento e ganho de massa corporal
$\sim 45\text{kcal/kg MLG}$	<b>Ótima</b> DE saudável para balanço energético, manutenção de massa corporal, provendo energia adequada para todas as funções fisiológicas
$30-45\text{kcal/kg MLG}$	<b>Subclínica ou reduzida</b> Pode ser tolerada por períodos curtos, como um programa de perda de peso bem planejado.
$<30\text{kcal/kg MLG}$ (sexo feminino) $<15\text{kcal/kg MLG}$ (sexo masculino) (entre 9 a 25 kcal/kg MLG)	<b>Baixa</b> Implicações à saúde, com prejuízos de muitos sistemas, incluindo adaptações ao treinamento e rendimento

Fonte: Loucks et al., (2003); Mendes et al., (2024); Mountjoy et al., (2024).

**Síndrome da Deficiência Energética Relativa (REDs) nos Esportes de Combate (DEREC)**

Devido aos desafios metodológicos para obtenção tanto dos valores de DE em campo e/ou ambulatorialmente - para classificar a BDE - e realizar o diagnóstico de risco da síndrome DEREC - é urgente a necessidade de estudos, e discussões neste campo de pesquisa. Embora haja a possibilidade de empregar, conforme orientação do COI (Mountjoy et al., 2024), o protocolo denominado *Relative Energy Deficiency in Sport Clinical Assessment Tool-Version 2* (REDs CAT2) que consiste de três etapas, sendo a primeira a implementação e emprego de questionários de rastreamento para BDE no sexo feminino e masculino, como respectivamente, LEAF-Q (Melin et al., 2014; Maria & Juzwiak, 2021) e LEAM-Q (Nattiv et al., 2021; Lundy et al., 2022), estes atualmente não foram validados e/ou aplicados em amostras nacionais de atletas EC.

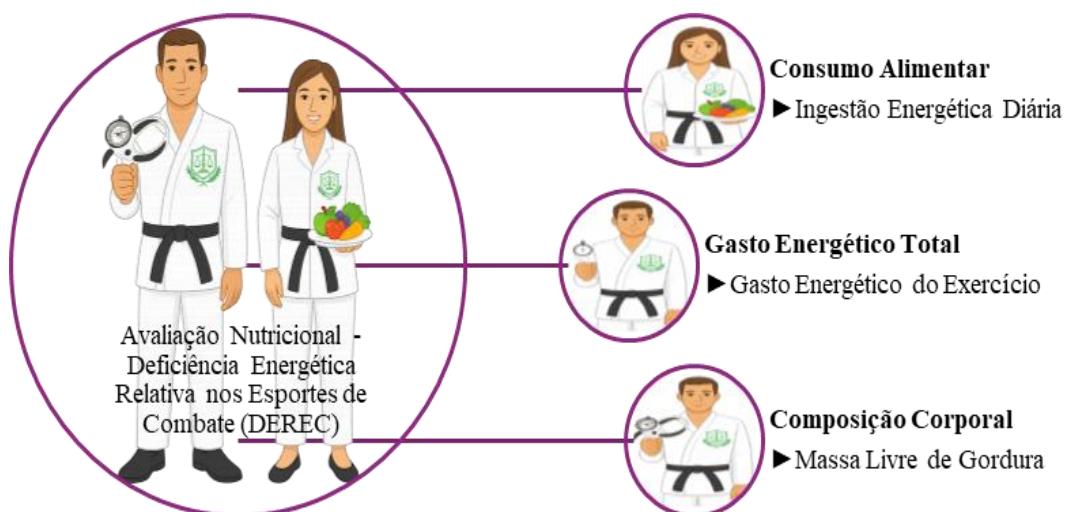
Alguns grupos de pesquisa sugerem, associado à obtenção da DE, outros potenciais indicadores capazes de rastrear a supressão de função reprodutiva em mulheres (evolução de massa corporal e sua composição; presença de comportamentos

alimentares de risco; alterações na concentração de estradiol e progesterona - atletas não usuárias de contraceptivos); além do monitoramento da taxa metabólica em repouso (TMR). Neste último caso, sugerem a razão entre a TMR medida por calorimetria indireta ( $TMR_M$ ) com predita ( $TMR_P$ ), empregando neste caso equações como a de Cunningham (1981), Harris e Benedict (1918) entre outras (Rossi, 2021). O risco de BDE seria determinado quando a relação  $TMR_M/TMR_P < 0,9$  (Souza et al., 2019). Para homens, os potenciais indicadores seriam baixa concentração de T3, testosterona (livre ou total), índice de massa corporal e mineralização óssea além também da relação  $TMR_M/TMR_P$  (Lundy et al., 2022).

#### 4. Considerações Finais

É aconselhável que a investigação e o monitoramento da deficiência de energia relativa nos esportes de combate (DEREC) priorizem o cálculo rotineiro da disponibilidade de energia (DE), obtida a partir de três componentes mensuráveis da prática clínica: ingestão energética diária, gasto energético do exercício e massa livre de gordura (conforme Figura 3). Fora do ambiente laboratorial ainda não há diretrizes consolidadas para padronizar métodos e ferramentas de estimativa da DE em atletas; por isso, este estudo apresenta um protocolo clínico-ambulatorial viável para esportes de combate, com foco na aplicabilidade em serviços de nutrição esportiva. Em modalidades com categorias de peso, a combinação frequente de aumento do gasto com o exercício e restrição da ingestão energética eleva o risco de baixa disponibilidade energética (aguda ou crônica), cujo acúmulo — mediado por frequência, duração, recuperação inadequada e comportamentos alimentares desordenados — pode culminar em DEREC. O protocolo proposto sistematiza práticas e instrumentos para triagem, estimativa da DE e tomada de decisão clínica, que podem orientar o diagnóstico e as intervenções (não farmacológicas e, quando indicado, farmacológicas) para restaurar a condição clínica e nutricional. Por fim, reforça-se a importância de estratégias de prevenção primária — educação, conscientização sobre riscos à saúde e ao desempenho e qualificação contínua de profissionais — nas quais a nutrição esportiva exerce papel central na prevenção, na recuperação e na educação nutricional de lutadores.

**Figura 3:** Proposta de protocolo Clínico-Ambulatorial para Monitoramento da Disponibilidade Energética (DE).



Fonte: Autores.

## Referências

- Ainsworth, B.E.; Herrmann, S.D.; Jacobs Jr., D.R.; Whitt-Glover, M.C.; Tudor-Locke, C. (2024) A brief history of the Compendium of Physical Activities. *J Sport Health Sci*, 13(1):3-5.
- American College of Sports Medicine (ACSM). (2016). Joint Position Statement: Nutrition and Athletic Performance.Nutrition and Athletic Performance. *Med Sci Sports Exerc*, 48(3):543-568.
- American College of Sports Medicine (ACSM). (2021). Expert Consensus Statement on Weight Loss in Weight-Category Sports. *Curr Sports Med Rep*, 20 (4), 199-217.
- Barley, O.R.; Chapman, D.W.; Abbiss, C.R. (2019) The Current State of Weight-Cutting in Combat Sports-Weight-Cutting in Combat Sports. *Sports (Basel)*, 7 (5), 123.
- Brito, C.J.; Roas, A.F.C.M.; Brito, I.S.S.; Marins, J.C.B.; Córdova, C.; Franchini, E. (2012). Methods of Body-mass Reduction by Combat Sport Athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 22(2), 89-97.
- Burke, L.M.; Lundy, B.; Fahrenholz, I.L.; Melin, A.K. (2018). Pitfalls of Conducting and Interpreting Estimates of Energy Availability in Free-Living Athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 28(4), 350-363.
- Capling, L.; Beck, K.L.; Gifford, J.A.; Slater, G.; Flood, V.M.; Connor, H.O. (2017). Validity of Dietary Assessment in Athletes: A Systematic Review. *Nutrients*, 9(12), 1313.
- Cunningham, J.J. (1980). A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. *Am J Clin Nutr*, 33(11), 2372-4.
- Evans, E.; Rowe, D.; Misic, M.; Prior, B.; et al. (2005). Skinfold Prediction Equation for Athletes Developed Using a Four- Component Model. *Med. Sci. Sport Exerc*, 37(11), 2006-11.
- Doherty, C.S.; Fortington,L.V.; Barley, O.L. (2024). Prevalence of disordered eating and its relationship with rapid weight loss amongst male and female combat sport competitors: A prospective study. *J Sci Med Sport*, 27(11), 745-752.
- Farinatti, P. (2003). Apresentação de uma versão em português do Compêndio de Atividades físicas: uma contribuição aos pesquisadores e profissionais em fisiologia do exercício. *Rev Br Fisiol Exer*, 2, 177-208.
- Fernandez Del Valle, M.; Olmedillas, H.; Antuñano, N.P.G., et al. (2022). Concordance between Laboratory and Field Methods for the Assessment of Body Fat in Olympic Combat Athletes: Analysis of the Influence of Adiposity. *Int J Environ Res Public Health*, 19(8), 4493.
- Gonçalves, S.; Ribeiro, A.; Felix, S.; Gomes, A.R. (2020). Does weight change relate to psychological variables and eating behaviours in combat sports? *Eat Weight Disord*, 26(3), 921-30.
- Harris, J.A.; Benedict, F.G. (1918). A biometric study of human basal metabolism. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 4(12), 370-3.
- Herrmann, S.D.; Willis, E.A.; Ainsworth, B.E. (2024). The 2024 Compendium of Physical Activities and its expansion. *J Sport Health Sci*, 13(1), 1-2.
- Kyle, U.G.; Bosaeus, I.; De Lorenzo, A.D.; Deurenberg, P.; Elia, M.; et al. (2004). Bioelectrical impedance analysis: part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23(5), 1226–43.
- Loucks, A.B.; Thuma, J.R. (2003). Luteinizing hormone pulsatility is disrupted at a threshold of energy availability in regularly menstruating women. *J Clin Endocrinol Metab*, 88(1), 297-311.
- Lundy, B.; Torstveit, M.K.; Stenqvist, T.B.; Burke, L.M.; Garthe, I.; Slater, G.J.; Ritz, C.; Melin, A.K. (2022). Screening for low energy availability in male athletes: attempted validation of LEAM-Q. *Nutrients*, 14(9), 1873.
- Magkos,F.; Yannakoulia, M. (2003). Methodology of dietary assessment in athletes: concepts and pitfalls. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 6(5), 539-49.
- Mancine, R.P.; Gusfa, D.W.; Moshrefi, A.; Kennedy, S.F. (2020). Prevalence of disordered eating in athletes categorized by emphasis on leanness and activity type - a systematic review. *J Eat Disord*, 29(8), 1-9.
- Maria, U.P.; Juzwiak, C.R. (2021). Adaptação cultural e validação do Low Energy Availability in female questionnaire (LEAF-Q). *Rev Bras Med Esporte*, 27(2): 184-8.
- Melin, A.; Tornberg, A.S.; Skouby, S.; Faber, J.; Ritz, C.; Sjodin, A.; Sungot-Borgen, J. (2014). The LEAF questionnaire: a screening tool for the identification of female athletes at risk for the female athlete triad. *Br J Sports Med*, 48(7), 540-5.
- Mendes, R.R.; Amadio, M.B.; Rossi, L. (2024). Deficiência de energia relativa no esporte. In: Rossi L, Poltronieri F (Orgs.). Tratado de nutrição e dietoterapia. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. p. 594-608.
- Mountjoy, M.; Ackerman, K.E.; Bailey, D.M.; Burke, L.M.; Constantini, N.; et al. (2024). 2023 International Olympic Committee's (IOC) consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs). *Br J Sports Med*, 57(17), 1073–1098.
- Mountjoy, M.; Sundgot-Borgen, J.; Burke, L.; Carter, S.; Constantini, N.; Lebrun, C.; Meyer, N.; Sherman, R.; Steffen, K.; Budgett, R.; Ljungqvist, A. (2014). The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad--Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *Br J Sports Med*, 48(7), 491-7.

Nattiv, A.; de Souza, M.J.; Koltun, K.J.; Misra, M.; Kussman, A.; Williams, N.I.; Barrack, M.T.; Kraus, E.; Joy, E.; Fredericson, M. (2021). The Male Athlete Triad-A Consensus Statement From the Female and Male Athlete Triad Coalition Part 1: Definition and Scientific Basis. *Clin J Sport Med*, 31(4), 335-348.

Pereira, A.S. et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Santa Maria. Editora UFSM.

Reed, J.L.; De Souza, M.J.; Mallinson, R.J.; Scheid, J.L.; Williams, N.I. (2015). Energy availability discriminates clinical menstrual status in exercising women. *J Int Soc Sports Nutr*, 19(12), 1-11.

Ricci, A.A.; Cassandra, E.; Stull, C., et al. (2025). International society of sports nutrition position stand: nutrition and weight cut strategies for mixed martial arts and other combat sports. *JISSN*, 22(1), 1-55.

Rossi, L. (2021). Bioimpedance to assess the body composition of high-performance karate athletes: applications, advantages and perspectives. *J Electr Bioimp*, 12(1), 69-72.

Rossi, L. (2019). Avaliação da composição corporal de atletas do sexo feminino do Projeto São Paulo Olímpico da Federação Paulista de Karatê. *Rev Bras Nutr Esport*, 13(79), 373-7.

Rossi, L. (2021). Basal metabolic rate for high-performance female karate athletes. *Nutr Hosp*, 38(3), 563-567.

Rossi, L. (2025). *Nutrição e Suplementação nos Esportes de Combate, Lutas e Artes Marciais (ECOLAM)*. São Paulo: Editora PoloBooks; 98p.

Rossi, L.; Tirapegui, J. (2007). Avaliação antropométrica de atletas de Karatê. *R. bras. Ci e Mov*, 15(3), 39-46.

Rossi, L.; Poltronieiri, F. (2024). *Tratado de Nutrição e Dietoterapia*. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro. 1084ptor.

Souza, M.J.; Koltun, K.J.; Williams, N.I. (2019). The role of energy availability in reproductive function in the female athlete triad and extension of its effects to men: an initial working model of a similar syndrome in male athletes. *Sports Med*, 49(Suppl 2), 125-37

Torstveit, M.K.; Sundgot-Borgen, J. (2005). The female athlete triad: are elite athletes at increased risk? *Med Sci Sports Exerc*, 37(2), 184-93.

Wasserfurth, P.; Palmowski, J.; Hahn, A.; Krüger, K. (2020). Reasons for and consequences of low energy availability in female and male athletes: social environment, adaptations, and prevention. *Sports Med Open*, 6(1), 44.