

# Utilização de proteína na prática esportiva

## *Use of protein in sports*

Priscila Nogueira Lara, M.Sc.\*, Maria Isabel Toulson Davisson Correia, D.Sc. \*\*

*\*Nutricionista, especialista em nutrição clínica e terapia nutricional, Mestre em educação em diabetes, Nutricionista clínica e esportiva na Clínica La Vita, Itaúna/MG, \*\*Médica, Professora titular de Cirurgia da Universidade Federal de Minas Gerais*

### Resumo

*Introdução:* A importância das proteínas para atletas tem sido reconhecida, porém a eficácia do consumo elevado de suplementos proteicos e de aminoácidos é questionável. *Objetivos:* Determinar a importância do consumo de proteínas na prática esportiva e demonstrar a utilização de diferentes tipos e resultados na performance atlética. *Métodos:* Trabalho de revisão, com levantamento bibliográfico utilizando materiais indexados ao Index Medicus. *Conclusão:* Sabe-se que o atleta possui uma demanda metabólica proteica elevada devido à necessidade de reparação de proteínas danificadas, síntese de novos tecidos, manutenção de vias metabólicas, hipertrofia, manutenção do sistema imunológico fortalecido e garantindo ainda um nível de proteínas plasmáticas ideal para funcionar em condições fisiológicas. Não há consenso na literatura com relação à recomendação proteica para atletas, variando entre 0,8 a 2 g/kg/dia, e variando também de acordo com a modalidade a ser praticada. A suplementação apresenta resultados controversos, mas muitos trabalhos mostram melhores resultados na suplementação proteica acrescida de carboidratos. Foram encontrados efeitos benéficos na suplementação com creatina, proteína do soro do leite, glutamina e arginina, sendo os resultados fisiológicos diferentes para o consumo de cada um dos produtos.

**Palavras-chave:** suplementação alimentar, suplementos dietéticos, recomendações nutricionais, exercício físico, deficiência de proteína.

### Abstract

*Introduction:* The importance of protein for athletes has been recognized, but the efficacy of high intakes of protein and amino acid supplements is questionable. *Objectives:* To determine the importance of protein intake in sport and demonstrate the use of different types and results in the athletic performance. *Methods:* This literature review used material indexed in the Index Medicus. *Conclusion:* It is known that the athlete has a high protein demand due to need for repair of damaged proteins, synthesis of new tissue, maintaining metabolic pathways, hypertrophy, maintenance of the immune system and also guaranteeing a stronger level of plasma proteins ideal for operating under physiological conditions. There is no consensus in the literature regarding the recommended protein for athletes, varying from 0.8 to 2 g/kg/d, and also varies according to the sport to be practiced. Supplementation are controversial, but many studies have shown better results in protein supplementation plus carbohydrate. Were found beneficial effects on supplementation with creatine, whey protein, glutamine and arginine, and different physiological results for the intake of each product.

**Key-words:** food supplementation, dietary supplements, nutritional recommendations, exercise, protein deficiency.

Recebido 2 de abril de 2015; aceito 15 de junho de 2015

**Endereço para correspondência:** Priscila Nogueira Lara, Rua Irmã Conceição, 175 centro 35680-019 Itaúna MG, E-mail: priscilanlara@yahoo.com.br

## Introdução

O acesso a alimentos suficientes e de qualidade adequada é fundamental para manter a composição e função correta do organismo, garantindo assim a saúde e do ciclo da vida. A proteína dietética é um macronutriente essencial para a manutenção das proteínas codificadas no genoma humano, bem como outros compostos nitrogenados, os quais juntos formam um sistema dinâmico no corpo para a troca de nitrogênio com o ambiente. Esta quantidade de proteína a ser consumida faz parte de uma dieta adequada para alcançar as necessidades nutricionais de um indivíduo [1].

Atualmente a importância da proteína para atletas tem sido reconhecida, sendo considerada um componente chave para o sucesso atlético, porém seu consumo é bastante controverso na literatura. A eficácia do consumo elevado de suplementos proteicos e aminoácidos é questionável, indo além das questões relacionadas à saúde, já que este é um mercado que movimenta uma indústria bilionária [2].

## Objetivos

Determinar a importância do consumo de proteínas na prática esportiva. Demonstrar a utilização de diferentes tipos de proteínas e seus resultados na performance atlética.

## Metodologia

O trabalho é do tipo exploratório e descritivo. Utilizou-se o levantamento bibliográfico nas bases de dados Medline, Lilacs, Scielo, Science Direct, com utilização de periódicos e revistas indexados ao Index Medicus. O trabalho também é suportado por livros, diretrizes, recomendações e consensos.

## Metabolismo energético

Os carboidratos, proteínas e lipídeos são nutrientes capazes de fornecerem energia ao organismo depois de serem submetidos ao processo de digestão, já que não podem ser absorvidos em suas formas naturais através da mucosa gastrointestinal. A hidrólise é o processo básico da digestão, capaz de transformar moléculas complexas como polissacarídeos em monossacarídeos, com o auxílio de enzimas específicas que devolvem os íons hidrogênio e hidroxila aos polissacarídeos, separando assim, as moléculas menores. Na digestão das gorduras, o processo é semelhante, as enzimas específicas devolvem água aos triglicerídeos, clivando as moléculas de ácido graxo e glicerol. Já no caso das proteínas, são as enzimas proteolíticas que

hidratam as moléculas protéicas, desdobrando-as em seus aminoácidos constituintes [3].

## A proteína

A proteína é um polímero de elevado peso molecular, formada por complexos aminoácidos que podem estar ligados em formações peptídicas. Peptídeos quando conjugados, formam proteínas presentes na estrutura de todos os tecidos, formando anticorpos e enzimas, realizando atividades de coagulação e transporte e mediando quase todas as reações do organismo, como a contração muscular e o trofismo intestinal. Também são responsáveis por desempenharem importantes funções como atividade enzimática, hormonal, imunológica e transporte de substâncias [4].

As proteínas atuam diretamente na regulação da qualidade ácido básica dos líquidos corporais. A função de tamponamento é importante quando são formadas grandes quantidades de metabólitos ácidos durante uma atividade física intensa. Estas moléculas são essenciais também para a ação muscular. Actina e miosina são proteínas estruturais que deslizam uma na direção da outra quando o músculo se encurta e alonga durante o movimento. As estruturas corporais contêm proteínas que são substituídas por bases regulares, conferindo assim uma importância especial à ingestão regular e adequada de proteínas com a simples finalidade de substituir os aminoácidos que são degradados continuamente no processo de renovação, denominado turnover [5].

## Necessidades proteicas

O atleta possui uma demanda metabólica protéica elevada devido à necessidade de reparação de proteínas danificadas, síntese de novos tecidos, manutenção de vias metabólicas, das quais os aminoácidos são intermediários, além da hipertrofia, manter o sistema imunológico fortalecido e garantir um nível de proteínas plasmáticas ideal para funcionar em condições fisiológicas. Sendo assim o atleta possui uma demanda metabólica de proteínas maior que de um indivíduo sedentário, considerando a natureza do exercício, a autoregulação e os processos de utilização de proteína. Ao mesmo tempo os níveis ideais de proteína dietética não devem atingir níveis que promovam a produção excessiva de uréia, nem acima do necessário para repor a oxidação de aminoácidos para o funcionamento ótimo do organismo [6].

A recomendação de proteínas para a população comum segundo as DRI (Dietary Reference Intakes) considera o consumo de 0,8 g/kg/dia para indivíduos

adultos saudáveis, levando em consideração que os efeitos acarretados devido ao consumo elevado do nutriente são desconhecidos [7].

Considerando o balanço nitrogenado para adultos saudáveis a recomendação é de 105 a 132 mg/kg/dia de nitrogênio, sendo para isto necessário o consumo de 0,65 a 0,83 g/kg/dia de proteína de boa qualidade [8].

### Recomendação de proteínas para atletas

A recomendação protéica para atletas presente na literatura sugere alguns valores, sem no entanto apresentar algum consenso estabelecido. A Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte estabelece a ingestão de 1,6 a 1,7 g/kg a cada dia, para atletas com o objetivo de ganho de massa muscular. Já para os esportes com predomínio de resistência, deve-se calcular a oferta de 1,2 a 1,6 g/kg/dia, considerando que neste caso a proteína tem papel auxiliar no fornecimento de energia para a atividade [9].

A posição da *American Dietetic Association* recomenda um consumo protéico de 1,2 a 1,4 g/kg/dia para atletas de resistência e 1,2 a 1,7 g/kg/dia para atletas de força [10].

Em 2010, a *International Society of Sports Nutrition*, divulgou sua posição a respeito de recomendações para atletas. Segundo a instituição desde a última década, estudos demonstram a necessidade de consumo de proteínas para atletas, duas vezes maior que a recomendação para indivíduos sedentários, o que significa um consumo dietético de 1,5 a 2 g/kg/dia garantindo assim a manutenção do balanço nitrogenado. Para indivíduos envolvidos em programas gerais de fitness a indicação se mantém em 0,8 a 1 g/kg/dia, sendo que os indivíduos idosos podem se beneficiar com um maior consumo protéico, em torno de 1 a 1,2 g/kg/dia, prevenindo assim a sarcopenia. A recomendação para atletas envolvidos em atividades moderadas a intensas é de 1 a 1,5 g/kg/dia, enquanto aqueles com treinamento intenso têm indicação de consumir 1,5 a 2 g/kg/dia [11].

Um estudo da Universidade de Connecticut, realizado com corredores entre 22 a 29 anos constatou que a quantidade de proteína suficiente para não extrapolar os níveis de nitrogênio foi de 1,2 g/kg/dia. Sendo que, a medida que o consumo de proteínas aumentou, a oxidação protéica também aumenta e a oxidação de carboidratos diminui. Os resultados sugerem ainda não haver vantagens no consumo superior a 1,8 g/kg/dia, podendo esta ingestão dificultar o consumo adequado de carboidratos na dieta para a reposição muscular e de glicogênio [12].

### Suplementação proteica

Estudos indicam ainda bons resultados para a suplementação proteína combinada com carboidrato na prática esportiva, indicando uma recuperação mais rápida da função muscular em relação ao placebo [13], além de um menor tempo para a recuperação da ressíntese de glicogênio [14].

Foi realizado trabalho com quinze ciclistas, desde praticantes de atividade recreativa à atletas de elite, tendo sido divididos em dois grupos: um que recebia carboidrato mais proteína e outro que recebia apenas carboidrato. O primeiro grupo apresentou melhor recuperação para manter o mesmo desempenho e melhor esforço no contra relógio, no dia subsequente àqueles suplementados apenas com carboidratos. As taxas de oxidação de gordura ainda foram maiores no primeiro grupo e a fadiga menor em relação ao outro grupo [15].

O tipo de proteína consumida também pode estar associado ao desempenho atlético. A utilização da proteína da soja, assim como a do soro do leite melhora a incorporação de massa muscular em treinamento de resistência sem afetar os níveis de hormônios androgênicos [16]. Em contrapartida, Vliet, Burd e Loon, mostraram em 2015 que o consumo da proteína de soja resulta em menores taxas de síntese protéica muscular comparado à ingestão de soro do leite, leite ou carne. Além disso a resposta anabólica do músculo esquelético foi reduzida com a ingestão de proteína do trigo quando comparadas a ingestão de ovo ou proteína do soro do leite [17]. Em oposição, Haub *et al.* [18] não encontrou diferenças significativas de hipertrofia em idosos que consumiam proteína da soja ou da carne. Além disto, fatores dietéticos como o perfil de digestibilidade, a quantidade e os aminoácidos presentes, regulam o metabolismo de proteína pós-prandial, como observado em estudo realizado com indivíduos jovens e idosos [19].

Outra variável também avaliada na literatura é o tempo de consumo da proteína após a atividade física. O menor tempo de ingestão deste macronutriente após o treinamento de resistência pode ser importante para a síntese de proteínas e hipertrofia do músculo esquelético em indivíduos idosos [20]. Levenhangen *et al.* [21] realizaram um estudo com dez indivíduos, recebendo suplementação contendo 10 g de proteína, 8 g de carboidrato e 3 g de lipídeo; imediatamente após e 60, 120 e 180 min depois de um exercício moderado a intenso. Os indivíduos que receberam a suplementação imediata obtiveram uma utilização de glicose corporal 44% maior com relação ao outro grupo, a captação de glicose obtida

foi três vezes maior, além de uma síntese protéica 12% maior. O estudo suporta o impacto significativo dos nutrientes serem consumidos imediatamente após ao exercício.

### **Creatina**

Estudo realizado com 33 fisiculturistas, os quais receberam randomicamente: proteína do soro do leite e creatina monoidratada; segundo grupo recebeu proteína do soro do leite, creatina monoidratada e carboidrato; e o terceiro apenas carboidrato. Foram realizados testes de resistência e força. Observou-se o ganho de massa muscular em todos os grupos, porém o grupo que recebeu creatina monoidratada acrescida de carboidrato apresentou um ganho significativamente maior em relação ao grupo que recebeu carboidrato. Todos os grupos apresentaram melhores resultados nos exercícios de força, com exceção do grupo que recebeu apenas carboidrato [22]. Tarnopolsky *et al.* [23] demonstraram em 2007 que a suplementação de creatina monoidratada em idosos é segura e efetiva, não interferindo nos níveis de creatinina nem alterando testes de função hepática.

A suplementação protéica de creatina combinada ao treinamento de força amplifica o aumento das células satélite em fibras multinucleadas musculares esqueléticas, induzido pelo treinamento, permitindo um aumento da fibra muscular em resposta ao treinamento de força [24]. No entanto, quando comparada a suplementação entre creatina monoidratada e ester de etil de creatina, este último não foi efetivo para o aumento sérico e muscular dos níveis de creatina, nem pelo desenvolvimento da composição corporal, massa muscular, força e funcionalidade [25].

### **Proteína do soro do leite**

A suplementação com a proteína do soro do leite atenua a queda das taxas pós-prandiais de síntese protéica miofibrilar, que podem ser positivas na conservação da massa magra durante intervenções de perda de peso a longo prazo [26].

Já Cooke *et al.* [27], indicou uma melhor recuperação do dano muscular causado pelo exercício nos indivíduos suplementados com proteína do soro do leite, em relação àqueles que receberam carboidrato. Além disto, ocorre uma tendência ao aumento da força isocinética durante o período de recuperação, com o uso da suplementação protéica, tendo ocorrido também o aumento significativo da força de extensão dos joelhos neste grupo e os níveis plasmáticos de colesterol LDL tenderam à redução.

### **Glutamina**

A glutamina é um aminoácido produzido no músculo esquelético, fornecendo energia para a proliferação leucocitária [28]. A suplementação com a proteína pode melhorar a imunocompetência após atividade física extenuante, já que contribui para a diminuição de inflamações e benefícios à saúde associados a um bom treinamento [29].

Estudo realizado com dez voluntários do sexo masculino determinou primeiramente a massa muscular dos indivíduos, sendo em seguida realizados testes físicos com oferta de água ou duas doses diferentes de suplemento de alanina-glutamina. Foi observado que os participantes que ingeriram o suplemento aumentaram o tempo para sentir exaustão. Não foi observado nenhum efeito imunológico, inflamatório ou de resposta ao estresse oxidativo [30].

### **Arginina**

Burtsher *et al.* [31] avaliou os efeitos da suplementação prolongada com L-arginina e L-aspartato em respostas metabólicas e cardiovasculares ao exercício submáximo em atletas saudáveis. A L-arginina pode ter sido responsável pela diminuição da produção de ácido láctico pela inibição da glicólise enquanto o L-aspartato pode ter favorecido a oxidação de ácidos graxos.

A suplementação com L-arginina  $\alpha$ -cetogluturato não influencia a composição corporal e capacidade aeróbica, porém o produto parece ser seguro e bem tolerado, influenciando positivamente o número máximo de repetições em exercício de contra-resistência e o desempenho no pico de força [32].

### **Conclusão**

Os suplementos protéicos e de aminoácidos não são proibidos pela World Anti-Doping Agency (WADA). Conforme presente na lista proibida de 2016, são considerados doping, o uso de agentes anabolizantes; hormônios peptídeos, fatores de crescimento e substâncias relacionadas; beta-2 agonistas; hormônios antagonistas e moduladores; diuréticos e outros agentes mascarantes. São considerados métodos proibidos o aumento da transferência de oxigênio; manipulação química e física e o doping genético. São também substâncias proibidas em competições os estimulantes, narcóticos, canabinóides e glicocorticóides. São proibidos em esportes particulares o uso de álcool e beta-bloqueadores [33].

Mesmo não sendo considerado doping, a suplementação protéica deve ser realizada com cautela. A oferta protéica para atletas através da alimentação

tem valores maiores com relação às recomendações para a população comum. Apesar da falta de consenso na literatura, não foram encontrados estudos que indiquem o consumo superior a 2 g/kg de proteína, independente da atividade física ou de sua intensidade. São variáveis que também devem ser levadas em consideração, o consumo concomitante ao carboidrato, o qual apresenta melhores resultados; o tipo de proteína consumida, sendo a dieta onívora mais favorável ao melhor aproveitamento da proteína; além do momento para a ingestão do macronutriente, considerando que após a atividade física seu aproveitamento pelo organismo é favorecido.

Foram encontrados efeitos benéficos na suplementação com creatina, proteína do soro do leite, glutamina e arginina, sendo os resultados fisiológicos diferentes para o consumo de cada um dos produtos. Sendo assim, é necessário estabelecer previamente o objetivo da suplementação, a modalidade esportiva e intensidade de treinamento para melhor determinar qual destes será utilizado e qual será o acréscimo protéico em relação ao plano alimentar oferecido, garantindo assim os benefícios da intervenção alimentar.

## Referências

1. World Health Organization. Protein and amino acid requirements in human nutrition. WHO Technical report series. Geneva, Switzerland; 2002.
2. Tripton KD, Wolfe RR. Protein and amino acids for athletes. *J Sports Sci* 2004;22:65-79.
3. Guyton AC. Tratado de Fisiologia Médica. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1997. p. 633-636.
4. Waitzberg DL, Logullo P. Proteínas. In: Waitzberg DL. Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica. 3 ed. São Paulo: Atheneu; 2006. p.35-54.
5. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Exercise physiology: energy, nutrition, and human performance. 4 ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1996. p.23-31.
6. Phillips SM, Moore DR, Tang JE. A critical examination of dietary protein requirements, benefits, and excesses in athletes. *Int J Sports Nutr Exerc Metabol* 2007;17:58-76.
7. Institute of Medicine's Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty Acids, cholesterol, protein, and amino acids. 2002-2005. [citado 2011 jul 4]. Disponível em URL: <http://www.iom.edu/Global/News%20Announcements/-/media/C5CD2DD7840544979A-549EC47E56A02B.ashx>.
8. Raand WM, Pellett PL, Young VR. Meta analysis of nitrogen balance studies for estimating protein requirements in health adults. *Am J Clin Nutr* 2003;77: 109-27.
9. Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. *Rev Bras Med Esporte* 2009;15(3):43-56.
10. American Dietetic Association and American College of Sports Medicine. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. *J Am Diet Assoc* 2009;109(12):509-27.
11. Kreider R B, Wilborn CD, Taylor L, Campbell B, Almada AL, Collins R et al. Exercise and sport nutrition review: research and recommendations. *J Int Soc Sports Nut* 2010;7(7):1-7.
12. Gaine PC, Pasiakos SM, Martin WF, Sharma CS, Pikosky MA, Bolster DR, Bennet BT, Rodriguez NR. Level of dietary protein impacts whole body protein turnover in trained males at rest. *Metab Clin Experimental* 2006;55:501-7.
13. Blacker DS. Williams NC, Fallowfield JL, Blizon JLJ, Willems MET. Carbohydrate vs. protein supplementation for recovery of neuromuscular function following prolonged load carriage. *J Int Soc Sports Nut* 2010;7(2).
14. Tarnopolsky MA, Bosman M, Macdonald JR, Vandeputte D, Martin J, Roy BD. Post-exercises protein-carbohydrate and carbohydrate supplements increase muscle glycogen in men and women. *J Appl Physiol* 1997;83(6):1883-7.
15. Berardi JM, Noreen EE, Lemon PWR. Recovery from a cycling time trial is enhanced with carbohydrate-protein supplementation vs. isoenergetic carbohydrate supplementation. *J Int Soc Sports Nut* 2008;5(24).
16. Kalman D, Feldman S, Martinez M, Krieger DR, Tallon MJ. Effect of protein source and resistance training on body composition and sex hormones. *J Int Soc Sports Nut* 2007;4(4).
17. Vliet SV, Burd NA, Loon LJC. The skeletal muscle anabolic response to plant- versus animal-based protein consumption. *J Nutr* 2015;145:1981-91.
18. Haub MD, Wells AM, Tarnopolsky MA, Campbell WW. Effect of protein source on resistive-training-induced changes in body composition and muscle size in older men. *Am J Clin Nutr* 2002;76(3):511-7.
19. Danguin M, Boirie Y, Guillet C, Beaufrère B. Influence of the protein digestion rate on protein turnover in young and elderly subjects. *The J Nutr* 2002;132:3228S-33S.
20. Esmark B, Andersen JL, Richter AE, Mizuno M, Mjaer M. Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. *J Physiol* 2001;535(1):301-11.
21. Levenhagen DK, Gresham JD, Carlson JD, Maron DJ, Borel MJ, Flakoll DJ. Postexercise nutrient intake timing in humans is critical to recovery of leg glucose and protein homeostasis. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2001;280:982-93.
22. Cribb PJ, Williams AD, Startis CG, Carey MF, Heyes A. Effects of whey isolate, creatine, and resistance training on muscle hypertrophy. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(2):298-307.

23. Tarnopolsky M, Zimmer A, Paikin J, Safdar A, Aboud A, Pearce E, Roy B, Dohert D. Creatine monohydrate and conjugated linoleic acid improve strength and body composition following resistance exercise in older adults. *Plos Hub Clinical Trials* 2007;2(10).
24. Olsen S, Aagaard P, Kadi F, Tufekovic G, Verney J, Olesen JL, Suetta C, Kjaer M. Creatine supplementation augments the increase in satellite cell and myonuclei number in human skeletal muscle induced by strength training. *J Physiol* 2006;573(2):525-34.
25. Spillane M, Schoch R, Cooke M, Harvey T, Greenwood M, Kreider R, Willoughby DS. The effects of creatine ethyl ester supplementation combined with heavy resistance training on body composition, muscle performance, and serum and muscle creatine levels. *J Int Sports Nutr* 2009;6(6).
26. Hector AJ, Marcotte GR, Churchward-Venne TA, Murphy CH, Breen L, Allmen MV, Baker SK, Phillips SM. Whey protein supplementation preserves postprandial myofibrillar protein synthesis during short-term energy restriction in overweight and obese adults. *J Nutr* 2015;145(2):246-52.
27. Cooke MB, Rybalka E, Starthis CG, Cribb PJ, Hayes A. Whey protein isolate attenuates strength decline after eccentrically-induced muscle damage in healthy individuals. *J Int Soc Sports Nut* 2010;7(30).
28. Gleeson M. Dosing and efficacy of glutamine supplementation in human exercise and sport training. *The J Nutr* 2008;138(10):2045S-9S.
29. Agostini F, Biolo G. Effect of physical activity on glutamine metabolism. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2010;13(1):58-64.
30. Hoffman JR, Ratamess NA, Kang J, Rashti S, Kelly N, Gonzalez AM, Stec M, Anderson S, Bailey BL, Yamamoto LM, Hom LL, Kupchak BR, Faigenbaum AD, Maresh CM. Examination of the efficacy of acute L-alanyl-L-glutamine ingestion during hydration stress in endurance exercise. *J Int Soc Sports Nutr* 2010;7(8).
31. Burtscher M, Brunner F, Faulhaber M, Hotter B, Likar R. The prolonged intake of L-arginine and L-aspartate reduces blood lactate accumulation and oxidation consumption during submaximal exercise. *J Sports Sci Medicine* 2005;4:314-322.
32. Campbell B, Roberts M, Kerksick C, Wilborn C, Marcello B, Taylor L, Leutholtz B, Bowden R, Rasmussen C, Greenwood M, Kreider R. Pharmacokinetics, safety, and effects on exercise performance of L-arginine  $\alpha$ -ketoglutarate in trained adult men. *J Nutr* 2006;22(9):872-81.
33. World Anti-Doping Agency. Prohibited List 2016 [citado 2016 jan 06]. Disponível em URL: <https://wada-main-prod.s3.amazonaws.com/resources/files/wada-2016-prohibited-list-en.pdf>