

# Controle da carga de treinamento no basquetebol através da ureia: uma revisão narrativa da literatura

Control of training load in basketball using urea: a narrative review of the literature

Adriano Vretaros 

Vila Bela, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: avretaros@gmail.com

**Resumo:** Introdução: Controlar adequadamente as cargas de treinamento é parte fundamental do complexo processo de preparação física para que se consiga atingir a desejada otimização no desempenho. Portanto, o objetivo deste estudo é discutir sobre o controle das cargas de treinamento no basquetebol através da ureia por meio de uma revisão narrativa da literatura. Revisão: Nas cinco bases de dados científicas consultadas (Google Scholar, Scielo, PubMed, LILACS e MEDLINE) foram encontradas 33 publicações sobre o uso da ureia como marcador biológico no controle das cargas de treinamento e, 05 livros texto sobre teoria do treinamento desportivo. Discussão: A ureia permite identificar o catabolismo proteico durante o exercício, servindo como marcador bioquímico das cargas de treinamento. Esse controle sistemático das cargas de treinamento se for bem efetuado, conduz a uma distribuição racional dos estímulos, proporciona um equilíbrio entre fadiga e recuperação, otimizando o rendimento atlético. Porém, as pesquisas que analisaram a ureia no basquetebol empregaram protocolos de intervenção, marcadores biológicos e unidades de medida distintos, com jogadores de variadas categorias, dificultando comparações aprofundadas entre estudos. Nesta perspectiva, entre os marcadores biológicos analisados conjuntamente com a ureia, somente alguns indicadores hormonais e bioquímicos possibilitam traçar correlações para entender a cinética da ureia. Em adição, devido a complexidade comportamental da ureia no exercício e sua respectiva excreção, seria interessante um acompanhamento longitudinal da mesma. Considerações Finais: Existe uma escassez de pesquisas utilizando a ureia no controle das cargas de treinamento voltadas aos basquetebolistas, necessitando com isso, de mais investigações sobre esta temática. Por último, devido a falta de diretrizes no uso da ureia para monitoramento das cargas no basquetebol, são feitas determinadas recomendações práticas.

**Palavras-chave:** basquetebol, ureia, exercício físico, carga de trabalho, fadiga.

**Abstract:** Introduction: Properly controlling training loads is a fundamental part of the complex physical preparation process in order to achieve the desired performance optimization. Therefore, the objective of this study is to discuss the control of training loads in basketball through urea through a narrative review of the literature. Review: In the five scientific databases consulted (Google Scholar, Scielo, PubMed, LILACS and MEDLINE) 33 publications on the use of urea as a biological marker in the control of training loads and 05 textbooks on sport training theory were found. Discussion: Urea allows the identification of protein catabolism during exercise, serving as a biochemical marker of training loads. This systematic control of training loads, if properly performed, leads to a rational distribution of stimuli, provides a balance between fatigue and recovery, optimizing athletic performance. However, studies that analyzed urea in basketball used different intervention protocols, biological parameters and measurement units, with players from different categories, making it difficult to make in-depth comparisons between studies. In this perspective, among the biological markers analyzed together with urea, only some hormonal and biochemical indicators make it possible to trace correlations to understand the kinetics of urea. In addition, due to the behavioral complexity of urea during exercise and its respective excretion, a longitudinal follow-up of urea would be interesting. Final Considerations: There is a lack of research using urea in the control of training loads aimed at basketball players, requiring further investigations on this topic. Finally, due to the lack of guidelines on the use of urea for monitoring loads in basketball, certain practical recommendations are made.

**Keywords:** basketball, urea, exercise, workload, fatigue.

## Introdução

O basquetebol é um esporte intermitente de invasão territorial que solicita de ações motoras específicas de alta intensidade nos metabolismos anaeróbico e aeróbico. No aspecto físico, o jogador de basquetebol que

almeja sucesso na modalidade deve apresentar uma elevada proficiência nas várias capacidades biomotoras requeridas (Petway et al., 2020; Kocahan et al., 2021; Vretaros, 2021).

As ininterruptas sessões de treinamento e o número grande de jogos durante a temporada geram um impacto fisiológico substancial no organismo dos jogadores de basquetebol. É preciso dedicar um tempo considerável para interpretar estas respostas a fim de realizar a prescrição do treinamento com maior segurança, evitando a fadiga acumulada e queda no rendimento (Calleja-González & Terrados, 2009; Landör et al., 2013; Kocahan et al., 2021).

Sendo assim, o complexo processo de preparação física precisa de um planejamento, estruturação e organização das cargas impostas para atingir a evolução dos atletas. Um dos aspectos importantes neste arcabouço é a avaliação dos efeitos do treinamento. Através de instrumentos de controle válidos, reproduzíveis e fidedignos será possível revelar as adaptações agudas e crônicas que ocorrem no organismo dos jogadores e realizar ajustes pontuais nos diferentes estímulos de treinamento (Borin et al., 2007; Piedra et al., 2021).

A carga de treinamento é dividida em externa e interna. A carga externa corresponde ao estímulo de treinamento prescrito como o volume, intensidade, densidade, frequência e a complexidade das tarefas. Em contraste, temos a carga interna que são as respostas psicofisiológicas frente à carga externa manipulada. A carga interna tem uma subdivisão bem documentada na literatura: objetiva (variáveis fisiológicas) e subjetiva (respostas perceptivas) (Piedra et al., 2021; Vretaros, 2021).

No tocante a carga interna objetiva, encontram-se os marcadores biológicos. O comportamento destes marcadores é dependente do tipo, intensidade, duração do exercício, assim como o status nutricional e, o uso ou não de suplementos alimentares (Gencer et al., 2018).

A busca contínua do rendimento atlético está relacionada a um risco no equilíbrio entre o estímulo da carga de treinamento, a competição e sua respectiva recuperação, que pode induzir a efeitos adversos indesejados como o sobre-treinamento (Cunha et al., 2006). Diante desse fato, monitorar e controlar a dinâmica dos marcadores biológicos ao longo do processo de treinamento é atividade fundamental para verificar as respostas específicas decorrentes dos estímulos de treinamento e, ao mesmo tempo, analisar a qualidade da recuperação dos atletas (Landör et al., 2013).

Os marcadores biológicos são classificados em metabólicos (lactato sanguíneo, glicose, etc), hormonais (cortisol, testosterona, razão testosterona/cortisol, hormônio do crescimento, aldosterona, etc), inflamatórios (interleucina, imunoglobulinas, fator de necrose tumoral alfa, etc), bioquímicos (ureia, creatina quinase, lactatodesidrogenase, creatinina, etc), hematológicos (mioglobina, hemoglobina, hematócrito, etc), minerais (ferro, magnésio, cálcio, potássio, sódio, etc), entre outros (Virus & Virus, 2003; Calleja-González & Terrados, 2009; Çinar et al., 2013; Kilic et al., 2019; Kocahan et al., 2021).

A ureia é um marcador bioquímico derivado do produto final entre o metabolismo do nitrogênio e dos aminoácidos (Fouillet et al., 2008). Na prática clínica, a ureia e a creatinina são usadas como indicadores da função renal (Kilic et al., 2019). No esporte competitivo, a ureia é uma variável da carga interna objetiva que tem correlação com o volume e intensidade do treinamento (Calleja-González & Terrados, 2009; Cunha et al., 2006; Kilic et al., 2019; Oliveira & Santos, 2021).

O exercício costuma provocar degradação das proteínas no organismo. Desse modo, acaba ocasionando uma elevação na eliminação de nitrogênio na urina. A ureia sofre um aumento de produção no plasma sanguíneo, suor e, também na urina (Virus & Virus, 2003; Wolfe, 2000; Huang et al., 2002). Toda essa dinâmica fisiológica gera catabolismo, que no período de recuperação ótima será convertida em anabolismo (Virus & Virus, 2003).

Contudo, ainda persistem incertezas em relação ao comportamento da ureia como marcador bioquímico para auxiliar na prescrição e ajustes das cargas de treinamento. Entre as inúmeras dúvidas estariam questões envolvendo quais as principais vias de coleta das amostras de ureia, momentos específicos de recolha, marcadores biológicos que auxiliariam na interpretação e, fatores que geram interferência na sua cinética. Portanto, o objetivo deste estudo é discutir sobre controle da carga de treinamento no basquetebol através da ureia por meio de uma revisão narrativa da literatura.

## Revisão

Esta investigação se enquadra como revisão narrativa de literatura, pois engloba um processo formal sistematizado de seleção e coleta do material científico publicado acerca de uma temática pré-estabelecida. Este conteúdo elegido sofre análise de sua potencial contribuição dentro de uma narrativa crítica reflexiva dos componentes quantitativos e qualitativos de forma estruturada (Grant & Booth, 2009).

Durante a confecção do texto, cinco bases de dados científicos (*Google Scholar*, Scielo, PubMed, LILACS e MEDLINE) foram consultadas nos idiomas inglês, português e/ou espanhol para encontrar artigos que discutissem sobre a temática cargas de treinamento, ureia e, marcadores biológicos envolvendo o basquetebol, assim como esportes coletivos e individuais. A busca booleana por palavras empregou os seguintes termos-chave: “ureia”, “ureia AND basquetebol”, “ureia AND controle das cargas”, “urea”, “training loads AND basketball”, “urea AND baloncesto”, “urea AND workloads”, “demanda fisiológica AND basquetebol”, “physiological demand AND basketball”, “physiological demand AND basketball”, “urea AND team sports”, “urea AND esportes coletivos”, “urea AND deportes colectivos”, “urea AND marcadores biológicos”, “urea AND exercise”, “ureia AND exercício”, “urea AND ejercicio”, “urea AND biological markers”, “urea AND marcadores biológicos”, “marcadores biológicos AND cargas de treinamento”, “biological markers AND training loads”, “marcadores biológicos AND cargas de entrenamiento”, “balanço nitrogenado”, “nitrogen balance”, “ureia AND recuperação”, “urea AND recuperación”, “urea AND recovery”.

Foram adotados critérios de inclusão e exclusão dos textos para que a qualidade da investigação atinja um rigor e robustez acadêmica satisfatória.

O critérios de inclusão definidos foram: a)- leitura do título do artigo, b)- leitura do resumo, c)- leitura do artigo completo, d)- artigo que discutisse sobre ureia no controle das cargas, e)- artigo que abordasse sobre controle das cargas no basquetebol, f)- artigo que comentasse acerca da ureia no basquetebol, g)- artigo envolvendo a ureia e esportes coletivos, h)- artigo que comentasse sobre a ureia e esportes individuais, i)- artigo que discorresse sobre as respostas fisiológicas da ureia no exercício.

Entre os critérios de exclusão estipulados estariam artigos que não exibissem acesso ao texto integral, artigos duplicados, artigos que não contribuíssem com a temática investigada.

Na construção final da pesquisa, foram elegíveis um total de 33 artigos publicados entre os anos de 1993 até 2021, 05 livros textos no campo da teoria do treinamento desportivo e, 1 artigo que aborda metodologia da pesquisa científica.

### **Cargas de treinamento no basquetebol**

O monitoramento sistemático correto das cargas de treinamento é uma necessidade imperativa para o preparador físico contemporâneo conseguir deixar seus jogadores de basquetebol em estado de prontidão, ou seja, em condições favoráveis de apresentar um bom rendimento atlético e, com baixo risco de lesões (Piedra et al., 2021; Vretaros, 2021).

O incremento na condição física dos atletas pode ser obtido ao se promover um equilíbrio sensível e devidamente ajustado das cargas de treinamento com a sua recuperação, diante da presença constante da fadiga (Virus & Virus, 2003; Arruda et al., 2013).

Pode-se definir carga como algum agente estressor que exerce reações funcionais no sistema orgânico do atleta a uma determinada frequência, duração e intensidade. A carga pode ser de origem física, psicológica ou química (Vretaros, 2021).

A carga física sofre uma divisão em carga externa (prescrita) e carga interna (respostas psicofisiológicas). Neste ponto, a manipulação da qualidade e quantidade das tarefas no programa de treinamento relaciona-se diretamente com a carga externa. Por outro lado, as respostas psicofisiológicas da carga interna são influenciadas pelo histórico de treinamento, nível de condicionamento físico e potencial genético do atleta (Nakamura et al., 2010).

A carga externa prescrita precisa ser planejada de forma racional e lógica num determinado modelo de periodização. Entre as variáveis mais empregadas como parâmetro de carga externa prescrita seriam o volume, a intensidade, frequência, densidade e, complexidade das tarefas (Vretaros, 2021). Na carga externa mecânica de movimentação multidirecional específica dos jogadores, mensurada através de acelerômetros triaxiais, podem ser mencionados a frequência e a intensidade das tarefas como a distância total percorrida, acelerações, desacelerações, mudanças de direções, deslocamentos laterais, saltos, entre outros aspectos (Aoki et al., 2017; Stojanović et al., 2018; Piedra et al., 2021).

Referente a carga interna objetiva, o monitoramento da frequência cardíaca, concentração de lactato sanguíneo, testosterona, cortisol, razão testosterona/cortisol, ureia, creatina quinase, lactatodesidrogenase e, outros dados fisiológicos atendem aos objetivos de prescrição do treinamento (Calleja-González & Terrados, 2009; Vretaros, 2021). A carga interna subjetiva, relacionada a resposta perceptiva, é mensurada através de questionários validados cientificamente, tais como a escala de percepção de esforço, questionário de bem-estar, questionário de qualidade da recuperação, escala de dor percebida, etc (Piedra et al., 2021; Vretaros, 2021).

O caráter, grandeza, e a orientação das cargas é que determinam a velocidade das reconstruções adaptativas responsáveis pela eficiência dos sistemas funcionais no organismo dos atletas (Platonov, 2008).

Normalmente, as cargas de trabalho são organizadas em forma de ciclos de treinamento, que devem ser adequadas ao nível de maturação biológica dos jogadores, métodos de treinamento aplicados e sistema de competição (Borin et al., 2007). Em adição, no basquetebol as cargas sofrem modulações variativas no número de sessões de treinamento, duração e, estímulos fisiológicos de acordo com a categoria dos atletas, a saber: elite, subelite ou formativos (Piedra et al., 2021).

Progredir cargas de treinamento no decurso de um programa estruturado faz parte do processo de construção da forma física dos atletas. As cargas aplicadas têm um classificação em cargas de ganho (estimulantes), manutenção (estabilizadoras) e de destreinamento (regenerativas). Com a evolução gradual no treinamento, o organismo do atleta se adapta fisiologicamente a carga estimulante e, a mesma se torna carga de estabilização. Desse modo, a carga preliminar de estabilização se converte em carga regenerativa (Bompa & Haff, 2012).

Uma questão valiosa no arcabouço de controle das cargas que necessita de correção urgente é que os atletas de esportes coletivos como o basquetebol, costumam cumprir rotinas de treinamento uniformes, quase homogêneas, carecendo de uma maior individualização das cargas de trabalho (Marcelino et al., 2013). Nesta linha de raciocínio, Jukić et al. (2020) reportam que a otimização do rendimento físico em esportes coletivos deve respeitar o ajuste individualizado das cargas de treinamento para evitar que o fenômeno da heterocronicidade da forma física impacte negativamente nas respostas fisiológicas orgânicas. Tal fenômeno advoga que durante a temporada competitiva cada jogador apresenta um comportamento particular na sua forma física que se distingue da dinâmica grupal da equipe. Parece existir uma correlação entre a responsividade biológica dos atletas ser maior ou menor diante das diversas capacidades biomotoras que são estimuladas. Se houver a individualização das cargas aplicadas, essa variabilidade individual dos jogadores tende a minimizar e, se obtêm um desenvolvimento mais similar da forma física da equipe, facilitando a atividade operacional para esclarecimento dos níveis de prontidão e a busca contínua por resultados nas competições.

O controle da carga de treinamento dos jogadores de basquetebol é uma necessidade crucial no universo do esporte competitivo. Entre os objetivos deste monitoramento estão: 1)- obtenção de informação útil dos efeitos fisiológicos adaptativos das cargas, 2)- realizar ajustes precisos nas cargas de trabalho durante as sessões de treinamento, e 3)- conhecer as respostas orgânicas individuais e coletivas da equipe (Viru & Viru, 2003). Somando-se a isto, se consegue um diagnóstico do comportamento da fadiga para que as estratégias recuperativas sejam melhor gerenciadas (Marcelino et al., 2013).

Uma temporada longa vinculada a um volume considerável de participações em jogos dificulta o controle e a distribuição das cargas no basquetebol. É preciso buscar estratégias pedagógicas inteligentes para que as cargas dosadas não interfiram nos resultados concretos das partidas. Neste aspecto, o fator-chave decisivo consiste em classificar o grau de dificuldade de cada jogo por meio de indicadores funcionais, para que nas semanas de jogos com baixa dificuldade as cargas possam ser estimuladas de forma moderada à alta sem prejuízo no desempenho. Portanto, dessa forma, o planejamento racional das cargas nos microciclos pode favorecer os processos fisiológicos adaptativos que potencializam o desenvolvimento das capacidades biomotoras (Arruda et al., 2013).

Nesta equação intrincada que é o controle das cargas de treinamento, o marcador bioquímico ureia emerge como um instrumento que permite avaliar o estresse interno do jogador de basquetebol provocado pelas regulares sessões de treinamento e\ou partidas frequentes (Calleja et al., 2008a; Calleja-González & Terrados, 2009).

O catabolismo orgânico pode ser identificado através do monitoramento da ureia. Conhecendo os reais efeitos proporcionados pela carga externa no organismo dos atletas pode-se gerenciar melhor a magnitude dos estímulos de treinamento e, ao mesmo tempo verificar o estado de recuperação (Viru & Viru, 2003; Calleja et al., 2008b; Landõr et al., 2013). Outro ponto relevante para o controle da ureia é poder determinar os efeitos fisiológicos das competições e, com isso organizar de forma prudente o sistema de preparação dentro dos limites de tolerância ao estresse psicobiológico (Marcelino et al., 2013; Gencer et al., 2018).

### **Cinética da ureia no exercício**

A fórmula química do composto orgânico ureia é  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  (Carraro et al., 1993). A ureia apresenta um baixo peso molecular (Oliveira & Santos, 2021). O produto final da degradação do metabolismo do nitrogênio

e das proteínas é a ureia (Fouillet et al., 2008). Essa sintetização da ureia é feita pelo fígado (Lam et al., 2017; Oliveira & Santos, 2021).

Na prática clínica, a ureia juntamente com a creatinina é usada como marcador da função renal e, permite diagnosticar algumas doenças como a rabdomiólise (Toledo et al., 2009; Kilic et al., 2019; Oliveira & Santos, 2021). No ambiente esportivo, medir a concentração de ureia permitirá entender a resposta orgânica dos atletas diante das cargas de trabalho e, também serve como indicador de sobre-treinamento (Hoffman et al., 1999; Cunha et al., 2006; Calleja-González & Terrados, 2009; Kocahan et al., 2021).

As características do exercício interferem no comportamento da ureia plasmática (Cunha et al., 2006; Kilic et al., 2019; Oliveira & Santos, 2021). A oxidação dos aminoácidos em exercícios de curta duração e alta intensidade, assim como exercícios prolongados, induzem a um incremento na produção de ureia. Essa elevação na concentração de ureia durante o exercício é verificada no sangue, fígado, sistema musculoesquelético, urina, saliva e suor. A ureia permite uma análise dos resíduos de nitrogênio. A ureia nitrogenada é mensurada de forma mais acurada através de isótopos marcadores para quantificação dos seus níveis sanguíneos, evitando com isso a necessidade de coletar outros tipos de excreção. A hidrólise da ureia nitrogenada ocorre no intestino na forma da reabsorção de amônia, no qual pode ocorrer a reincorporação no organismo como aminoácidos por ação dos hepatócitos (Carraro et al., 1993; Viru & Viru, 2003; Pacobahyba et al., 2012; Lam et al., 2017; Soni et al., 2018).

Quando o comportamento da ureia é comparado em exercícios anaeróbicos e aeróbicos, evidências demonstram que no metabolismo anaeróbico glicolítico a ureia é inibida na presença de altos níveis do lactato sanguíneo. Desse modo, talvez a ureia sirva como marcador bioquímico mais eficiente em tarefas que requerem o metabolismo aeróbico (Viru & Viru, 2003).

Uma redução nos níveis de ureia no plasma sanguíneo sugere menor concentração de amônia. O metabólito amônia é prejudicial aos músculos e cérebro, sendo responsável pelo surgimento da fadiga periférica e central (Pacobahyba et al., 2012).

A cinética elevada da ureia é um forte indicativo de ambiente catabólico predominante no organismo (Calleja-González et al., 2007; Pacobahyba et al., 2012). O hormônio cortisol promove uma elevação na taxa de desaminação dos aminoácidos e, esta é expressa por meio do ciclo da ureia. Este ciclo da ureia acontece nas mitocôndrias hepáticas (Pacobahyba et al., 2012). Os hormônios que regulam as enzimas do ciclo da ureia no fígado são o glucagon, glicocorticóides, e o hormônio do crescimento (Lam et al., 2017). Inicialmente, a ureia circula na corrente sanguínea (ureia sérica) e tem sua excreção pelo suor e urina (Carraro et al., 1993; Pacobahyba et al., 2012).

Existe uma perda de metabólitos do nitrogênio no suor (ureia, amônia e ácido úrico), principalmente em situação de exercício onde a temperatura ambiental é elevada (Wolfe, 2000; Huang et al., 2002). A ureia eliminada pelo suor apresenta valores sempre superiores ao do plasma sanguíneo. Em jogadores de tênis seniors, os níveis de ureia no suor após um jogo com duração de uma hora e meia foram o equivalente a 3.9 vezes ao da ureia sérica (Huang et al., 2002). Entretanto, vale recordar que os atletas precisam estar sempre hidratados na prática do exercício, pois no estado de desidratação aproximadamente 70% da ureia sofre reabsorção pelos rins (Oliveira & Santos, 2021). Se porventura houver uma retenção renal na eliminação da ureia devido ao processo de desidratação, isto ocasionaria um aumento de ureia no plasma sanguíneo (Viru & Viru, 2003).

O hormônio testosterona provoca um efeito anti-catabólico, regulando a disponibilidade e reutilização dos aminoácidos com a função de acúmulo da proteína muscular. Entre os efeitos anabólicos da testosterona destacam-se o aumento na massa muscular e os ganhos de força. Neste sentido, foi demonstrado que a suplementação de testosterona (100mg/dia) por duas semanas em indivíduos com hipogonadismo suprimiu o ciclo da ureia em 21.5% (Lam et al., 2017). Numa pesquisa com jogadores de futebol, o treinamento de força periodizado por doze semanas assegurou uma elevação na concentração de testosterona sérica e diminuição significativa na produção de ureia (Pacobahyba et al., 2012).

O estado anabólico ou catabólico do organismo tem um encadeamento direto com o balanço nitrogenado ser positivo ou negativo. No balanço nitrogenado positivo, a síntese de proteínas alimentares em aminoácidos é predominante sobre as reações de degradação tecidual, ou seja, ocorre o anabolismo. Nesta situação, a ingestão e acúmulo do nitrogênio é mais elevada do que a excreção. No caso do balanço nitrogenado negativo, a degradação protéica e sua eliminação são maiores, resultando num estado corporal catabólico (Rolim, 2007; Souza & Cesar, 2016).

Essas reações bioquímicas no metabolismo protéico durante a prescrição do treinamento são dependentes da intensidade, duração e frequência dos exercícios, assim como da qualidade e quantidade da dieta. Desse

modo, a suplementação de proteína para ser efetiva deve ser executada antes e após o término da sessão de treinamento (Wolfe, 2000; Rolim, 2007; Souza & Cesar, 2016).

As proteínas desempenham um papel fundamental durante e após o processo de treinamento. Entre as funções das proteínas no exercício se encontram a renovação das estruturas proteicas celulares responsáveis pela contração muscular, assim como a síntese e secreção de hormônios que desencadeiam ações das proteínas enzimáticas que catalizam as vias metabólicas (Virus & Virus, 2003).

Partindo do princípio de que a degradação e a síntese de aminoácidos se elevam com o exercício, seria preciso que os atletas tivessem um aporte na ingestão de proteína adequado para suprir as suas reais necessidades energéticas (Wolfe, 2000). Então, de acordo com Rolim (2007), se quisermos buscar o processo anabólico, a ingestão de proteínas deve ser superior a recomendação diária dos indivíduos não-atletas.

Sobre este aspecto, uma dieta hiperproteica elevou a produção da ureia na situação de pós-exercício no cicloergômetro a uma intensidade de 40-50% do consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>máx) quando comparado a uma dieta normal de proteínas (Forsslund et al., 1999). Em estudo com animais, a suplementação de proteína associada aos exercícios físicos gerou maiores níveis de ureia (Oliveira & Santos, 2021). O elemento-chave na ingestão de proteínas e a hidrólise da ureia seria a qualidade da proteína que se ingere. A proteína de origem vegetal costuma gerar maior produção e subsequente eliminação de ureia, quando comparada a uma dieta com uso de proteína animal. Em adição, pode-se especular que o nitrogênio da refeição tem uma contribuição maior na produção da ureia do que na sua própria eliminação (Fouillet et al., 2008).

A ingestão de carboidratos induz a uma retenção de nitrogênio devido ao seu efeito anabólico no metabolismo dos aminoácidos (Forsslund et al., 1999). Nesta perspectiva, o treinamento de força em conjunto com uma suplementação de proteína e carboidrato durante dois meses acarretou em balanço nitrogenado positivo (Rolim, 2007).

Existe uma ordem de importância para coleta e análise da ureia, assim disposta: sangue (venoso, arterial ou capilar), urina, saliva e, por último, suor. Em adição, também seria necessário conhecer toda a trajetória da via metabólica envolvida na ureia, incluindo o processo de síntese e degradação das proteínas e, o ritmo de excreção do organismo através dos diferentes líquidos corporais (sangue, urina, saliva e\ou suor) para gerar uma interpretação mais fidedigna (Virus & Virus, 2003).

### **Estudos sobre a ureia no basquetebol**

No controle das cargas de treinamento, o uso de marcadores biológicos para entender as respostas fisiológicas dos jogadores de basquetebol frente aos estímulos impostos é uma necessidade real para os profissionais que fazem parte da comissão técnica. Com base nos dados obtidos se consegue analisar com maior profundidade e clareza como o organismo dos atletas se comporta diante das cargas nas sessões de treinamento e competições (Calleja-González & Terrados, 2009).

Estudos sobre a ureia como marcador bioquímico no basquetebol são escassos na literatura. Numa varredura bibliográfica das publicações científicas, foram encontradas sete pesquisas específicas que discutem acerca da cinética da ureia em jogadores de basquetebol (Hoffman et al., 1999; Calleja-González et al., 2007; Landör et al., 2013; Cengizhan, 2015; Gencer et al., 2018; Brajović et al., 2021; Kocahan et al., 2021). Baseado nestes estudos, iremos discutir acerca do comportamento da ureia no basquetebol e sua relação com as cargas de treinamento.

Deste total de pesquisas, as amostras envolveram jogadores de basquetebol oriundos de diferentes categorias. Três estudos foram realizados com jogadores profissionais (Hoffman et al., 1999; Landör et al., 2013; Brajović et al., 2021) e, outras três pesquisas, com jogadores formativos (Calleja-González et al., 2007; Kocahan et al., 2021). Somente uma pesquisa investigou jogadores universitários de basquetebol (Gencer et al., 2018).

A duração das intervenções nos estudos apresentou alternâncias de tempo diferentes. Cinco pesquisas foram realizadas através de abordagens crônicas (Hoffman et al., 1999; Landör et al., 2013; Cengizhan, 2015; Gencer et al., 2018; Kocahan et al., 2021). Estes períodos crônicos variaram entre doze dias de jogos congestionados (Gencer et al., 2018) até um intervalo mais prolongado de um macrociclo anual (Landör et al., 2013). Apenas duas intervenções empregaram abordagens agudas, que consistiram numa partida oficial (Calleja-González et al., 2007) e, uma sessão de treinamento físico (Brajović et al., 2021), respectivamente.

Em relação as formas de coleta da ureia nas pesquisas, em seis estudos a via sanguínea foi mais utilizada (Hoffman et al., 1999; Calleja-González et al., 2007; Landör et al., 2013; Cengizhan, 2015; Gencer et al., 2018; Kocahan et al., 2021) e, em uma única pesquisa, foi adotado a coleta através da saliva (Brajović et al., 2021).

A unidade de medida das amostras de ureia foram discrepantes entre pesquisas, sendo que em cinco investigações foram usadas milimoles por litro (mmol/l) (Hoffman et al., 1999; Calleja-González et al., 2007; Landör et al., 2013; Cengizhan, 2015; Brajović et al., 2021) e, em dois estudos, miligramas por decilitro (mg/dl) (Gencer et al., 2018; Kocahan et al., 2021).

Entre as variáveis fisiológicas analisadas junto a ureia se encontram marcadores biológicos **hormonais** (testosterona, cortisol, razão testosterona/cortisol, hormônio luteinizante, hormônio estimulante da tireóide, tri-iodotironina, e tiroxina livre), **bioquímicos** (creatina quinase, creatinina, lactato desidrogenase, fosfatase alcalina, nitrogênio uréico no sangue, ácido úrico e, urinálise), **hematológicos** (glóbulos vermelhos, glóbulos brancos, hemoglobina, ferro, capacidade total de ligação de ferro, volume corpuscular médio, hemoglobina celular média, concentração média de hemoglobina corpuscular, capacidade insaturada de ligação de ferro, largura da distribuição das células vermelhas, plaquetária, volume plaquetário médio, bilirrubina total, bilirrubina direta e, ferritina), **minerais** (cálcio, clorina, magnésio, ferro, fósforo, potássio, e sódio), da função renal (padrão de filtração glomerular), **metabólicos** (glicose, colesterol total, albumina, lipoproteínas de alta densidade, lipoproteína de baixa densidade, triglicerídeos, aspartato aminotransferase, alanina aminotransferase, gama-glutamil transferase e, amilase salivar), e a onda de densidade de fótons (Hoffman et al., 1999; Calleja-González et al., 2007; Landör et al., 2013; Cengizhan, 2015; Gencer et al., 2018; Brajović et al., 2021; Kocahan et al., 2021).

O comportamento dos marcadores **hormonais** em relação a ureia foram estudados em uma pesquisa. Nos resultados, os níveis de cortisol se elevaram significativamente. A testosterona, o hormônio estimulante da tireóide (TSH), tri-iodotironina (T3), tiroxina livre (FT4) não apresentaram alterações significativas e, a razão testosterona/cortisol (razão T\C), assim com o hormônio luteinizante (LH) sofreram reduções ao longo das quatro semanas de treinamento (Hoffman et al., 1999).

Os marcadores **bioquímicos** analisados nas pesquisas foram a creatina quinase (CK), creatinina, lactato desidrogenase (LDH), fosfatase alcalina (ALP), nitrogênio uréico no sangue (BUN), ácido úrico, proteínas e, a urinálise (UA) (Hoffman et al., 1999; Calleja-González et al., 2007; Gencer et al., 2018; Landör et al., 2013; Cengizhan, 2015; Gencer et al., 2018; Brajović et al., 2021; Kocahan et al., 2021). Em cinco estudos foram analisados a cinética da CK em jogadores de basquetebol. Na grande maioria dos estudos o comportamento da CK elevou-se de forma gradual imediatamente após o término. Em três pesquisas esta elevação foi significativa (Hoffman et al., 1999; Calleja-González et al., 2007; Landör et al., 2013) e, em um estudo o nível de elevação não foi significativa (Gencer et al., 2018). Entretanto, no estudo comparativo de Brajović et al. (2021) a CK não se elevou nos jogadores de basquetebol, porém nos lutadores de mixed martial arts (MMA) houve uma elevação imediatamente após a sessão de treinamento com declínio posterior em trinta minutos. Outro marcador bioquímico investigado foi a creatinina. A creatinina foi analisada em cinco pesquisas nos jogadores de basquetebol. Deste total, em três estudos houve um aumento nos valores de creatinina (Landör et al., 2013; Cengizhan, 2015; Kocahan et al., 2021), enquanto em duas investigações a creatinina sofreu diminuição (Gencer et al., 2018; Brajović et al., 2021). Nas três intervenções que proporcionaram elevação na creatinina foram usadas abordagens crônicas, oscilando entre seis semanas até um macrociclo. Em contraste, nas intervenções que resultaram em declínio, uma consistia em abordagem crônica (Gencer et al., 2018) e, outra com abordagem aguda (Brajović et al., 2021). A LDH foi estudada em duas pesquisas, com resultados contraditórios. No primeiro estudo, houve uma elevação da LDH imediatamente após uma partida em jogadores de basquetebol formativos, com subsequente redução nos valores após 48 horas (Calleja-González et al., 2007). No entanto, na segunda pesquisa realizada com uma intervenção de seis semanas da força explosiva a LDH sofreu diminuição (Cengizhan, 2015). A ALP teve seu comportamento analisado em duas pesquisas (Calleja-González et al., 2007; Cengizhan, 2015). Ao término de uma partida oficial os valores de ALP apresentaram elevação, porém após 48 horas houve uma redução significativa (Calleja-González et al., 2007). Todavia, após um programa de seis semanas de treinamento, a ALP não exibiu mudanças significantes em jogadoras de basquetebol femininas formativas (Cengizhan, 2015). Em relação ao BUN, duas pesquisas analisaram o seu comportamento (Gencer et al., 2018; Kocahan et al., 2021). Em uma intervenção envolvendo situação de jogos congestionados (10 partidas em 12 dias), não foram encontradas mudanças substanciais no BUN (Gencer et al., 2018). Numa outra pesquisa, com duração de oito semanas, englobando treinamento aeróbico e anaeróbico, os valores de BUN sofreram elevação significativa no grupo experimental em relação ao grupo controle (Kocahan et al., 2021). A variável bioquímica UA foi investigada num estudo. Todavia, não sinalizou com alterações significantes (Gencer et al., 2018). O ácido úrico foi investigado em duas pesquisas nos jogadores basquetebol (Cengizhan, 2015; Brajović et al., 2021). No estudo de Cengizhan (2015) com jogadoras femininas de basquetebol, o ácido úrico declinou após o programa de seis semanas da força explosiva. Em contrapartida, foi encontrado uma elevação nos patamares de ácido úrico imediatamente após

uma sessão de treinamento, com manutenção elevada dos níveis de ácido úrico trinta minutos após a sessão (Brajović et al., 2021). As proteínas foram analisadas durante o exercício em uma pesquisa. Neste estudo, o comportamento das proteínas após uma sessão de treinamento foi comparado entre jogadores de basquetebol e lutadores de MMA. Os resultados apontaram diferenças entre os grupos. Nos jogadores de basquetebol houve redução nos valores das proteínas após a intervenção, enquanto nos lutadores de MMA os níveis de proteínas se elevaram significativamente (Brajović et al., 2021).

Os marcadores **hematológicos** como os glóbulos vermelhos (RBC), glóbulos brancos (WBC), hemoglobina (HGB), ferro (Fe), capacidade total de ligação do ferro (TIBC), volume corpuscular médio (MCV), hemoglobina celular média (MCH), concentração média de hemoglobina corpuscular (MCHC), capacidade insaturada de ligação de ferro (UIBC), largura da distribuição das células vermelhas (RDW), plaquetária (PLT) e, o volume plaquetário médio (MPV) foram investigados em duas pesquisas (Gencer et al., 2018; Kocahan et al., 2021). Na pesquisa durante um microciclo congestionado, entre estas variáveis hematológicas mencionadas, cinco foram sensíveis a intervenção. O Fe, MCH, MCHC e, RDW sofreram elevações significantes após os doze dias da intervenção, e o UIBC mostrou queda expressiva. Os demais indicadores hematológicos (RBC, WBC, HGB, TIBC, MCV, RDW, PLT, e MPV) não apresentaram mudanças substanciais (Gencer et al., 2018). O Fe também foi analisado no estudo de Kocahan et al. (2021) durante oito semanas de um programa de resistência (anaeróbica e aeróbica). Nesta intervenção, o Fe sofreu aumento expressivo ao término do programa de treinamento. Outros três indicadores hematológicos seriam a bilirrubina total, bilirrubina direta e a ferritina, no qual foram analisadas em jogadoras femininas de basquetebol em relação a um programa de treinamento da força explosiva. Nesta pesquisa, o comportamento da ferritina sofreu uma elevação após a intervenção em ambos os grupos (experimental e controle), porém tal aumento não foi considerado estatisticamente significativo. Por outro lado, os valores de bilirrubina total e da bilirrubina direta não se mostraram alterados após a intervenção (Cengizhan, 2015).

O comportamento dos marcadores **minerais** tais como o cálcio (Ca), clorina (Cl), magnésio (Mg), fósforo (P), potássio (K), e sódio (Na) foram averiguados em dois estudos nos jogadores de basquetebol (Cengizhan, 2015; Kocahan et al., 2021). Em jogadoras femininas formativas de basquetebol, os cinco minerais investigados (P, Ca, K e, Na) denotaram uma elevação após um programa da força explosiva com duração de seis semanas. Entretanto, somente o sódio apresentou aumento significativo após a intervenção (Cengizhan, 2015). Na pesquisa de Kocahan et al. (2021), os jogadores de basquetebol formativos foram submetidos a oito semanas de treinamento anaeróbico e aeróbico. Todos os indicadores minerais analisados (Ca, Cl, Mg, P, K, e Na) tiveram seus valores elevados após o programa de treinamento no grupo experimental quando comparado ao grupo controle (Kocahan et al., 2021).

O marcador de **função renal** eGRF (padrão de filtração glomerular) foi estudado durante um macrociclo em jogadores de basquetebol profissional. Nos três momentos de coleta das amostras (off-season, pre-season e, in-season) o eGRF mostrou reduções graduais significativas ao longo da temporada (Landör et al., 2013).

Os marcadores **metabólicos** como a glicose, colesterol total, albumina (ALB), lipoproteínas de alta densidade (HDL), lipoproteínas de baixa densidade (LDL), triglicerídeos (TG), aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT) e a gama-glutamil transferase (GGT) foram estudados em uma pesquisa em jogadoras femininas formativas de basquetebol (Cengizhan, 2015). Nos resultados do estudo, obtidos após um programa de seis semanas, a glicose, colesterol total, HDL, ALT, ALB, e GGT apresentaram elevações após o período de intervenção. Em contraste, a LDL, TG, AST, tiveram diminuição nos seus valores no grupo experimental após o programa de treinamento (Cengizhan, 2015). Outras duas variáveis que adentram na classificação de marcadores metabólicos são amilase salivar e o AST, que foram analisadas na pesquisa de Brajović et al. (2021) envolvendo comparação entre os jogadores de basquetebol e lutadores de MMA. Nos resultados deste estudo, a amilase salivar se elevou significativamente nos dois grupos de atletas (jogadores de basquetebol e lutadores de MMA) após uma sessão de treinamento. No caso da AST, o grupo de lutadores de MMA revelou valores mais significativamente elevados do que os jogadores de basquetebol imediatamente após a sessão de treinamento específico. Após trinta minutos da sessão, esses níveis de AST ainda permaneciam altos nos lutadores de MMA quando comparados aos jogadores de basquetebol.

O marcador **biológico** onda de densidade de fótons (PDW) foi estudada em uma pesquisa com jogadores de basquetebol universitários. Neste estudo, a intervenção experimental consistiu em elucidar o comportamento dos marcadores biológicos em um período de jogos congestionados. A PDW apresentou uma dinâmica de valores elevados após os doze dias com volume total de dez jogos. Contudo, esse aumento não foi considerado significativo do ponto de vista estatístico (Gencer et al., 2018).

No que se refere a ureia, o marcador bioquímico foco principal desta investigação, nos resultados das pesquisas foi observado que as diversas intervenções provocaram efeitos divergentes em seu comportamento.

Em quatro investigações houve elevação nos valores de ureia (Calleja-González et al., 2007; Landör et al., 2013; Cengizhan, 2015; Kocahan et al., 2021). Em um estudo os níveis de ureia declinaram (Gencer et al., 2018) e, em outra pesquisa, não houve alteração na cinética da ureia (Hoffman et al., 1999).

**Quadro 1.** Resumo dos estudos envolvendo a cinética da ureia no basquetebol.

Estudo	Amostra	Intervenção	Variáveis Fisiológicas Analisadas	Resultados na Cinética da Ureia
Hoffman et al. (1999)	n=10 jogadores de basquetebol da seleção nacional	4 semanas de <i>training camp</i>	CK, Ureia, Testosterona, Cortisol, Razão T/C, LH, TSH, T3 e FT4	↔ durante as 4 semanas
Calleja-González et al. (2007)	n=09 jogadores de basquetebol formativos	01 partida oficial	Ureia, ALP, CK, e LDH	↑ significativo após partida
Landör et al. (2013)	n=09 jogadores de basquetebol profissionais	01 macrociclo anual	Creatinina, CK, Ureia, e eGRF	↑ não significativo na pré-temporada e temporada competitiva
Cengizhan (2015)	n=20 jogadoras de basquetebol feminino formativas	6 semanas de treinamento da força explosiva – 3 dias por semana	Glicose, Colesterol, HDL, LDL, TG, ferritina, TIBC, Fe, P, Ca, K, Na, Ureia, Creatinina, Bilirrubina Total, Bilirrubina Direta, ALP, GGT, Ácido Úrico, ALB, AST, ALT, LDH, e CK	↑ significativo no grupo experimental
Gencer et al. (2018)	n=10 jogadores de basquetebol universitários	10 jogos oficiais em 12 dias de competição	Fe, UIBC, TIBC, BUN, Ureia, UA, Creatinina, CK, ALB, HDL, LDL, Colesterol Total, TG, AST, ALT, RBC, PDW, WBC, HGB, MCV, MCH, MCHC, RDW, PLT, e MPV	↓ após a semana de jogos congestionados
Brajović et al. (2021)	n=11 jogadores de basquetebol profissionais e n=11 lutadores de MMA	01 sessão de treinamento (antes, imediatamente após a sessão, e 30 minutos após o término)	Ureia, Creatinina, Ácido Úrico, Proteínas, AST, CK e Amilase Salivar	↑ significativo imediatamente após o treinamento nos jogadores de basquetebol quando comparados aos lutadores de MMA
Kocahan et al. (2021)	n=34 jogadores de basquetebol formativos	8 semanas de treinamento anaeróbico e aeróbico – 5 dias por semana	Ureia, Creatinina, BUN, Ca, Cl, Fe, Mg, P, K, e Na	↑ significativo após a intervenção de 8 semanas

CK=creatina quinase, LH=hormônio luteinizante, TSH=hormônio estimulante da tireóide, T3=tri-iodotironina, FT4=tiroxina livre, Razão T/C, ALP=fosfatase alcalina, LDH=lactato desidrogenase, eGRF=padrão de filtração glomerular, Fe=ferro, UIBC=capacidade insaturada de ligação de ferro, TIBC=capacidade total de ligação do ferro, BUN=nitrogênio uréico no sangue, UA=urinálise, HDL=lipoproteínas de alta densidade, LDL=lipoproteína de baixa densidade, TG=triglicerídeos, ALB=albumina, Ca=cálcio, Mg=magnésio, K=potássio, Na=sódio, AST=aspartato aminotransferase, ALT=alanina aminotransferase, RBC=glóbulos vermelhos, P=fósforo, GGT=gama-glutamil transferase, PDW=onda de densidade de fótons, WBC=glóbulos brancos, HGB=hemoglobina, MCV=volume corpuscular médio, MCH=hemoglobina celular média, MCHC=concentração média de hemoglobina corpuscular, RDW=largura da distribuição das células vermelhas, PLT=plaquetária, MPV=volume plaquetário médio. MMA= mixed martial arts, ↑=aumento, ↓=redução, ↔=sem mudanças.

## Discussão

A natureza intermitente, explosiva e reativa do basquetebol acaba por exigir da estimulação de diversas capacidades biomotoras como a resistência (anaeróbica e aeróbica), força (adaptação anatômica, hipertrofia, força máxima, potência, e resistência de potência), velocidade (reação, deslocamento e movimento), agilidade (linear, multidirecional e reativa), e a flexibilidade/mobilidade para que os jogadores consigam almejar a alta qualificação na modalidade (Stojanović et al., 2018; Vretaros, 2021). Neste ponto, verificar como se comportam os marcadores biológicos diante deste estresse fisiológico elevado é de vital importância para otimizar a distribuição das cargas, proporcionar uma recuperação adequada e, por conseguinte, melhorar o rendimento atlético (Calleja-González & Terrados, 2009; Gencer et al., 2018).

No campo esportivo, a ureia é um marcador bioquímico que atua com o intuito de apontar o estado catabólico no organismo (Calleja-González et al., 2007; Pacobahyba et al., 2012). Nas sete pesquisas supracitadas sobre o emprego da ureia como marcador bioquímico no basquetebol, nota-se que este indicador pode ser amplamente utilizado nas diferentes categorias de jogadores (formativos, universitários, e

profissionais) (Hoffman et al., 1999; Calleja-González et al., 2007; Landör et al., 2013; Cengizhan, 2015; Gencer et al., 2018; Brajović et al., 2021; Kocahan et al., 2021).

A maioria destes estudos preferiram analisar a ureia usando abordagens crônicas (Hoffman et al., 1999; Landör et al., 2013; Cengizhan, 2015; Gencer et al., 2018; Kocahan et al., 2021) quando comparado ao emprego de abordagens agudas (Calleja-González et al., 2007; Brajović et al., 2021). Esse fato pode apontar que os profissionais responsáveis pela interpretação da cinética da ureia precisam demandar um tempo considerável para dominar com a devida segurança seu comportamento orgânico nos jogadores.

A forma de coleta da ureia nestes estudos mostrou-se predominante pela via sanguínea (Hoffman et al., 1999; Calleja-González et al., 2007; Landör et al., 2013; Cengizhan, 2015; Gencer et al., 2018; Kocahan et al., 2021). Apenas uma pesquisa coletou amostras de ureia via saliva nos jogadores de basquetebol (Brajović et al., 2021). Nessa perceptiva, é sabido que as amostras de sangue requerem avaliadores utilizando material esterilizado, luvas, punções e, equipamento específico para análise. Todavia, é preciso cuidado para que as amostras de sangue coletadas não abram uma via de entrada para infecções. Poderia ser feito uma substituição das amostras de sangue por análise de urina. Entretanto, deve-se ressaltar que as amostras de urina são de qualidade inferior quando comparadas com as amostras sanguíneas (Viru & Viru, 2003). Outra possibilidade concreta é analisar a ureia pela saliva através de fitas reagentes com leitura ótica de biosensor por meio de software através do smartphone, eliminando o uso de equipamento mais sofisticado para avaliação (Soni et al., 2018).

Foram empregadas duas unidades de medida da ureia nos estudos. Na grande maioria das pesquisas foi utilizada o mmol/l (Hoffman et al., 1999; Calleja-González et al., 2007; Landör et al., 2013; Cengizhan, 2015; Brajović et al., 2021), enquanto em duas pesquisas a unidade designada foi o mg/dl (Gencer et al., 2018; Kocahan et al., 2021). Deveria existir uma padronização na unidade de medida da ureia para facilitar a comparação dos resultados entre os estudos.

Os marcadores biológicos utilizados em conjunto com a ureia para o entendimento das respostas fisiológicas frente às cargas de trabalho, foram de ordem hormonal, bioquímica, hematológica, mineral, função renal e, metabólicos (Hoffman et al., 1999; Calleja-González et al., 2007; Landör et al., 2013; Cengizhan, 2015; Gencer et al., 2018; Brajović et al., 2021; Kocahan et al., 2021). Neste ponto de vista, é preciso refletir quais destes marcadores agrega valor relevante na interpretação da cinética da ureia durante o exercício, pois coletar amostras de marcadores biológicos indiscriminadamente seria dispendioso.

Somente uma pesquisa investigou os sete marcadores **hormonais** (cortisol, testosterona, TSH, T3, FT4, LH e, razão testosterona/cortisol) em jogadores profissionais de basquetebol. Neste estudo, destaca-se a resposta significativamente elevada do cortisol, apesar da redução do volume das cargas ao longo do programa de treinamento. No entanto, a ureia não apresentou alterações significativas durante as quatro semanas de intervenção (Hoffman et al., 1999). O cortisol é um marcador de catabolismo provocado pelo estresse físico e psicobiológico do esforço (Pacobahyba et al., 2012; Kilic et al., 2019). A testosterona, por outro lado, reflete o processo anabólico (Schelling et al., 2015; Lam et al., 2017). A ureia é um indicador do estado catabólico protéico (Viru & Viru, 2003; Calleja-González & Terrados, 2009). Por isso, o cortisol, a testosterona e, a razão T/C talvez sejam os marcadores hormonais úteis que devam ser analisados em conjunto com a ureia para traduzir melhor as respostas orgânicas no balanço entre anabolismo/catabolismo em jogadores de basquetebol.

Nos estudos, oito marcadores **bioquímicos** foram os mais analisados em conjunto com a ureia (CK, creatinina, LDH, ALP, BUN, ácido úrico, proteínas e, UA) (Hoffman et al., 1999; Calleja-González et al., 2007; Landör et al., 2013; Cengizhan, 2015; Gencer et al., 2018; Brajović et al., 2021; Kocahan et al., 2021). Dentre estes marcadores, a creatinina, BUN, ácido úrico, proteínas e a UA tem relação direta com a homeostasia do nitrogênio (Huang et al., 2002; Cunha et al., 2006; Gencer et al., 2018). Como a ureia é fruto da degradação de proteínas e do balanço nitrogenado, se pode considerá-los como marcadores bioquímicos prioritários para entendimento comportamental da ureia (Viru & Viru, 2003; Rolim, 2007; Calleja-González & Terrados, 2009; Souza & Cesar, 2016). Não obstante, o comportamento da ureia atrelado a estes marcadores mostrou-se distinta nas pesquisas. Em relação a creatinina, nos cinco estudos analisados, em apenas três deles os patamares de ureia e creatinina apresentaram aumento (Landör et al., 2013; Cengizhan, 2015; Kocahan et al., 2021). O BUN acompanhou o declínio da ureia numa intervenção com alto volume de jogos semanais (Gencer et al., 2018). Entretanto, no estudo de Kocahan et al. (2021), o BUN denotou elevação junto com os níveis de ureia. Referente ao ácido úrico, os resultados das pesquisas são contraditórios. Na pesquisa de Cengizhan

(2015) com duração de seis semanas de treinamento da força explosiva, os valores do ácido úrico diminuíram, enquanto a ureia se elevou. Em contraste, na investigação de Brajović et al. (2021) com abordagem aguda, o ácido úrico e a ureia apresentaram aumentos. As proteínas foram examinadas em um único estudo. Neste caso, após uma sessão de treinamento foram encontradas respostas antagônicas. Os níveis de proteínas sofreram redução e a ureia aumento expressivo nos jogadores de basquetebol profissionais (Brajović et al., 2021). A UA foi estudada em conjunto com a ureia numa situação de jogos congestionados. Após o período de intervenção, a UA demonstrou elevação não significativa, e a concentração de ureia sanguínea reduziu (Gencer et al., 2018).

Uma quantidade total de quinze marcadores **hematológicos** (RBC, WBC, HGB, Fe, TIBC, MCV, MCH, MCHC, UIBC, RDW, PLT, MPV, bilirrubina total, bilirrubina direta e, a ferritina) foram analisados em três pesquisas envolvendo jogadores de basquetebol (Cengizhan, 2015; Gencer et al., 2018; Kocahan et al., 2021). Na primeira pesquisa, realizada com jogadoras femininas de basquetebol, o destaque fica por conta da elevação não significativa nos níveis de ferritina, com aumento na produção de ureia (Cengizhan, 2015). No segundo estudo, a intervenção usada foi um microciclo de jogos congestionados abarcando dez partidas num período de doze dias. Dentre estes indicadores hematológicos, as variáveis MCH, MCHC e, RDW apresentaram elevações substanciais após o período de intervenção, com uma redução na concentração sérica da ureia (Gencer et al., 2018). Na pesquisa mais recente, somente o Fe foi investigado e apresentou aumento significativo após o programa de treinamento da resistência (Kocahan et al., 2021). Nos três estudos foram empregadas abordagens crônicas, sendo seis semanas no primeiro estudo (Cengizhan, 2015), doze dias na segunda pesquisa (Gencer et al., 2018) e, oito semanas no terceiro estudo (Kocahan et al., 2021). Os valores da bilirrubina (total e direta) sofreram elevações não significantes, e a ureia sofreu diminuição (Gencer et al., 2018). Aparentemente, as alterações que ocorrem em marcadores hematológicos durante o exercício são subordinadas ao tipo de tarefa, assim como a duração e intensidade das cargas impostas (Çinar et al., 2013). Vale mencionar que o Fe e a ferritina são indicadores de fadiga e overtraining (Gencer et al., 2018). Em adição, a MCH, MCHC e, RDW desempenham papéis essenciais no transporte de oxigênio e distribuição hormonal (Çinar et al., 2013). Dessa maneira, baseado nos resultados destas três investigações efetuadas com jogadores de basquetebol, pode-se especular que as variáveis hematológicas de maior importância para traçar proporções comparativas com a ureia seriam a ferritina, Fe, MCH, MCHC e, RDW.

Dois pesquisas analisaram seis marcadores **minerais** (Ca, Cl, Mg, P, K, e Na) durante intervenções crônicas de treinamento com duração entre seis e oito semanas nos jogadores de basquetebol. Em ambos os estudos, os valores dos marcadores minerais apresentaram elevação (Cengizhan, 2015; Kocahan et al., 2021). Na pesquisa de Cengizhan (2015) foram analisados o P, Ca, K e Na com valores aumentados após o programa de treinamento, mas somente o Na apresentou elevação significativa durante o treinamento de força explosiva. Em contrapartida, o estudo de Kocahan et al. (2021) investigou os marcadores minerais (Ca, Cl, Mg, P, K e, Na) durante um programa de treinamento da resistência anaeróbica e aeróbica. Nesta intervenção, houve aumento significativo de todos marcadores analisados. Apesar dos dois estudos implementarem programas de treinamento distintos (força explosiva e resistência), a ureia mostrou-se elevada após o término destes programas de intervenção sistemática (Cengizhan, 2015; Kocahan et al., 2021). A explicação para isso seria que os marcadores minerais inclusos nos dois estudos têm uma contribuição no equilíbrio hidroeletrolítico. O treinamento regular e as competições podem provocar desidratação nos jogadores de basquetebol e, essas perdas podem influenciar negativamente neste balanço sensível (Calleja-González et al., 2008<sup>a</sup>; Kocahan et al., 2021). Como advogado por Viru e Viru (2003) a desidratação decorrente do exercício gera um aumento na concentração de ureia sérica, por causa da retenção renal na excreção da mesma. Então, monitorar marcadores minerais e a ureia seria interessante para conhecer o estado de hidratação, a função renal e, a resposta orgânica dos jogadores perante as cargas.

O comportamento clínico renal foi analisado em jogadores de basquetebol profissionais através marcador de **função renal** eGRF, que avalia indiretamente o padrão de filtração glomerular. Este estudo teve características longitudinais, pois foi realizado durante um macrociclo. Durante este período houve um declínio significativo nos valores de eGRF, com a ureia apresentando um aumento não significativo nas fases de pré-temporada e temporada competitiva. Nos resultados encontrados, a ureia não se correlaciona com as alterações no eGRF. De acordo com os autores, a única variável mensurada que poderia ter compatibilidade com a redução no eGRF seria a creatinina, que mostrou aumento progressivo (Landør et al., 2013).

Dois estudos trataram de investigar dez marcadores **metabólicos** (glicose, colesterol, amilase salivar, ALB, HDL, LDL, TG, AST, ALT, GGT) em jogadores de basquetebol (Cengizhan, 2015; Brajović et al., 2021). Com exceção LDL, TG e, AST que mostraram diminuição em um dos estudos (Cengizhan, 2015), as demais variáveis metabólicas (glicose, colesterol, amilase salivar, ALB, HDL, ALT e, GGT) se elevaram após ambas intervenções. Nestas duas pesquisas os níveis de ureia tiveram aumentos significantes ao término dos programas (Cengizhan, 2015; Brajović et al., 2021). Contudo, é preciso observar que as abordagens das pesquisas foram diferentes. Em uma delas foi usado um protocolo crônico com duração de seis semanas (Cengizhan, 2015) e, em outro estudo, foi empregado uma abordagem aguda consistindo de uma sessão de treinamento (Brajović et al., 2021). Assim mesmo, é possível especular que os valores orgânicos destas variáveis acompanhem a elevação da ureia durante o exercício.

O marcador **biológico** PDW foi analisado numa pesquisa durante um período de jogos congestionados em jogadores de basquetebol universitários. A cinética deste marcador ao final da intervenção foi de aumento não significativa. Em contraste, a ureia apresentou uma redução não significativa nos seus valores após a intervenção (Gencer et al., 2018). Apesar do comportamento diametralmente oposto de ambas as variáveis, é difícil traçar correlações mais apuradas entre estes dois parâmetros no controle das cargas de treinamento.

Diante deste universo de marcadores biológicos que foram explanados, deduz-se que algumas variáveis **hormonais** (testosterona, cortisol, razão T\C) e **bioquímicas** (creatinina, BUN, ácido úrico, proteínas, UA) sejam as mais relevantes para serem mensuradas junto com a ureia na busca pela interpretação apurada no controle das cargas de treinamento. As variáveis **hormonais** permitem verificar o balanço entre anabolismo\catabolismo (Viru & Viru, 2003; Calleja-González & Terrados, 2009; Pacobahyba et al., 2012; Schelling et al., 2015; Lam et al., 2017; Kilic et al., 2019) e, os indicadores **bioquímicos** no qual se consegue decifrar a homeostase do nitrogênio (Viru & Viru, 2003; Rolim, 2007; Calleja-González & Terrados, 2009; Souza & Cesar, 2016).

Outro fator fundamental é que houve uma falta de interpretação destes valores da ureia nos estudos específicos com jogadores de basquetebol que levassem em conta as funções táticas exercidas na quadra. As cinco funções táticas (armador, ala-armador, ala, ala-pivô e pivô) apresentam níveis de exigências fisiológicas distintas (Calleja-González et al., 2008<sup>b</sup>; Stojanović et al., 2018; Vretaros, 2021). A partir disto, seria interessante que no controle das cargas, a ureia seja monitorada individualmente e, também de forma a levar em consideração a função tática desempenhada pelo atleta.

A homeostase do nitrogênio e seus respectivos metabólitos (ureia, amônia e ácido úrico) se comportam de maneira complexa durante o exercício. Diante disso, um controle apurado envolveria coletar amostras do sangue, urina, saliva e suor para obtenção de parâmetros mais realistas (Huang et al., 2002; Soni et al., 2018). Essa coleta por meio das quatro vias supramencionadas ocorreria numa fase inicial do trabalho, quando se está aprendendo a interpretar a cinética da ureia. Numa fase posterior, a coleta de ureia em somente uma via pode satisfazer as necessidades operacionais para controle das cargas de treinamento e competições, bem como na avaliação do processo recuperativo.

Estabelecendo-se os índices numéricos e a dinâmica de flutuação da ureia nas cargas de treinamento moderadas, intensas e\ou máximas é possível controlar a estruturação dos programas de preparação física nos jogadores de basquetebol com maior rigor e transparência (Viru & Viru, 2003; Cengizhan, 2015).

Os níveis de ureia e outros marcadores biológicos podem ser medidos imediatamente após as cargas de treinamento para monitorar dos efeitos fisiológicos da sessão (Calleja-González et al., 2008<sup>a</sup>; Brajović et al., 2021). Neste cenário, a capacidade recuperativa pode ser avaliada com a mensuração num período de 24-48 horas após o término da sessão (Calleja-González et al., 2008<sup>a</sup>; Gencer et al., 2018).

Quanto mais analítica for a compreensão dos resultados das amostras de ureia na equipe, melhor poderá ser a solução dos problemas didático-pedagógicos como identificação dos níveis de fadiga, estado de recuperação orgânica e, retroalimentação no planejamento das cargas. Dessa maneira, as tomadas de decisão tornam-se menos equivocadas e, mais assertivas (Piedra et al., 2021).

Por último, com base nas discussões retratadas, pode-se sugerir algumas recomendações práticas para que os profissionais que militam na preparação física do basquetebol possam controlar as cargas que são impostas aos seus atletas através da cinética da ureia (quadro 02).

**Quadro 2.** Recomendações práticas acerca do controle das cargas de treinamento no basquetebol através da ureia.

Variáveis	Utilização operacional
Formas de Coleta da Ureia	- Sangue, Urina, Saliva, e\ou Suor
Momento de Coleta da Ureia	- Antes e Após as Sessões de Treinamento ou Jogos - Após 24-48 horas do Treinamento ou Jogo
Objetivo da Análise da Ureia	- Interpretar as Cargas de Treinamento e Competições - Conhecer o Estado de Recuperação
Marcadores Biológicos que Auxiliam na Interpretação da Ureia	- Hormonais (testosterona, cortisol, razão T\C) - Bioquímicos (creatinina, BUN, ácido úrico, proteínas, UA)
Fatores que Interferem no Comportamento da Ureia	- Volume e Intensidade dos Exercícios - Níveis de Lactato Sanguíneo - Dieta de Proteínas - Dieta de Carboidratos - Estado de Hidratação - Temperatura Ambiente

### Considerações finais

O êxito de um programa de treinamento depende dos sistemas, meios e métodos empregados, assim como a interpretação das adaptações fisiológicas que foram provocadas. Nesta linha de raciocínio, a ureia pode ser considerada um indicador funcional bioquímico valioso para o preparador físico controlar as cargas de treinamento impostas ao organismo dos jogadores de basquetebol.

A ureia permite identificar o catabolismo proteico durante o exercício. Sendo assim, no controle sistemático das cargas de treinamento, se consegue proporcionar uma distribuição mais racional dos estímulos nas diferentes capacidades biomotoras requeridas, assim como averiguar o estado de recuperação orgânica e, a otimização no rendimento atlético.

Percebe-se nos estudos analisados, que o comportamento da ureia durante os programas de treinamento em jogadores de basquetebol foi investigado conjuntamente com outros marcadores biológicos (hormonais, bioquímicos, hematológicos, minerais, função renal e metabólicos). Porém, nem todos estes marcadores sofrem correlação para o entendimento da ureia no exercício.

A ureia deveria ser investigada através de abordagens longitudinais, pois a compreensão da cinética da ureia e sua excreção com outros marcadores biológicos é complexa. A existência de discrepâncias nos protocolos de intervenção, unidades de medida adotadas, marcadores biológicos empregados, categorias de jogadores e, os resultados na dinâmica da ureia, acabam dificultando comparações mais aprofundadas entre pesquisas.

Há um limitado número de publicações acerca do uso da ureia no basquetebol para controle das cargas de treinamento. Portanto, pesquisas futuras deveriam incentivar linhas de investigações com essa temática, traçando correlações com outros marcadores biológicos.

Devido a inexistência de diretrizes para o gerenciamento da ureia no controle das cargas de treinamento em jogadores basquetebol, são apresentadas recomendações práticas para instrumentalizar os profissionais que atuam no campo da preparação física.

### Referências

Aoki, M. S., Ronda, L. T., Marcelino, P. R., Drago, G., Carling, C., Bradley, P. S., & Moreira, A. 2017. Monitoring training loads in professional basketball players engaged in a periodized training program. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(2), 348-358.

- Arruda, A. F., Aoki, M. S., Freitas, C. G., Coutts, A., & Moreira, A. 2013. Planejamento e monitoramento da carga de treinamento durante o período competitivo no basquetebol. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 6(2), 85-89.
- Bompa, T. O., & Haff, G. G. 2012. *Periodização – Teoria e Metodologia do Treinamento*. 5ª ed. São Paulo: Phorte, 442p.
- Borin, J. P., Gomes, A. C., & dos Santos Leite, G. 2007. Preparação desportiva: aspectos do controle da carga de treinamento nos jogos coletivos. *Journal of Physical Education*, 18(1), 97-105.
- Brajović, G., Bogdanović, S., Anđelski-Radičević, B., Popović, B., Mandinić, Z., & Juloski, J. 2021. The effect of exercise during sport training on levels of salivary diagnostic markers. *Srpski Arhiv za Celokupno Lekarstvo*, 149(11-12), 660-665.
- Calleja-González, J., Lekue, J. A., Leibar, X., Seco, J., Vaquera, A., & Terrados, N. 2007. Respuesta de metabolitos y enzimas en competición en jugadores junior élite altamente entrenados. IV Congreso Ibérico de Baloncesto, 29-41.
- Calleja-González, J., Lekue, J., Leibar, X., & Terrados, N. 2008a. Carga interna em baloncesto – variables analíticas. In: Calleja-González, J., & Terrados, N. (Organizadores). *Fisiología, Entrenamiento y Medicina del Baloncesto*. Editorial Paidotribo: Barcelona.
- Calleja-González, J., Lekue, J., Leibar, X., & Terrados, N. 2008b. Carga externa em baloncesto – variables y indicadores. In: Calleja-González, J., & Terrados, N. (Organizadores). *Fisiología, Entrenamiento y Medicina del Baloncesto*. Editorial Paidotribo: Barcelona.
- Calleja-González, J., & Terrados, N. 2009. Indicadores para evaluar el impacto de carga em baloncesto. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 2(2), 56-60.
- Carraro, F. A. B. I. O., Kimbrough, T. D., & Wolfe, R. R. 1993. Urea kinetics in humans at two levels of exercise intensity. *Journal of Applied Physiology*, 75(3), 1180-1185.
- Cengizhan, P. A. 2015. A study of the effects of explosive strength exercises on some blood parameters, technical and conditional. *Medicina Dello Sport*, 68(3), 413-434.
- Çinar, V., Cengiz, S., Pala, R., & Dündar, A. 2013. Effect of football practices on certain blood values of athletes. *Advances in Environmental Biology*, 7(5), 924-927.
- Cunha, G. D. S., Ribeiro, J. L., & Oliveira, A. R. D. 2006. Sobre-treinamento: teorias, diagnóstico e marcadores. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 12(5), 297-302.
- Forslund, A. H., El-Khoury, A. E., Olsson, R. M., Sjödin, A. M., Hambraeus, L., & Young, V. R. 1999. Effect of protein intake and physical activity on 24-h pattern and rate of macronutrient utilization. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 276(5), E964-E976.
- Fouillet, H., Juillet, B., Bos, C., Mariotti, F., Gaudichon, C., Benamouzig, R., & Tomé, D. 2008. Urea-nitrogen production and salvage are modulated by protein intake in fed humans: results of an oral stable-isotope-tracer protocol and compartmental modeling. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 87(6), 1702-1714.
- Gencer, Y. G., Coskun, F., Sarikaya, M., & Kaplan, S. 2018. Investigation on the effects of 12 days intensive competition on some blood parameters of basketball players. *Journal of Education and Training Studies*, 6(4), 79-83.
- Grant, M. J., & Booth, A. 2009. A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information & Libraries Journal*, 26(2), 91-108.
- Hoffman, J., Epstein, S., Yarom, Y., Zigel, L., & Einbinder, M. 1999. Hormonal and biochemical changes in elite basketball players during a 4-week training camp. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 13(3), 280-285.
- Huang, C. T., Chen, M. L., Huang, L. L., & Mao, I. F. 2002. Uric acid and urea in human sweat. *Chinese Journal of Physiology*, 45(3), 109-116.
- Jukić, I., Milanovic, L., Krakan, I., Njaradi, N., Calleja-González, J., Cuzzolin, F., ..., & Requena, B. 2020. Strength and conditioning in top level team sports: An individual discipline. In: Proceedings of the 18<sup>th</sup> International Conference “Physical Conditioning of Athletes”, 21, 15-25.
- Kilic, Y., Cetin, H. N., Sumlu, E., Pektas, M. B., Koca, H. B., & Akar, F. 2019. Effects of boxing matches on metabolic, hormonal, and inflammatory parameters in male elite boxers. *Medicina*, 55(6), 288.
- Kocahan, S., Dundar, A., & Yilmaz, Y. 2021. The effect of aerobic and anaerobic exercise on biochemical parameters in adolescent male athletes. *Adiyaman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(1), 14-19.

- Lam, T., Poljak, A., McLean, M., Bahl, N., Ho, K. K., & Birzniece, V. 2017. Testosterone prevents protein loss via the hepatic urea cycle in human. *European Journal of Endocrinology*, 176(4), 489-496.
- Landör, A., Juozulynas, A., Andasova, Z., Kemerytė-Riaubienė, E., Jaščaninienė, N., & Gocentas, A. 2013. Longitudinal follow-up of creatine kinase and markers of renal function in male basketball players. *Papers on Anthropology*, 22, 111-120.
- Marcelino, P. R., De Arruda, A. F. S., De Oliveira, R., Aoki, M. S., Freitas, C. G., & Moreira, A. 2013. O nível de condicionamento físico afeta a magnitude da carga interna de treinamento em jovens jogadores de basquetebol? *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 6(3), 115-119.
- Nakamura, F.Y., Moreira, A., & Aoki, M.S. 2010. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? *Revista da Educação Física\UEM*, 21(1), 1-11.
- Oliveira, I. A. A., & Santos, P. H. S. 2021. Exercício resistido e suplementação proteica influenciam na função renal? *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, 20(2), 127-129.
- Pacobahyba, N., Vale, R. G. D. S., Souza, S. L. P. D., Simão, R., Santos, E., & Dantas, E. H. M. 2012. Força muscular, níveis de testosterona e de ureia em jogadores de futebol submetidos à periodização ondulatória. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 18(2), 130-133.
- Petway, A. J., Freitas, T. T., Calleja-González, J., Medina Leal, D., & Alcaraz, P. E. 2020. Training load and match-play demands in basketball based on competition level: A systematic review. *PloS One*, 15(3), e0229212.
- Piedra, A., Peña, J., & Caparrós, T. 2021. Monitoring training loads in basketball: A narrative review and practical guide for coaches and practitioners. *Strength and Conditioning Journal*, 43(5), 12-35.
- Platonov, V. N. 2008. Tratado Geral de Treinamento Desportivo. São Paulo: Phorte.
- Rolim, A. 2007. Ação de misturas de suplementos proteicos pós exercício de força para o ganho de massa muscular: estudo de caso. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, 1(6), 11-22.
- Schelling, X., Calleja-González, J., Torres-Ronda, L., & Terrados, N. 2015. Using testosterone and cortisol as biomarker for training individualization in elite basketball: A 4-year follow-up study. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(2), 368-378.
- Soni, A., Surana, R. K., & Jha, S. K. 2018. Smartphone based optical biosensor for the detection of urea in saliva. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 269, 346-353.
- Souza, L. S., & Cesar, D. J. 2016. Efeitos do uso de suplementos no treinamento de hipertrofia e força. *Journal of Amazon Health Science*, 2(1), 01-12.
- Stojanović, E., Stojiljković, N., Scanlan, A. T., Dalbo, V. J., Berkemans, D. M., & Milanović, Z. 2018. The activity demands and physiological responses encountered during basketball match-play: a systematic review. *Sports Medicine*, 48(1), 111-135.
- Toledo, R., López, V., Martín, G., Torres, A., & Frutos, M. A. 2009. Rhabdomyolysis due to enzyme deficiency in muscles. *Nefrologia*, 29(1), 77-80.
- Viru, A., & Viru, M. 2003. Análisis y Control del Rendimiento Deportivo. Barcelona: Paudotribo.
- Vretaros, A. 2021. Basquete: Treinamento da Força Funcional. 2ª ed., São Paulo.
- Wolfe, R. R. 2000. Protein supplements and exercise. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(2), 551S-557S.

## Minicurrículo

**Adriano Vretaros.** Preparador Físico de Alto Rendimento, Pós-Graduado em Bases Fisiológicas e Metodológicas do Treinamento Desportivo pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP).

**Como citar:** Vretaros, A. 2022. Controle da carga de treinamento no basquetebol através da ureia: uma revisão narrativa da literatura. *Pubsaúde*, 9, a341. DOI: <https://dx.doi.org/10.31533/pubsaude9.a341>

**Recebido:** 19 mar. 2022.

**Revisado e aceito:** 5 mai. 2022.

**Conflito de interesse:** os autores declaram, em relação aos produtos e companhias descritos nesse artigo, não ter interesses associativos, comerciais, de propriedade ou financeiros que representem conflito de interesse.

**Licenciamento:** Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0).