

ÍNDICES DE HEMATÓCRITO E ERITROPOETINA EM CICLISTAS E SEDENTÁRIOS

Efranci Seliprandy Ribeiro

Bióloga Fac Redentor/ Laboratório de Análises Clínicas Centrolab/RJ
efranci_ribeiro@hotmail.com

Marcos Paulo Machado Thomé

Mestre em Biologia de Água Doce e Pesca Interior/ Faculdade Redentor/RJ
coordbiologia@redentor.edu.br

Pierre Augusto Victor da Silva

Mestrando em Bioengenharia/ Faculdade Redentor/RJ
ISECENSA - Institutos Superiores de Ensino do Censa-Campos dos Goytacazes/RJ
pierreaugusto@gmail.com

Álvaro Dutra de Souza

Especialista em Hematologia/ Faculdade Redentor/RJ
alvarolaboratorio@gmail.com

RESUMO

Devido os ciclistas necessitarem de um alto aporte de oxigênio para a realização de uma competição eficaz o presente estudo objetivou avaliar se os índices de hematócrito e eritropoetina aumentam com a prática de exercício físico como o ciclismo, em relação a pessoas sedentárias. O estudo foi submetido e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Faculdade Redentor em Itaperuna. Os participantes da pesquisa apresentaram faixa etária variando entre 23 a 54 anos, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, preencheram um questionário e em seguida foi realizado a punção venosa e retirada de 5mL de sangue antes e imediatamente após a competição. Os resultados indicam que não houve diferença estatística dos resultados de hematócrito entre sedentários (\bar{x} 42,33/ \pm 2,72) e ciclistas pré (\bar{x} 43,33/ \pm 2,29) e entre este último e ciclistas pós (\bar{x} 43,00/ \pm 1,91) para $p \leq 0,05$. Os resultados referentes a eritropoetina também não se mostraram significativos entre o grupo sedentário (\bar{x} 7,28/ \pm 2,49) e ciclistas pré (\bar{x} 9,44/ \pm 4,37) e entre este último comparado aos ciclistas pós (\bar{x} 8,95/ \pm 3,73). Entretanto, a série branca mostrou-se alterada após a competição. Logo, conclui-se que o tempo de coleta não possibilitou averiguar diferenças significativas das variáveis entre os grupos estudados.

Palavras-chave: Ciclistas, Hematócrito, Eritropoese, Eritropoetina

ABSTRACT

Because cyclists need a high oxygen supply to the realization of an effective competition this study aimed to evaluate whether the rate of hematocrit and erythropoietin increases with physical exercise such as cycling, compared to sedentary people. The study was approved by the research ethics committee of the Redeemer College in Itaperuna. The research participants had age varying from 23 to 54 years old, signed a consent form, completed a questionnaire and then was carried venipuncture and retirement of 5 mL of blood before and immediately after the competition. The results indicate that there was no statistical difference between the results of hematocrit sedentary (42.33 / \pm 2.72) and pre cyclists (43.33 / \pm 2.29) and between the latter and post cyclists (43.00 / \pm 1.91) for $p \leq 0.05$. The results for erythropoietin also was not significant between the sedentary group (7.28 / \pm 2.49) and pre cyclists (9.44 / \pm 4.37) and between the latter compared to cyclists post (8.95 / \pm 3.73). However, the white run was altered after the competition. Therefore, we conclude that the time of collection did not allow variables to determine significant differences between groups.

Keywords: Cyclist, Sedentary, Hematocrit, Erythropoiesis, Erythropoietin

1. INTRODUÇÃO

O ciclismo competitivo surgiu no ano de 1842 na Europa, chegando ao Brasil no final do século XIX (FERMINO, 2008). No Estado do Rio de Janeiro, as provas tiveram início nos anos de 1885 e 1886, sendo promovidas por alguns clubes da época, como o Gymnastico e o Villa Isabel (SCHETINO, 2008).

Esse esporte é tradicional e praticado no mundo todo, no entanto é considerado complexo devido as variadas formas de competição, as quais podem acontecer em uma única prova ou durar cerca de semanas, disputado individualmente ou em equipe (DIEFENTHAELER *et al*, 2007; DIEFENTHAELER & VAZ, 2008; FERMINO, 2008).

Como as provas têm se tornado cada vez mais competitivas, os desportistas ao se preocuparem com a obtenção de melhor rendimento desportivo, realizam treinamento intenso ou fazem uso de substâncias ilícitas como o hormônio eritropoetina. (SAWKA *et al*, 1999; WILMORE *et al*, 2010; AQUINO NETO, 2001). Este é um hormônio endógeno de natureza glicoprotéica e com peso molecular de 30,4 KDa (CRUZ, 2006). Seu principal órgão de produção vai depender do período de vida em que o indivíduo se encontra. Quando no período fetal, o fígado é o principal órgão de produção e quando em uma pessoa adulta normal, este hormônio (EPO) é produzido pelos rins por meio das células do interstício peritubular (CRUZ, 2006; BENTO *et al*, 2003), sendo sua produção neste órgão correspondente a 90% e os outros 10% da produção são realizados pelo fígado e outros órgãos como o cérebro, baço, pulmões e testículos (CRUZ, 2006; GUYTON & HALL, 2006).

Uma forma de estimular a produção desse hormônio é através da prática de exercício físico ou treinamento em elevadas altitudes (TAMANINI, 2010), no qual os tecidos tendem a entrar em hipóxia e conseqüentemente a eritropoetina é sintetizada e levada através da corrente sanguínea até a medula óssea, onde estimula a hematopoese, desempenhando sua ação nas células progenitoras eritrocitária, proporcionando assim um aumento de eritrócitos na circulação sanguínea e conseqüentemente aumento da oxigenação sanguínea, entretanto, esse aumento eritrocitário causa elevação do hematócrito, o que em excesso provoca aumento da viscosidade sanguínea podendo levar o indivíduo a óbito (SAWKA *et al*, 1999; WILMORE *et al*, 2010; AQUINO NETO, 2001; ARTIOLI *et al*, 2007; PARDOS *et al*, 1999).

Logo, para evitar que esse transtorno ocorra, em março de 1997 a União Ciclista Internacional colocou em vigor o controle de hematócrito na prova Paris-Nice, realizando assim a avaliação diária desses índices em vários ciclistas, e adotou como medida preventiva para controlar o uso da eritropoetina valores de hematócrito menor e igual a 50% (PARDOS *et al*, 1999; BENTO *et al*, 2003).

Todavia, para obtenção desses valores, faz-se necessário a realização do hemograma completo que por sua vez nos dá um panorama mais amplo da saúde dos desportistas (FAILACE *et al*, 2009; GROTTTO, 2009; VERRASTRO & LORENZI, 2005), sendo de grande valia também a dosagem de eritropoetina, devido esta ser responsável por estimular a eritropoese (RAPAPORT, 1990).

Diante disso, se faz necessário estudos que busquem compreender a variação dos índices de hematócrito e eritropoetina em praticantes de esporte (ciclismo) e sedentários, realizando assim uma comparação para verificar o possível aumento de glóbulos vermelhos e eritropoetina na circulação sistêmica dos indivíduos praticantes de esporte.

Portanto, o objetivo deste estudo foi verificar se houve aumento dos índices de hematócrito e eritropoetina, além de relatar as possíveis variações dos demais parâmetros hematológicos em ciclistas logo após uma competição e compará-los aos índices dos sedentários.

2. METODOLOGIA

2.1 Aspectos éticos e Público alvo

O estudo foi encaminhado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade Redentor em Itaperuna – RJ, de acordo com o proposto no protocolo de pesquisa nº 01/2012.

Os participantes da presente pesquisa assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido e preencheram um questionário de acordo com as normas regulamentadoras de pesquisas com seres humanos, resolução nº 196 do Conselho Nacional de Saúde.

Ao todo foram analisados doze indivíduos praticantes de ciclismo, no município de Itaperuna/RJ, e outro grupo composto por doze indivíduos que não possuem o hábito de qualquer tipo de atividade física. Ambos os grupos foram formados por indivíduos do sexo masculino, com faixa etária variando de 23 a 54 anos.

Os critérios de inclusão basearam-se em indivíduos do sexo masculino, acima de 20 anos e abaixo de 55 anos e foram excluídos os indivíduos do sexo feminino e aqueles que não se encontravam no intervalo de idade supracitado.

2.2 Coleta e análise das amostras

As amostras do grupo dos praticantes de ciclismo foram obtidas no mês de maio em uma competição de 40Km de percurso (Copa Centrolab), município de Itaperuna. A primeira coleta de sangue foi realizada cerca de 10 minutos após a indução de um repouso dos competidores, em seguida os desportistas iniciaram a competição. Ao término da competição foi tomada a segunda coleta neste grupo.

Para o grupo dos sedentários foi realizada apenas uma coleta no mês de junho. Em ambos os grupos, as amostras de sangue foram obtidas através da punção venosa, retirando-se 5mL de sangue. A partir daí, 2mL foram transferidas para um tubo que continha anticoagulante (EDTA) para obtenção do hematócrito (Coulter T-890) e as outras 3mL foram transferidas para um tubo sem anticoagulante para a obtenção do soro. Os tubos foram identificados com o número destinado a cada indivíduo no questionário, sendo as amostras mantidas em temperatura refrigerada a $\pm 10^{\circ}\text{C}$ até a realização dos exames.

Para a determinação do hematócrito, foi realizado o hemograma completo através do método automatizado, utilizando-se o aparelho Coulter-T 890 e para a eritropoetina, utilizou-se o método de quimiluminescência, o qual é utilizado apenas o soro do indivíduo.

Em ambos os exames, os valores de referência foram aqueles adotados pelo laboratório Centrolab e Hermes Pardini onde as análises foram realizadas, podendo o hematócrito variar entre 40% a 54% e a eritropoetina entre 2,6 a 18,5mUI/mL.

2.3 Análise de dados

A análise estatística foi realizada utilizando o *Test T Independent* no programa SPSS 17,0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA) e para análise gráfica foi utilizado *Sigma Plot 10.0*. As médias, desvios padrão e erros padrão foram obtidos utilizando o programa *Microsoft Office Excel 2007*.

3. RESULTADOS

Constatou-se que antes da competição, não houve diferença estatística significativa para $p \leq 0,05$ entre valores de hematócrito basal dos ciclistas comparados aos sedentários. Apesar da média dos ciclistas ter apresentado um valor superior ($\bar{x}43,33 \pm 2,29$) que a dos sedentários ($\bar{x}42,33 \pm 2,72$) (Tabela 1). Os valores de hematócrito entre sedentários ($\bar{x}42,33 \pm 2,72$) e ciclistas pós ($\bar{x}43,00 \pm 1,91$) competição, também não se mostraram estatisticamente significativo (Tabela 1).

Ao comparar as médias e desvios padrão de hematócrito dos ciclistas pré e pós competição, observou-se que também não houve diferença estatística significativa para $p \leq 0,05$, apesar dos valores basais ($\bar{x}43,33 \pm 2,29$) serem ligeiramente superiores ao pós competição ($\bar{x}43,00 \pm 1,91$) (Tabela 2).

Referente aos dados obtidos do hormônio eritropoetina, foi possível verificar que este se mostrou com concentrações ideais em ambos os grupos (Figura 3 e 4), não havendo diferença estatística significativa entre sedentários ($\bar{x}7,28/\pm 2,49$) e ciclistas pré ($\bar{x}9,44/\pm 4,37$) e entre este último com o ciclista pós ($\bar{x}8,95/\pm 3,73$) (Figura 4).

Através das médias e desvios padrão, pode-se observar que a dosagem da eritropoetina em ciclistas em repouso ($\bar{x}9,44/\pm 4,37$) foi superior aos sedentários ($\bar{x}7,28/\pm 2,49$), porém essa diferença não foi estatisticamente significativa. Baseado nos dados de dosagem da eritropoetina pré ($\bar{x}9,44/\pm 4,37$) e pós competição ($\bar{x}8,95/\pm 3,73$), observa-se que após a competição ocorreu um declínio deste hormônio na maioria dos indivíduos (Tabela 4). Esse fator pode estar relacionado ao esforço físico intenso pelo qual os indivíduos foram submetidos. Apesar deste hormônio ser secretado no momento em que os tecidos entram em hipóxia, a detecção não ocorre de imediato.

Com base no hemograma completo, foi possível verificar tanto valores referentes à série vermelha, como os valores de hematócrito já descritos anteriormente, quanto à série branca, além dos índices hematimétricos dos ciclistas e sedentários (Tabela 2).

As médias dos resultados da série vermelha dos ciclistas revelou um aumento plaquetário após o exercício. Porém, os demais parâmetros como os índices hematimétricos (VCM, HCM, CHCM e RDW) e HGB não sofreram alterações significativas, não sendo estes comparados estatisticamente (Tabela 2).

Ao analisar a média dos leucócitos no presente estudo, observou-se leucocitose (Tabela 2). No entanto, individualmente esse fato não ocorreu em todos os indivíduos, mas esteve presente na maioria deles, sendo que dentre 12, apenas 2 não apresentaram esse quadro.

Quanto a verificação do hábito alimentar, uso da eritropoetina e fármacos, constatou-se que os grupos apresentados mantinham a mesma dieta. Porém quando se tratou das perguntas relacionadas ao hormônio eritropoetina, observou-se que o grau de conhecimento por parte dos ciclistas (41,6%) é maior do que a do grupo dos sedentários (8,4%) e que 100% do grupo dos sedentários nunca fez uso desse hormônio, enquanto que do grupo dos ciclistas, 8,4% já o fez, o que correspondeu a um indivíduo (Tabela 3).

4. DISCUSSÃO

Embora sabendo que o exercício físico provoca alterações hematológicas (PEDERSEN & TOFT, 2000), ainda não está bem compreendida a diferença deste parâmetro entre sedentários e desportistas pré competição, entretanto, espera-se que exista um aumento de hematócrito em desportistas regulares em relação aos sedentários. Wilmore *et al.* (2010), comentam que o volume sanguíneo é um parâmetro que pode variar entre os sexos, de acordo com o porte físico e altitude onde reside. Esse fator pode consequentemente influenciar na concentração do hematócrito. No entanto, assim como a EPO outra variável como a alteração do volume plasmático (BORGES, 2011; MEL'NIKOV *et al.*, 2007; REZENDE *et al.*, 2010) pode contribuir para esta diferença.

Os valores de hematócrito entre sedentários ($\bar{x}42,33/\pm 2,72$) e ciclistas pós competição ($\bar{x}43,00/\pm 1,91$), não se mostraram estatisticamente significativo (Figura 2), assim como em estudo realizado por Schumacher *et al.* (2001), os quais avaliaram atletas de várias categorias desportistas, estando dentre estas o ciclismo. O autor sugere que esse fator pode ter ocorrido devido a expansão do volume plasmático que, consequentemente mascara o estímulo da eritropoese induzida pelo exercício (KARGOTICH *et al.*, 1998).

Médias e desvios padrão de hematócrito dos ciclistas pré e pós competição, não apresentaram diferença estatística significativa para $p \leq 0,05$, apesar dos valores basais ($\bar{x}43,33/\pm 2,29$) serem ligeiramente superiores ao pós competição ($\bar{x}43,00/\pm 1,91$) (Figura 2).

Estes valores corroboram com estudos realizados por Malcovati *et al.* (2003) com jogadores de futebol e Cordeiro *et al.* (2007) com atletas de Kung fu Olímpico. Apesar das modalidades serem diferenciadas, observou-se resultados semelhantes, onde, na fase pré ou inicial ao exercício os valores de

hematócrito mostraram-se ligeiramente superiores a fase pós, porém não foi verificada diferença estatística significativa.

No entanto, segundo Monteiro *et al.*, (2006), o esperado após a competição é uma elevação significativa das taxas de hematócrito, assim como em seu estudo realizado com jogadores de futebol em fase pré temporada, uma vez que Artioli *et al.*, (2007) e Pardos *et al.* (1999) afirmam que a prática de exercício intenso provoca hipóxia fazendo com que os tecidos careçam de maior demanda de oxigênio, desta maneira, a EPO é liberada e estimula a produção dos eritrócitos, os quais contribuem para o aumento do hematócrito.

Neste sentido, Borges (2011) comenta que ao analisar os momentos de coleta em seu estudo, observou que determinados períodos de treinamento intenso em nadadores, o aumento de hematócrito pode estar relacionado tanto à aceleração da eritropoese quanto à redução do volume plasmático, porém, entre o momento de coleta em repouso e após o primeiro período de treinamento, o qual foi caracterizado com período prolongado de exercício e pouco esforço físico, verificou-se redução desse parâmetro.

Dessa forma, podemos verificar que o aumento ou redução do hematócrito não está ligado somente ao estímulo da eritropoetina. Mel'nikov *et al.*, (2007), atribuem a redução na concentração de hematócrito em esquiadores após dois meses de treinamento intenso e moderado, a um processo de hemodiluição provocado pelo acúmulo de água nos vasos sanguíneos devido ao exercício intenso, assim como no estudo realizado por Malcovati *et al.*, (2003) (*op. cit.*).

Em contrapartida, Rezende *et al.* (2010) verificaram aumento dos valores de hematócrito em atletas amadores de meia maratona, e argumentaram que isto pode ter ocorrido devido à perda de água que resultou em uma hemoconcentração.

Entretanto, no presente estudo, a tomada da amostra imediatamente após a atividade não possibilitou tempo suficiente para o aumento dos parâmetros analisados. De fato, Cruz (2006) menciona que o aumento dos eritrócitos na circulação sanguínea é detectado cerca de um a dois dias após o aumento da eritropoetina no plasma.

Os valores desta variável hematológica se mostraram normais para todos os desportistas, enquanto que para o grupo sedentário, três indivíduos apresentaram valores abaixo daqueles considerados ideais para sua análise (Figura 1 e 2).

Após a competição foi possível observar um declínio do hormônio eritropoetina (pré e pós competição) (Figura 4). Esse fator pode estar relacionado ao esforço físico intenso pelo qual os indivíduos foram submetidos. Apesar deste hormônio ser secretado no momento em que os tecidos entram em hipóxia, a detecção não ocorre de imediato.

Berglund *et al.*, (1988) comentam que níveis séricos desse hormônio diminuem com o exercício físico. Neste sentido, estudo realizado por Schwandt *et al.* (2001) com homens treinados pré e pós maratona para verificar as concentrações da eritropoetina no sangue, puderam observar que imediatamente após a maratona não ocorreu aumento significativo, assim como no presente estudo, entretanto, segundo Berglund *et al.*, (1988), após um período de 31 horas esse hormônio começou a aumentar significativamente.

Em virtude desse hormônio beneficiar o transporte de O₂, proporcionando um aumento eritrocitário, passou a ser utilizado de forma exógena. Em consequência disso, casos graves de hematócrito elevado foram detectados, os quais provocaram a morte súbita por comprometimento do coração que teve que trabalhar excessivamente (CANALI e KRUEL, 2001, WILMORE *et al.*, 2010). Sendo assim, foi proposto por médicos e cientistas, com objetivo de prevenir a saúde dos desportistas, um hematócrito limite de 50%. No entanto, existem pessoas que podem apresentar níveis mais elevados que esse naturalmente, como habitantes de regiões com altitude elevada, o que torna difícil a resolução do problema de doping (PARDOS *et al.*, 1999; BENTO *et al.*, 2003; MCARDLE *et al.*, 1988; CANALI e KRUEL, 2001).

Mesmo não havendo diferença estatística significativa entre ciclistas pré e pós e destes comparados aos sedentários, faz-se necessário novos estudos inserindo a investigação de outras variáveis como o volume plasmático e o tempo pós atividade.

4.1 Análise hematológica

Os resultados referentes à plaqueta (Tabela 2) no presente estudo corroboram com os de Mel'nikov *et al* (2007). Ribeiro e Oliveira (2005) menciona que o aumento plaquetário ocorre em resposta a certos agentes agregatórios como o ADP, colágeno e adrenalina e que a prática de exercício intenso provoca aumento das respostas coagulantes e fibrinolíticas. No entanto, os autores supracitados comentam que novos estudos são de grande valia para entender a forma como o exercício altera esse processo.

Os achados hematológicos referentes à série branca possibilitaram verificar que em repouso, ambos os grupos avaliados encontravam-se com valores ideais de glóbulos brancos, uma vez que Failace (2009) afirma que pode ser encontrado de 40 a 70% de neutrófilos e de 20 a 50% de linfócitos na corrente sanguínea. No entanto, no presente estudo, alterações na série branca foram verificadas após a competição (Tabela 2). Estas também foram verificadas em vários estudos como o de Ikarugi *et al* (2003), Cordeiro *et al* (2007), Monteiro *et al* (2006), Ramel *et al* (2004), Natale *et al* (2003) e Borges (2011).

Imediatamente após a competição, foi verificado quadros de linfopenia (Tabela 2). Esse achado corrobora com estudo de Cordeiro *et al* (2007) com atletas de Kung fu Olímpico, os quais observaram esse quadro após 40 minutos de exercício. Crespilho *et al* (2006) e Shephard (1994), comentam que a redução destas células logo após o exercício, pode ocorrer na ordem de 30% a 50% abaixo dos níveis em repouso e permanecer dessa forma por até 6 horas. Esse fator demonstra que o exercício físico influencia de forma significativa na contagem destas células.

Cordeiro *et al* (2007) (*op. cit*) comenta que os exercícios tiveram caráter predominantemente anaeróbico e de alta intensidade e afirma que esse fator promoveu uma queda na contagem de linfócitos que, provavelmente, tenha sido gerada pelas secreções aumentadas de cortisol e catecolaminas. Neste sentido, Leandro *et al* (2002), demonstraram que a apoptose de linfócitos pode ser amenizada com a realização de exercícios moderados de caráter aeróbico em procedimentos experimentais com ratos de laboratório.

Os neutrófilos, provavelmente responderam com aumento significativo após a competição, uma vez observado aumento de leucócitos e redução de linfócitos, assim como em estudo realizado por Cordeiro *et al* (2007) e Natale *et al* (2003). De acordo com Vaisberg e Rosa (2000) o aumento significativo dos neutrófilos ocorre muitas vezes devido à saída destas células dos tecidos periféricos para a corrente sanguínea. Essa situação é confirmada por Shephard (1994) e Nascimento *et al* (2004) que afirmam que esse aumento ocorre em consequência à ação de hormônios, como o cortisol e catecolaminas que segundo Alves e Palermo Neto (2007), este reduz a produção dos linfócitos, impede a migração de granulócitos e produção de anticorpos, dentre outros, devido ao estresse gerado pelo exercício intenso.

Em contrapartida, em estudo realizado com ratos, Crespilho *et al* (2006) não observaram alteração na contagem dos neutrófilos. Os autores supõem que as alterações podem não ter sido detectadas devido o exercício ter sido de intensidade moderada e a coleta realizada após 36 horas pós treinamento, uma vez que a vida destas células após serem liberadas da medula é de 8 horas.

Mackinnon (2000) verificou redução da concentração de neutrófilos, em atletas de elite que realizaram treinamento intenso, imediatamente após a competição e 24 horas após a mesma e argumentou que tal redução deveria ter sido causada devido a uma resposta adaptativa à inflamação crônica resultante de um microtrauma causado pelo exercício intenso, dessa forma, os neutrófilos migraram para o tecido lesado diminuindo sua concentração na corrente sanguínea.

No presente estudo, observou-se leucocitose (Tabela 2). Alterações como esta (leucocitose), durante os períodos de exercício físico também foi observada em outros estudos semelhante, como o de Cordeiro *et*

al (2007), Ikarugi *et al* (2003), Monteiro *et al* (2006) e Natale *et al*, (2003). No entanto, os estudos realizados pelos autores supracitados não foram realizados com ciclistas, mas com modalidades distintas do desporto.

Segundo estudiosos, os neutrófilos são considerados uma população de células que compõem os leucócitos e que tem um aumento significativo em resposta ao exercício físico, sendo considerado o responsável pela leucocitose resultante do exercício (TATE *et al*, 1998), o que provavelmente ocorreu no presente estudo.

De acordo com os estudos de Shephard (1994), Nascimento *et al* (2004) e Cordeiro *et al* (2007), a leucocitose resultante do exercício físico pode estar relacionada à intensidade do exercício que proporciona a saída dos neutrófilos do tecido para a corrente sanguínea, de forma com que ocorra um aumento significativo dessas células (PEDERSEN e TOFT, 2000).

5. CONCLUSÕES

Conclui-se que não houve diferença estatística significativa para $p \leq 0,05$ entre os grupos alvo em relação às variáveis analisadas. Este fator pode estar relacionado ao fato da coleta ter sido realizada imediatamente após o término do percurso e também devido a outros parâmetros, visto que a variação do hematócrito pode ser decorrente não só do hormônio eritropoetina, mas de outros fatores como redução ou expansão do volume plasmático.

Referente à série branca, observou-se variações na contagem de leucócitos, com redução de linfócitos e elevação de neutrófilos. Esse fator pode estar diretamente relacionado a intensidade do exercício e ação de hormônios, como o cortisol e catecolaminas, uma vez que esses provocam aumento na contagem de neutrófilos e reduz a produção dos linfócitos, impedindo a migração de granulócitos e produção de anticorpos, dentre outros, devido ao estresse gerado pelo exercício intenso.

Portanto, faz-se necessário a realização de novos estudos visando a investigação de outros parâmetros como o volume plasmático, tempo de exercício, lesão muscular e insuficiência renal aguda induzida pelo exercício para obtenção de melhores informações a respeito das variações dos parâmetros analisados dos grupos alvo.

6. REFERÊNCIAS

ALVES, G. J.; PALERMO-NETO, J. Neuroimunomodulação: sobre o diálogo entre os sistemas nervoso e imune. **Revista Brasileira de Psiquiatria**. v. 29, n. 4, p. 363-369, 2007.

AQUINO NETO, F. R. O papel do atleta na sociedade e o controle de dopagem no esporte. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 7, n. 4, Jul/Ago, 2001.

ARTIOLI, G. G.; *et al*. Terapia gênica, doping genético e esporte: fundamentação e implicações para o futuro. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 13, n. 5 – Set /Out, 2007.

BENTO, R. M. A.; *et al*. Eritropoetina humana recombinante no esporte: uma revisão. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 9, n. 3, mai/jun, 2003.

BERGLUND, B.; *et al*. Serum erythropoietin in cross-country skiers. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 20, n. 2, p. 208-209, 1988.

BORGES, P. T. **Respostas Fisiológicas Durante uma Temporada de Treinamento em Jovens Nadadores**. 2011. 101 p. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2011.

CANALI, E. S.; KRUEL, L. F. M. Respostas hormonais ao exercício. **Revista Paulista de Educação Física**. São Paulo, v. 15, n. 2, p. 141-53, jul./dez. 2001.

- CORDEIRO, E. M. *et al.* Alterações hematológicas e bioquímicas oriundas do treinamento de combate em atletas de Kung fu Olímpico. **Fitness & Performance Journal**. Rio de Janeiro, v. 6, n. 4, p. 256, jul/ago 2007.
- CRESPILHO, D. M. *et al.* Efeitos do treinamento físico sobre aspectos metabólicos e imunológicos em ratos administrados com dexametasona. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 22, n. 2, p. 109-118, May/Aug. 2006.
- CRUZ, A. M. Resistência aeróbia e eritropoetina. Estudos, **Goiânia**. v. 33, n. 7/8, p.553-572, jul/ago, 2006.
- DIEFENTHAELER, F.; *et al.* Comparação de respostas fisiológicas absolutas e relativas entre ciclistas e triatletas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte** v. 13, n. 3, Mai/Jun, 2007.
- DIEFENTHAELER, F.; VAZ, M. A. Aspectos Relacionados à Fadiga Durante o Ciclismo: Uma Abordagem Biomecânica. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 14, n.5, Set/Out, 2008.
- FAILACE, R.; FERNANDES, F. B.; FAILACE, R. Hemograma. In_____. **Hemograma: manual de interpretação**. 5. ed. Porto Alegre: ArTmed, 2009.
- FERMINO, F. R. **Ciclismo de velocidade: uma proposta de controle da preparação física especial**. 2008. 169 p. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- GUYTON, A. C; HALL, J. E. Transporte de Oxigênio e Dióxido de Carbono no Sangue e nos Líquidos Teciduais. In:_____. **Tratado de Fisiologia Médica**. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- GROTTO, Helena Z. W. O hemograma: importância para a interpretação da biópsia. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**. v. 31, n. 3, São Paulo, 2009.
- IKARUGI, H. *et al.* J. High intensity exercise enhances platelet reactivity to shear stress and coagulation during and after exercise. **Pathophysiol. Haemost., Thromb.** v. 33, n. 127, p.133, 2003.
- KARGOTICH, S. *et al.* The Influence of Exercise Induced Plasma Volume Changes on the Interpretation of Biochemical Parameters Used for Monitoring Exercise, Training and Sport. **Sports Medicine**, v. 26, n. 2, p. 101 – 117, Aug, 1998.
- LEANDRO, C. *et al.* Exercício físico e sistema imunológico: mecanismos e integrações. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**. v. 2, n. 5, p.80-90, 2002.
- MACKINNON, L. T. Overtraining effects on immunity and performance in athletes. **Immunology and Cell Biology**. v. 78, p. 502–509, 2000.
- MALCOVATI, L.; *et al.* Hematologic passport for athletes competing in endurance sports: a feasibility study. **Haematologica**. v.88, p.570-581, 2003.
- McARDLE, W. D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. **Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho físico**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.
- MEL'NIKOV, A. A.; *et al.* Relationship of inflammatory activity with biochemical parameters of the blood and sympathovagal balance of young athletes. **Human Physiology**, v. 33, n. 5, p 624-631, 2007.
- MONTEIRO, A. N.; *et al.* Perfil hematológico y de reservas de macronutrientes en jugadores de fútbol de distintos niveles. **Fitness & Performance Journal**. v.5, n. 3, p. 129-133, 2006.

- NASCIMENTO, E. *et al.* O exercício físico crônico altera o perfil leucocitário e a taxa de fagocitose de ratos estressados. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto.** v. 4, n.3, p. 26-33, 2004.
- NATALE, V. M. *et al.* Effects of three different types of exercise on blood leukocyte count during and following exercise. **Sao Paulo Medicine Journal.** v.121, n.1, p. 09-14, 2003.
- REZENDE, N. de. F. *et al.* Influência da meia maratona na resposta hematológica em atletas amadores. **Revista Digital Buenos Aires,** v. 15, n. 147, Agosto de 2010.
- PARDOS, C. L. *et al.* Doping sanguíneo e eritropoetina. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** vol. 5, n. 1, jan/fev, 1999.
- PEDERSEN, B. K.; TOFT, A. D. Effects of exercise on lymphocytes and cytokines. **British Journal of Sports Medicine.** v. 34, p. 246–251, 2000.
- RAMEL, A.; *et al.* Correlations between plasma noradrenaline, concentrations, antioxidants, and neutrophil counts after submaximal resistance exercise in mem. **British Journal of Sports Medicine.** v. 38, 2004.
- RAPAPORT, S. I. Eritropoiese. In: _____. **Introdução à hematologia.** 2. ed. São Paulo: Roca, 1990.
- RIBEIRO, J. L.; OLIVEIRA, A. R. Efeitos do exercício e do treinamento físico na hemostasia. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia.** v. 27, n. 2, p. 213-220, 2005.
- SAWKA, M. N. *et al.* O uso do doping sanguíneo como recurso ergogênico. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** vol. 5, n. 5, set./out. 1999.
- SHEPHARD, R. J. Actividad Física y Sistema Inmunológico. Proceedings. **Resúmenes del 3er Simposio Internacional de Actualización en Ciencias Aplicadas al Deporte.** 1994.
- SCHETINO, A. M. A história da bicicleta e do ciclismo no Rio de Janeiro na transição dos séculos XIX e XX. **Revista do Instituto Histórico Geográfico Brasileiro.** Rio de Janeiro. v.169, n. 439, p. 113-130, abr./jul. 2008.
- SCHUMACHER, Y. O. *et al.* Hematological indices and iron status in athletes of various sports and performances. **Medicine & Science in Sports & Exercise.** v.34, n.5, p.869-875, 2002.
- SCHWANDT, H. J. *et al.* Influence of prolonged physical exercise on the erythropoietin concentration in blood. **European Journal of Applied Physiology.** v. 63, p. 463-466, 1991.
- TAMANINI, S. O envelhecimento e a relação de perdas e ganhos com a prática esportiva. **Polêmica.** v. 9, n. 2, p. 84 – 91, abril/junho 2010.
- TATE, D. B.; *et al.* Acute Effects of Maximal Exercise and Heat Stress on NK Cell Activity. **JEPonline** v. 1, n. 2, 1998.
- ROSA, L. F. P. B. C.; VAISBERG, M. W. Influências do exercício na resposta imune. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte.** v. 8, n. 4, Jul/Ago, 2002.
- VERRASTRO, T.; LORENZI, T. F. Hemograma. In VERRASTRO, T.; LORENZI, T. F.; WENDEL NETO, S. **Hematologia e Hemoterapia.** 1. ed. São Paulo: Atheneu, 2005.
- WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L.; KENNEY, W. L. Recursos ergogênicos auxiliares e esporte In: _____. **Fisiologia do esporte e do exercício.** 4. ed. São Paulo: Manole, 2010.

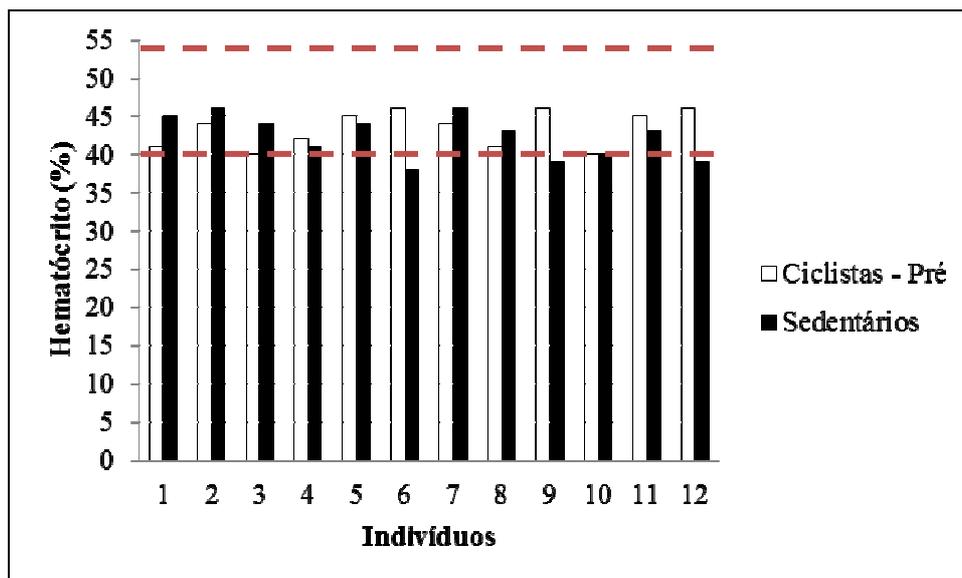


Figura 1. Comparação dos resultados obtidos para os índices de hematócrito (%) de ambos os grupos, ciclistas (pré) e sedentários, com os valores de referência do laboratório e da literatura (40% a 54%) para esta análise. Resultados estão expressos em porcentagem, n = 12 por grupo. A linha pontilhada indica os valores de referência mínimo e máximo da dosagem de hematócrito

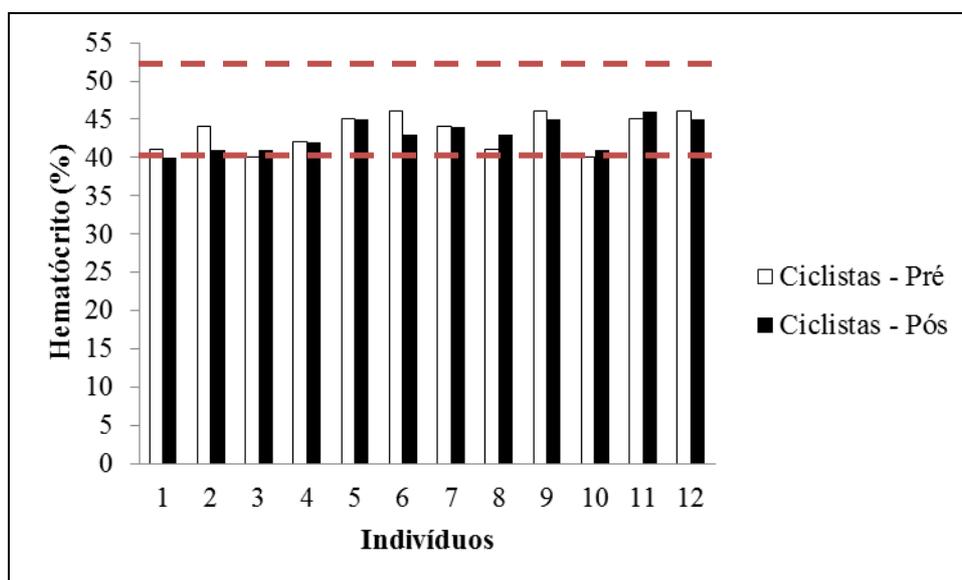


Figura 2. Comparação dos resultados obtidos para os índices de hematócrito (%) dos grupos de ciclistas (pré e pós), com os valores de referência do laboratório e da literatura (40% a 54%) para esta análise. Resultados estão expressos em porcentagem, n = 12 por grupo. A linha pontilhada indica os valores de referência mínimo e máximo da dosagem de hematócrito

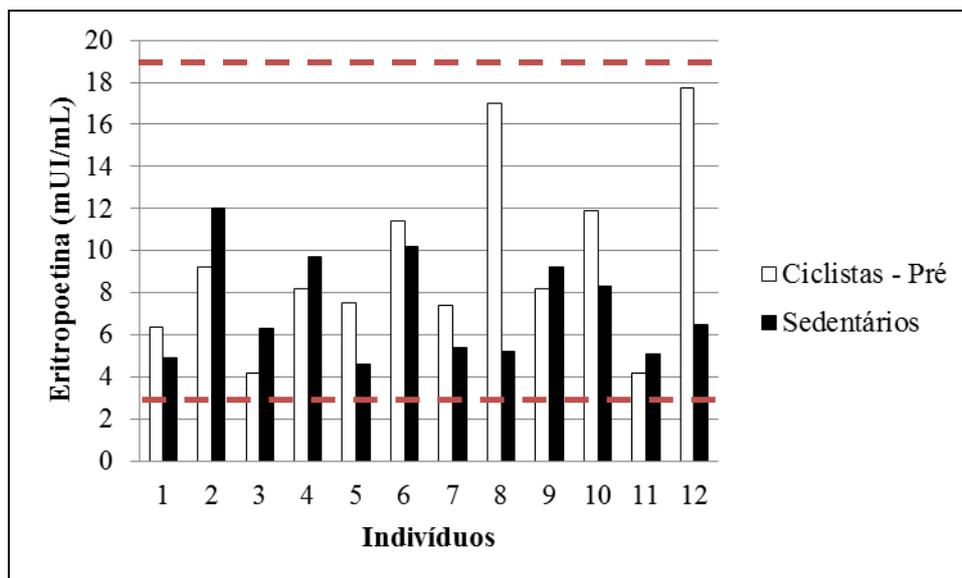


Figura 3. Comparação dos resultados obtidos para os índices de eritropoetina (mUI/mL) de ambos os grupos, ciclistas (pré) e sedentários, com os valores de referência do laboratório (2,6 a 18,5mUI/mL) para esta análise. Resultados estão expressos em (mUI/mL), n = 12 por grupo. A linha pontilhada indica os valores de referência mínimo e máximo da dosagem de eritropoetina

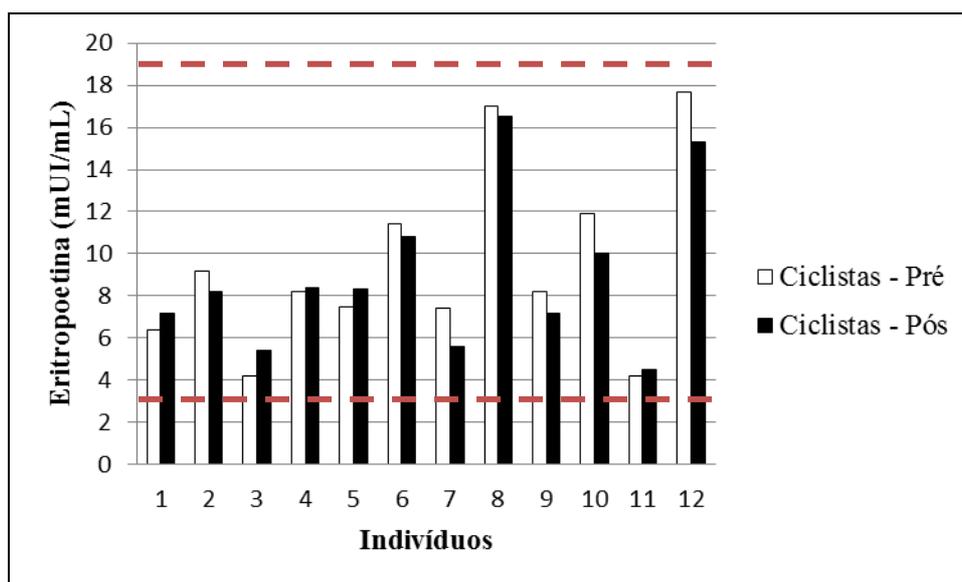


Figura 4. Comparação dos resultados obtidos para os índices de eritropoetina (mUI/mL) do grupo dos ciclistas (pré e pós), com os valores de referência do laboratório (2,6 a 18,5mUI/mL) para esta análise. Resultados estão expressos em (mUI/mL), n = 12 por grupo. A linha pontilhada indica os valores de referência mínimo e máximo da dosagem de eritropoetina

Tabela 1 – Valores médios (\bar{x}), Desvio Padrão (DV) e Erro Padrão (EP) para Hematócrito (HCT %) e Eritropoetina (EPO mU/mL) em Ciclistas Pré (C Pré), Ciclistas Pós (C Pós) e Sedentários (Sd) para $p \leq 0,05$ no Teste *T Student*.

VARIÁVEIS	CICLISTA PRÉ	CICLISTA PÓS	SEDENTÁRIOS
	$\bar{x} \pm DV$ EP	$\bar{x} \pm DV$ EP	$\bar{x} \pm DV$ EP
HCT (%)	43,33±2,29 0,66	43,00±1,91 0,55	42,33±2,72 0,78
EPO (mU/mL)	9,44±4,37 1,26	8,95±3,73 1,08	7,28±2,49 0,72

Tabela 2 – Valores médios (\bar{x}), Desvio Padrão (DV) e Erro Padrão (EP) para Índices Hematimétricos (WBC, RBC, MCV, MCH, MCHC), Hemoglobina (HGB), Plaquetas (PLT) e Linfócitos em Ciclistas Pré (C Pré), Ciclistas Pós (C Pós) e Sedentários (Sd)

DADOS	CICLISTAS PRÉ	CICLISTA PÓS	SEDENTÁRIOS
	$\bar{x} \pm DV$ EP	$\bar{x} \pm DV$ EP	$\bar{x} \pm DV$ EP
WBC	7,35±1,04 0,30	13,29±3,78 1,09	7,12±0,78 0,22
RBC	4,64±0,29 0,08	4,72±0,34 0,09	5,08±0,39 0,11
HGB	14,59±0,82 0,23	14,5±0,70 0,20	15,11±0,76 0,22
MCV	91,45±3,21 0,92	91,31±3,27 0,94	84,80±3,83 1,10
MCH	32,70±1,20 0,34	32,55±1,26 0,36	30,12±1,60 0,46
MCHC	35,75±0,35 0,10	35,64±0,61 0,17	35,30±0,94 0,27
PLT	178,45±26,72 7,71	212,25±48,56 14,01	206,25±63,79 18,41
LINF	30,41±6,80 1,96	12,75±4,13 1,19	31,83±4,48 1,29

Tabela 3 – Valores percentuais (%) das resposta de ciclistas e sedentários referentes ao hormônio eritropoetina

PERGUNTA	Ciclistas		Sedentários	
	SIM (%)	NÃO (%)	SIM (%)	NÃO (%)
Sabe o que é eritropoetina?	41,6%	58,4%	8,4%	91,6%
Faz uso da EPO?	8,4%	91,6%	0%	100%
Sabe qual o efeito do uso da EPO?	41,6%	58,4%	8,40%	91,6%