UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE DE RIBEIRÃO PRETO

MARCEL FREZZA PISA

**Estudo dos possíveis efeitos do treinamento físico ao longo de uma
temporada de treinamento sobre o eixo GH/IGF-I, proteínas de
ligação dos IGFs em atletas de voleibol**

Ribeirão Preto
2017

MARCEL FREZZA PISA

Estudo dos possíveis efeitos do treinamento físico ao longo de uma temporada de treinamento sobre o eixo GH/IGF-I, proteínas de ligação dos IGFs em atletas de voleibol

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção de título de Mestre em Aspectos Biodinâmicos da Atividade Física e Esporte.

Orientador: Profº Dr. Enrico Fuini Puggina

Ribeirão Preto
2017

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Pisa, Marcel Frezza

Estudo dos possíveis efeitos do treinamento físico ao longo de uma temporada de treinamento sobre o eixo GH/IGF-I, proteínas de ligação dos IGFs em atletas de voleibol. Ribeirão Preto, 2017.

52 p. : il. ; 30 cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Educação Física.

Orientador: Puggina, Henrico Fuini.

1. IGF-I. 2. IGFBP-3. 3. Temporada de treino. 4. Voleibol. 5. Marcadores metabólicos.

PISA, Marcel Frezza

Título: Estudo dos possíveis efeitos do treinamento físico ao longo de uma temporada de treinamento sobre o eixo GH/IGF-I, proteínas de ligação dos IGFs em atletas de voleibol.

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para a obtenção de título de Mestre em Aspectos Biodinâmicos da Atividade Física e Esporte.

.

Aprovado em:

Banca examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

DEDICATÓRIA

Dedico a finalização deste trabalho aos meus pais, Geraldo e Silvana, que sempre me deram o suporte necessário para me dedicar ao que era de minha vontade, desde a dedicação ao esporte até a vida acadêmica, são eles grandes responsáveis por todas as conquistas alcançadas, além disso, são exemplos de respeito, idoneidade, amor, honestidade e minhas referências em vida. Nós sabemos que não foi nada fácil chegar até aqui, quantas fases difíceis enfrentamos, quantas barras vocês seguraram e se pararmos para pensar, essa foi a etapa de maior calmaria em nossas vidas e, vocês sempre na retaguarda apoiando a mim e meus irmãos. Amo vocês.

A minha irmã, Dra. Lícia, irmã mais velha que sempre cumpriu seu papel de zelar pela ordem e que é exemplo de responsabilidade, disciplina e dedicação. Até as suas implicâncias e brigas serviram para me fazer crescer e hoje agradeço por isso, mas, você era bem chata! rs

Ao meu irmão, Samuel, juntos em tantas lembranças durante nossa infância e adolescência e que foi pioneiro em tantas coisas em nossa família, sempre muito competente em tudo que faz, se transformando em exemplo de coragem e de pessoa para nós. Amo vocês também.

Por último, a minha avó, Dona Wanda, que nos deixou em novembro desse ano no auge de seus 99 anos, sempre alegre e de bem com vida. Inconscientemente nos deixou a mensagem do sorriso para encarar os problemas e a felicidade em aproveitar a vida aqui na Terra. Descanse em paz Vó.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que passaram em minha vida e de alguma forma, positiva ou negativa, me ajudaram a me transformar na pessoa que sou, desde os professores e amigos de ensino fundamental e médio, aos amigos de equipe, professores e amigos da faculdade, amigos da vida, amores, namoradas, colegas de trabalho até as pessoas que nem sabem a importância que tem.

Agradeço ao meu orientador Prof^o Dr. Enrico Pugina pelas dúvidas sanadas, pelos ensinamentos e por todo suporte e orientação necessários para a conclusão desse projeto. Agradeço também ao Prof^o Dr Hugo Tourinho Filho por todo conhecimento compartilhado nesses anos de grupo de estudos, pelas risadas e sem o qual esse projeto não teria começado. Tenho vocês dois como exemplo de ser humano e de profissional, sendo referências nos dois aspectos.

Agradeço as colegas de grupo GHECA, Eike Bianchi, Rafael Fornel, Arthur Zecchin e Henrique Santa Capita pelas dúvidas sanadas, conhecimento compartilhado e ajuda na preparação e tratamento das amostras.

Aos colegas de grupo GEDEFITE pela ajuda com estatística e outros detalhes do projeto.

A nutricionista e parceira de pós-graduação Marília Mansur por sempre estar disponível para ajudar nas coletas, pela companhia nas viagens semanais e pela parceria durante esses dois anos.

A enfermeira Michele por se voluntariar e ajudar em todas as coletas.

Ao meu amigo/irmão Leonardo Gaspar Gomes pela prontidão e disponibilidade para ajudar nas coletas.

Sem vocês nada disso seria possível.

Meu sincero muito obrigado a todos!

Autor: PISA, Marcel Frezza

Título: Estudo dos possíveis efeitos do treinamento físico ao longo de uma temporada de treinamento sobre o eixo GH/IGF-I, proteínas de ligação dos IGFs em atletas de voleibol.

RESUMO

Os hormônios de crescimento, principalmente os do eixo GH/IGF-I são responsáveis pelo crescimento tecidual e estrutural desde o nascimento. O GH produzido na hipófise é um hormônio com funções metabólicas e anabólicas e é o principal estimulador da síntese e liberação do IGF-I no fígado que tem suas ações endócrinas, parácrinas e autócrinas mediadas pelas IGFBPs. O exercício físico está intimamente ligado à função anabólica, estimulando a secreção e a ação dos hormônios do eixo GH/IGF-I. Existe a hipótese de haver um comportamento bifásico do eixo durante uma temporada de treinamento, caracterizado por uma fase catabólica, seguida de uma fase anabólica dependendo das fases do treinamento, porém vários estudos têm resultados controversos. O objetivo desse projeto foi investigar o impacto de uma temporada de treinamento em atletas de voleibol sobre o eixo GH/IGF-I e IGFBP-3 e sua relação com desempenho em testes físicos. A amostra foi composta por 10 jogadores de Voleibol categoria adulto da equipe de Franca-SP que foram analisados no início(A1), durante(A2) e ao final(A3) de 15 semanas de treinamento. Foram analisados dados antropométricos, altura de salto e potência de membros inferiores no *Squat Jump* (SJ), *Counter Movement Jump*(CMJ)e *Drop Jump* 40 cm (DJ40), Índice de Força Reativa (IFR), Razão de Utilização Excêntrica (RUE) e concentrações de IGF-I e IGFBP-3. Para as análises estatísticas foram utilizadas ANOVA de medidas repetidas, Magnitude de Efeito (ES) e Probabilidade Quantitativa de Chances (QC). Os resultados mostram redução dos valores de Massa Corporal Total (MCT), Percentual de Gordura Corporal (%GC), Massa Magra (MM) e Massa Gorda (MG), com menor valor em A3, os resultados dos saltos apresentaram aumento linear com diferença estatística ($p < 0,05$) no DJ40 em A3. A sessão de treino não teve influência sobre as concentrações de IGF-I e IGFBP-3, indicando que a intensidade de disputa dessa modalidade não é capaz de alterar as concentrações desses hormônios. Não foi verificada diferença estatística ($p < 0,05$) entre as coletas durante o período de treinamento, mas, as análises de ES e QC indicam tendência de aumento do IGF-I em A3. O comportamento bifásico do eixo GH/IGF-I não foi observado nesse estudo, possivelmente devido a forma de planejamento do período de treinamento, contudo, o IGF-I apresentou maiores concentrações em A3 coincidindo com os maiores resultados de altura de salto. Com esses resultados foi possível inferir que a concentração de IGF-I está correlacionada positivamente com o desempenho físico de atletas de voleibol e que a redução ou a incapacidade de aumento de IGF-I pode ser um sinal de alerta para atletas e treinadores. Ainda assim, são necessários novos estudos para investigar se o treinamento terá efeitos semelhantes durante longos períodos de treinamento, períodos de treinamento com maior intensidade, diferentes fases durante o período de preparação ou competição produzirão respostas hormonais semelhantes.

Palavras-chave: IGF-I. IGFBP-3. Temporada de treino. Voleibol. Marcadores metabólicos.

Author: PISA, Marcel Frezza

Title: Study of possible effects of physical training over a training season on the GH/IGF-I axis, and IGFs binding proteins in volleyball athletes

ABSTRACT

Growth hormones, especially the GH/IGF-I axis is responsible for tissue and structural growth from birth. GH produced in the pituitary gland is a hormone with metabolic and anabolic functions and is the main stimulator for the synthesis and release of IGF-I in the liver that has its endocrine, paracrine and autocrine actions mediated by IGFBPs. Physical exercise is closely linked to anabolic function, stimulating the secretion and action of the hormones of the GH/IGF-I axis. There is a hypothesis of a biphasic behavior of the axis during a training season, characterized by a catabolic phase, followed by an anabolic phase depending on the training phases, but several studies have controversial results. The objective of this project was to investigate the impact of a training season on volleyball athletes on the GH/IGF-I axis and IGFBP-3 and its relation to performance in physical tests. The sample consisted of 10 adult category Volleyball players from the Franca-SP team who were analyzed at baseline (A1), during (A2) and at the end (A3) of 15 weeks of training. Anthropometric data, jump height and power of lower body in *Squat Jump* (SJ), Counter Movement Jump (CMJ) e Drop Jump 40 cm (DJ40), Reactive Force Index (RFI), Eccentric Usability Ratio (EUR) and IGF-I and IGFBP-3 concentrations were analyzed. Statistical analyzes were performed using repeated measures ANOVA, Effect Size test (ES) and Probability of Quantitative Chances(QC). The results show a reduction in Total Body Mass (TBM) values, Percentage of Body Fat (%BF), Lean Mass (LM) and Fat Mass (FM), with a lower value in A3, the jump results showed a linear increase with a statistical difference ($p < 0.05$) in DJ40 in A3. The training session had no influence on the concentrations of IGF-I and IGFBP-3, indicating that the intensity of contention of this modality is not able to alter the concentrations of these hormones. There was no statistically significant difference ($p < 0.05$) between the collections during the training period, but the ES and QC analyzes indicated an upward trend in IGF-I in A3. The biphasic behavior of the GH/IGF-I axis was not observed in this study, possibly due to the planning of the training period, however, IGF-I presented higher concentrations in A3 coinciding with higher jump height results. With these results it was possible to infer that the concentration of IGF-I is positively correlated with the physical performance of volleyball athletes and that the reduction or inability to increase IGF-I may be a warning signal for athletes and coaches. Still, further studies are needed to investigate whether training will have similar effects during long periods of training, more intense training periods, different phases during the preparation or competition period will produce similar hormonal responses.

Key words: IGF-1. IGFBP-3. Training season. Volleyball. Metabolic markers.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Período de treinamento e coletas.....	23
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Valores de altura de salto nos testes SJ, CMJ e DJ.....	32
Gráfico 2: Valores de IGF-I nos momentos pré e pós sessão de treinamento.....	36
Gráfico 3: Valores de IGFBP-3 nos momentos pré e pós sessão de treinamento.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores de Altura, MCT, %GC, MM e MG	30
Tabela 2: Valores de altura de salto nos testes SJ, CMJ e DJ.....	31
Tabela 3: Valores de Pt/kg SJ (W), Pt/kg CMJ (W), RUE e IFR.....	34
Tabela 4: Valores das concentrações de IGF-I e IGFBP-3 pré e pós sessão de treinamento..	35
Tabela 5: Correlação entre as contrações de IGF-I e os testes de salto.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS

%GC: Percentual de gordura corporal

DC: Dobras cutâneas

A1: Primeiro momento de coleta

A2: Segundo momento de coleta

A3: Terceiro momento de coleta

CAE: Ciclo alongamento-encurtamento

CMJ: *conter moviment jump*

DJ: *Drop jump*

DJ40: *Drop jump 40 cm*

ES: *Effect size*

GH: *Growth hormone*

GHRH: *Growth hormone releasing hormone*

IFR: Índice de força reativa

IGF-I: *Insulin-like growth factor I*

IGF-II: *Insulin-like growth factor II*

IGF-IR: *Insulin-like growth factor I receptor*

IGF-IIR: *Insulin-like growth factor II receptor*

IGFBP-1: *Insulin-like growth factor binding protein 1*

IGFBP-2: *Insulin-like growth factor binding protein 2*

IGFBP-3: *Insulin-like growth factor binding protein 3*

IGFBP-4: *Insulin-like growth factor binding protein 4*

IGFBP-5: *Insulin-like growth factor binding protein 5*

IGFBP-6: *Insulin-like growth factor binding protein 6*

IL-1 β : *Interleucin 1 beta*

IL-1ra: *Interleucin 1 receptor antagonist a*

IL-6: *Interleucin 6*

Kg: quilograma

MCT: Massa corporal total

MG: Massa gorda

mm: milímetros

ml: mililitros

MM: Massa magra

Pt/Kg: Potência relativa ao peso corporal
QC: Probabilidade quantitativa de chances
R24: Recordatório alimentar de 24 horas
RUE: Razão de utilização excêntrica
SRIF: *Growth hormone inhibit hormone*
TC: Tempo de contato
TNF- α : *Tumoral necrose factor alfa*
TS: Tempo de salto
W: *Watts*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3. OBJETIVOS.....	21
3.1 Objetivo Geral.....	21
3.2 Objetivos Específicos.....	21
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
4.1 População da amostra.....	22
4.2 Momento das coletas.....	22
4.3 Sessão de treinamento.....	23
4.4 Medidas Antropométricas.....	24
4.4.1 Altura e Massa Corporal Total.....	24
4.4.2 Determinação do Percentual de Gordura Corporal.....	24
4.4.3 Determinação da gordura absoluta e massa magra.....	24
4.5 Coleta de sangue.....	25
4.6 Determinação dos níveis séricos de GH, IGF-1 e IGFBP-3.....	25
4.7 Teste de potência de membros inferiores.....	26
4.7.1 Protocolo de testes.....	26
4.7.2 Determinação de Potência Relativa, Razão de Utilização Excêntrica e Índice de Força Reativa.....	26
4.8 Tratamento estatístico.....	27
4.9 Recordatório alimentar.....	28
5. RESULTADOS	28
6. DISCUSSÃO.....	37
7. CONCLUSÕES.....	44
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
10. ANEXOS.....	50
10.1 ANEXO I – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	50

1. INTRODUÇÃO

Os hormônios do eixo GH/IGF-I são responsáveis pelo crescimento somático e tecidual em diversas espécies, entre elas o ser humano. O GH é um hormônio com funções anabólicas, atuando no crescimento de diversos tecidos como o tecido muscular e ósseo; e metabólicas, alterando o fluxo de síntese e degradação de nutrientes como a glicose e os lipídeos. A função anabólica do GH é otimizada mediante interação com o IGF-I produzido, mais abundantemente, no fígado, através da sinalização de GH e em outros órgãos, realizando suas funções endócrinas, parácrinas e autócrinas (MARTINELLI JR; CUSTÓDIO; AGUIAR-OLIVEIRA, 2008).

Evidências comprovam que a prática de exercícios físicos durante a infância, adolescência e vida adulta pode ter influência no crescimento e desenvolvimento da massa muscular e da massa óssea pois, o exercício físico está intimamente ligado à função anabólica, estimulando a secreção e a ação do eixo GH/IGF-I (MARTINELLI JR; CUSTÓDIO; AGUIAR-OLIVEIRA, 2008). Por outro lado, há uma série de estudos que trouxeram dados de diminuição dos níveis de GH e IGF-I circulantes após realização de programas de treinamento, ao invés do aumento que era esperado. A diminuição nos níveis de GH e IGF-I remete a um estado catabólico, onde é esperada a redução das capacidades físicas e massa corporal, porém, estudos mostraram aumento na capacidade cardiorrespiratória e manutenção da massa magra mesmo com redução nos níveis de GH e IGF-I (ELIAKIM *et al.*, 1996, 1998; NEMET *et al.*, 2002).

Segundo Rarick *et al.* (2007) o comportamento dos níveis circulantes de IGF-I talvez indique que não há uma relação estreita entre as alterações do IGF-I induzidas por um curto período de treino com as adaptações provocadas por um período mais longo de treinamento. Especula-se que o eixo GH/IGF-I pode apresentar um comportamento bifásico ao longo de uma temporada de treinamento que pode ser influenciada pelas fases do treinamento e acredita-se na possibilidade de haver uma fase marcada por estado catabólico seguida por um estado anabólico. (ELIAKIN *et al.*, 1998; ELIAKIN; NEMET, 2010).

Ainda são poucos os estudos sobre o comportamento dos mediadores anabólicos durante uma temporada de treinamento e segundo Nemet *et al.* (2004), não se sabe o que provoca a diminuição de IGF-I durante os períodos de treino intenso, ou o aumento ótimo durante períodos de polimento e redução da intensidade de treinamento. No entanto, acredita-se que a incapacidade para aumentar a circulação os níveis de IGF-I antes da competição alvo deve ser um sinal de alarme, tanto para o atleta quanto para seu treinador, de que o estado geral do atleta não é o ideal. Questiona-se ainda, se as respostas dos níveis de IGF-I e IGF-BP-3 encontradas após sessões agudas de treinamento podem diferir das respostas observadas durante

uma temporada de treinamento, mediante as adaptações provocadas em diferentes períodos da preparação atlética, além da possibilidade de poder variar entre os diferentes esportes e suas formas de planejamento (ELIAKIN *et al.* 1998; ELIAKIN; NEMET, 2013).

Sendo assim, levantamos a hipótese de que as concentrações desses hormônios, dosados em momentos diferentes de preparação, durante a temporada de treinamento de atletas de Voleibol da categoria adulto, acompanha a mudança da performance física dos atletas, podendo servir como marcador de estado de treinamento e que o monitoramento dessas variáveis pode servir de indicador metabólico para aumentar ou diminuir a intensidade dos treinamentos.

Para verificar as informações levantadas acima, assim como produzir conhecimento sobre o comportamento das concentrações de IGF-I e IGFBP-3 mediante treinamento físico prolongado, este estudo teve como objetivo analisar os efeitos de uma temporada de treinamento de voleibol sobre o eixo GH/IGF-1 e suas possíveis associações com variáveis determinantes do desempenho no voleibol.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O hormônio do crescimento (GH – *growth hormone*), também conhecido como somatotropina ou hormônio somatotrópico é produzido pelos somatotrofos da hipófise, mais precisamente na hipófise anterior (adenohipófise) e em sua forma predominante corresponde a aproximadamente 75% do GH circulante. A hipófise é um pequeno órgão, cujo peso é de cerca de 0,5 g, localizado na sela túrcica do osso esfenoide, ela liga-se por um pedúnculo ao hipotálamo na base do cérebro, com o qual guarda importantes relações anatômicas e funcionais. A hipófise pode ser dividida em lobo anterior e lobo posterior. O GH é constituído por uma cadeia única de 198 aminoácidos com duas pontes dissulfídricas internas, o que lhe oferece peso molecular de 22 kilodaltons (kDa) (MARTINELLI JR; CUSTÓDIO; AGUIAR-OLIVEIRA, 2008).

O GH é o hormônio mais abundante secretado pela adenohipófise (BAUMMAN, 1991). A secreção de GH na adenohipófise é regulada por dois mecanismos distintos, um inibidor e um estimulador: a somatostatina (SRIF, *growth hormone inhibiting hormone*) que inibe a secreção de GH e o hormônio liberador de GH (GHRH, *growth hormone releasing hormone*). Tanto a síntese de GHRH como a de SRIF são influenciadas por diversos neurotransmissores, tais como a serotonina, a dopamina, a acetilcolina e a noradrenalina (WELTMAN *et al.*, 2000).

Hormônios periféricos como a insulina e os glicocorticóides também influenciam a produção de GHRH e de SRIF, alterando a síntese do GH. A síntese de GH é regulada também por mecanismo de *feedback* negativo (retroalimentação negativa): a elevada concentração do GH na circulação pode promover redução de estímulos à sua síntese na adenohipófise e/ou reduzir a interação com seus receptores nos tecidos corporais, atenuando seus efeitos (STROBL; THOMAS, 1994). Outros diversos fatores podem influenciar a secreção do GH, incluindo o estado nutricional, a quantidade de sono e de gordura corporal, o estresse e a prática da atividade física ou grau de treinamento (CRUZAT *et al.*, 2008).

O GH é por função um hormônio anabólico, que atua principalmente no tecido ósseo e muscular; e metabólico, alterando o fluxo, a oxidação e o metabolismo de praticamente todos os nutrientes na circulação (STROBL; THOMAS, 1994; SPERLING, 2016).

Em relação ao metabolismo lipolítico e glicolítico, as ações diretas do GH são antagonistas aos efeitos provocados pela insulina e são justamente esses efeitos que caracterizam o GH como um hormônio “diabetogênico”, ou seja, que aumenta a concentração de glicose circulante e, conseqüentemente, estimula a liberação de mais insulina para manter a glicemia adequada (PELL, 1990). Nesse sentido, o GH promove diminuição da oxidação da glicose e de sua captação em vários tecidos, aumento da lipólise e da oxidação de ácidos graxos no tecido adiposo e na musculatura esquelética e cardíaca, e estímulo para a produção hepática de glicose, principalmente, pela ativação da glicogenólise (PELL, 1990; CRUZAT *et al.*, 2008).

Entre os efeitos indiretos do GH, de fato, o mais importante é a modulação da síntese do IGF-I. O IGF-I, anteriormente conhecido como Somatomedina C, é um fator de crescimento peptídico que apresenta elevado grau de homologia estrutural com a pró-insulina, e têm atividade sobre o metabolismo intermediário, a proliferação, o crescimento e a diferenciação celular. Os IGF-I e IGF-II são moléculas de cadeia única com pesos moleculares de 7.649 e 7.471 daltons, respectivamente, e compartilham resíduos idênticos em 45 posições e 62% de homologia entre si (JONES, 1995). O sistema de sinalização do IGF-I tem um importante papel no crescimento e desenvolvimento de vários tecidos, e é um importante mediador de crescimento pós-natal.

Segundo Charles e Roberts (2005) o IGF-I é produzido por numerosos outros órgãos incluindo o rim, pulmão e ossos, e exerce efeito endócrino, parácrino e autócrino. A secreção de IGF-I ocorre gradualmente em vários órgãos e tecidos conforme a demanda, visto que não existe um órgão de armazenamento.

Sabe-se, atualmente, que para que o crescimento seja adequado tanto o IGF circulante, de origem principalmente hepática, quanto os IGFs produzidos nos tecidos são fundamentais. Este conceito reforça a importância das ações endócrinas, parácrinas e autócrinas dos IGFs.

Os IGFs exercem suas ações mediante interação com dois diferentes receptores denominados receptores de IGF tipo I (IGF-IR) e tipo II (IGF-IIR). A maioria das ações conhecidas dos IGFs é mediada via IGF-IR, não sendo ainda claro o papel fisiológico do IGF-IIR (MARTINELLI JR; CUSTÓDIO; AGUIAR-OLIVEIRA, 2008).

Os IGFs associam-se à família de proteínas transportadoras denominadas *insulin-like growth factor binding proteins* ou IGFBPs. Seis IGFBPs foram clonadas e sequenciadas: IGFBP-1, IGFBP-2, IGFBP-3, IGFBP-4, IGFBP-5 e IGFBP-6. Além de aumentarem a vida média dos IGFs, as IGFBPs modulam suas ações autócrinas, parácrinas e endócrinas, podendo tanto potencializá-las (IGFBP-3) quanto inibi-las (IGFBP-1). Assim como os IGFs, as IGFBPs são produzidas em diversos órgãos e tecidos do organismo. Cada IGFBP possui regulação independente e algumas características próprias, podendo apresentar ações independentes dos IGFs na apoptose e no crescimento celular (MARTINELLI JR; CUSTÓDIO; AGUIAR-OLIVEIRA, 2008).

As IGFBPs exercem controle de ação IGF aumentando a meia-vida dos IGFs circulantes, controlando sua disponibilidade para a ligação do receptor e, influenciando sua interação direta com receptores. Assim, as interações BP-receptor no sistema IGF estão sujeitas à regulamentação complexa, como resultado dos níveis de IGFBP, perfil de expressão, o grau de associação de superfície celular e extensão da proteólise (MARTINELLI JR; CUSTÓDIO; AGUIAR-OLIVEIRA, 2008).

Evidências comprovam que a prática de exercícios físicos durante a infância, adolescência e vida adulta pode ter influência no crescimento e desenvolvimento da massa muscular e da massa óssea. O exercício físico está intimamente ligado à função anabólica, estimulando a secreção e a ação dos hormônios do eixo GH/IGF-1, um sistema de mediadores de crescimento, receptores e proteínas de ligação que controlam o crescimento somático e tecidual em muitas espécies. Massa muscular e aptidão física em crianças, adolescentes e adultos estão correlacionados positivamente com níveis basais de IGF-I (MARTINELLI JR; CUSTÓDIO; OLIVEIRA, 2008).

Por outro lado, há uma série de estudos que trouxeram dados de diminuição das concentrações de GH e IGF-I circulantes após realização de programas de treinamento, ao invés do aumento que era esperado, haja vista que esses mesmos programas de treinamento levaram

há um aumento significativo da massa muscular e da aptidão cardiorrespiratória sem perda de massa magra (ELIAKIM *et al.*, 1996, 1998; NEMET *et al.*, 2002).

Segundo Scheett *et al.* (1999) a queda das concentrações de GH e IGF-I remete a um cenário catabólico, em que é esperada redução das capacidades físicas e massa corporal, porém foi visto em vários estudos aumento na massa corporal e capacidade aeróbia mesmo com a queda nos níveis hormonais do eixo GH/IGF-I. Uma possível explicação para esta situação envolve a elevação de citocinas, que pode ser provocada por séries intensas de exercícios. As citocinas são conhecidas por inibir diretamente a atividade anabólica do eixo GH/IGF-I, das quais se destacam a IL-6, IL-1 β , IL-1ra e TNF- α (NEMET *et al.*, 2002; 2003).

No estudo realizado com atletas de voleibol, Eliakin *et al.* (2009) investigaram a influência de uma sessão de treinamento com atletas adolescentes da elite de Israel, onde foi possível observar, após a sessão de uma hora de treinamento, aumentos significantes nos níveis de GH, testosterona e IL-6, mas, sem significância nos níveis de IGF-I, IGFBP-3 e cortisol. Os autores concluíram que a sessão levou a um estado anabólico e que o aumento da IL-6 estaria relacionado com o papel de reparação muscular pós treino. Especularam ainda que as medidas dos níveis dos hormônios do eixo podem servir de marcadores de intensidade de treinamento.

Ainda são poucos os estudos sobre o comportamento dos mediadores anabólicos e catabólicos ao longo de uma temporada de treinamento (ELIAKIN; NEMET, 2010). Para Izquierdo *et al.* (2006) a resposta do IGF-I ao treinamento crônico ainda não está totalmente esclarecida e, segundo Rarick *et al.* (2007) o comportamento dos níveis circulantes de IGF-I talvez indique que não há uma relação estreita entre as alterações do IGF-I induzidas por um curto período de treino com as adaptações provocadas por um período mais longo de treinamento. Essa divergência de resultados em relação as adaptações do IGF-I ao treinamento foram observadas nos estudos de Tourinho Filho *et al.* (2015) em uma análise aguda de uma sessão de treinamento com atletas da elite nacional de Jiu Jitsu e Tourinho Filho *et al.* (2016) em análise sobre as adaptações durante uma temporada de treinamento de nadadores.

O eixo GH/IGF-I pode apresentar um comportamento bifásico ao longo de uma temporada de treinamento que pode ser influenciada pelas fases do treinamento. Especula-se a possibilidade de haver uma fase marcada por estado catabólico onde há redução dos níveis desses hormônios com duração de três a cinco semanas e uma fase de estado anabólico marcada por aumento dos níveis desses hormônios, e que ocorreria a partir de cinco a seis semanas de treinamento (ELIAKIN *et al.*, 1998; ELIAKIN; NEMET, 2010).

Com relação ao efeito crônico do exercício, Eliakin *et al.* (2005) postularam que o IGF-I circulante pode apresentar uma resposta bifásica para o padrão de treinamento físico crônico

de tal forma que, inicialmente, uma redução na circulação de IGF-I é realmente observada, seguida por uma recuperação e um aumento em relação às concentrações de pré-treinamento. Esta hipótese é parcialmente suportada por estudos de curto prazo (1 semana) onde houve diminuição da concentração de IGF-I circulante, enquanto que os estudos relatando aumento na circulação de IGF-I tem sido de longa duração (>12 semanas). Essa hipótese é apresentada por um estudo não publicado citado por Eliakin (2005), onde foram medidas as concentrações de IGF-I ao longo de uma temporada de treinamento em judocas de elite. O IGF-I diminuiu significativamente durante os períodos de treinamento pesado, mas retornaram aos níveis basais durante o período de “polimento”, onde os atletas treinaram com uma carga reduzida, e atingiram um pico acima dos níveis basais durante o período de competição. Nemet *et al.* (2004) mostraram padrões semelhantes para IGF-I livre durante a temporada de treinamento competitivo de *wrestlers*.

Ainda segundo Nemet *et al.* (2004), não se sabe o que provoca a diminuição da concentração de IGF-I durante os períodos de treino intenso, ou o aumento ótimo durante períodos de polimento e redução da intensidade de treinamento. No entanto, acredita-se que a incapacidade para aumentar a circulação os níveis de IGF-I antes da competição alvo deve ser um sinal de alarme, tanto para o atleta quanto para seu treinador de que o estado geral do atleta não é ideal. Isso mostra um lado do IGF-I como marcador biológico de estado de treinamento, servindo para o controle de cargas e funcionando de forma a modular a intensidade do treinamento em cada etapa da periodização.

Alguns autores (KOZIRIZ *et al.*, 1999; MERJI *et al.*, 2005; ELIAKIN *et al.*, 2009) na tentativa de investigar a existência do comportamento bifásico do eixo GH/IGF-I chegaram a resultados controversos e não conclusivos, possivelmente pelo fato de utilizarem protocolos diferentes e em modalidades diferentes. Koziris *et al.* (1999), analisaram 4 amostras de sangue de atletas de futebol em fase de treinamento dentro de um período de 5 meses e observaram uma adaptação positiva nas concentrações de IGF-I e IGFBP-3, que foram mantidos na fase de polimento, quando o volume e a intensidade do treinamento foram diminuídos.

Eliakin *et al.* (2002), analisaram amostras de sangue de jogadores da elite do Handebol de Israel em fase de preparação para o Campeonato Mundial de Handebol Junior. As amostras foram coletadas após duas semanas de treino intenso e após duas semanas de treino leve (polimento) e de acordo com os resultados obtidos foi observada diminuição da concentração de IGF-I após duas semanas de treino intenso e retorno à concentração basal após duas semanas de treino leve, mostrando a influência do estado de treinamento sobre o IGF-I.

Contrariando os dados de Koziris *et al.* (1999) e Eliakin *et al.* (2002), em um estudo realizado por Merji *et al.* (2005), não foram observadas alterações nas concentrações de IGF-I analisados em jogadores de futebol durante uma temporada de competição. Os pesquisadores ainda observaram níveis mais elevados de GH no início da temporada em relação ao meio e final da temporada. Uma possibilidade para esses resultados controversos pode ter sido a utilização de um protocolo de teste em cicloergômetro que não se aproxima da realidade da modalidade.

Permanece ainda controverso o que causa a diminuição dos níveis de IGF-I durante períodos de treinamento intenso ou qual deveria ser uma elevação adequada desta substância durante a fase de polimento (*tapering*) e de treino reduzido. No entanto, acredita-se que a incapacidade para aumentar os níveis circulantes de IGF-I antes de uma competição importante deve ser entendido como um sinal de alerta para atletas e treinadores, uma vez que pode indicar que o atleta ainda não se encontra em seu melhor estado atlético (ELIAKIN; NEMET, 2013). Ainda de acordo com Eliakin e Nemet (2013), a coleta de valores basais e mudanças no comportamento do eixo GH/IGF-I quando comparados com as respostas do eixo obtidos em temporadas passadas aliado ao conhecimento e experiência de sucessos anteriores pode servir como um importante parâmetro dentro da preparação dos atletas.

Apesar do eixo GH/IGF-I ser bastante investigado, vários de seus aspectos fisiológicos ainda não estão integralmente esclarecidos, incluindo sua relação com o exercício físico. Especificamente, no caso de atletas adolescentes, a combinação de rápido crescimento e desenvolvimento, níveis elevados de atividade física e aumento espontâneo de hormônios anabólicos relacionados à puberdade (GH, IGF-I e esteroides sexuais) sugere a possibilidade de mecanismos integrados, ligando o exercício com uma variedade de respostas anabólicas/catabólicas que ainda precisam ser melhor compreendidas (ELIAKIN; NEMET; COOPER, 2005).

Atualmente questiona-se se as respostas agudas ao exercício sobre as concentrações de IGF-I e IGFBPs podem diferir daquelas observadas em respostas ao treinamento ou mudanças crônicas nos níveis de atividade física, além da possibilidade de poder variar entre os vários tipos de esportes (individuais ou coletivos) e nas suas diferentes formas de planejamento (ELIAKIN *et al.*, 1998; ELIAKIN; NEMET, 2013).

Ao analisar as informações, especula-se se a resposta dos níveis hormonais de GH, IGF-I e IGFBP-3 acompanha as mudanças da *performance* física do atleta nas diferentes fases durante a temporada de treinamento e se o monitoramento dos níveis desses hormônios pode

servir como marcador de estado de treinamento e auxiliar o treinador no monitoramento, avaliação e prescrição do treinamento.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Verificar o comportamento do eixo GH/IGF-I, da proteína de ligação IGFBP3 ao longo de uma temporada de treinamento de atletas de voleibol e a sua relação com o desempenho dos atletas nos testes físicos.

3.2. Objetivos específicos

- Medir a concentração dos níveis séricos do hormônio mediador do crescimento IGF-I e a proteína de ligação IGFBP3 em jogadores de voleibol ao longo da temporada de treinamento;
- Determinar o percentual de gordura e massa magra dos atletas ao longo da temporada de treinamento;
- Medir a altura de salto vertical dos atletas utilizando tapete de contatos nos saltos *squat jump* (SJ), *counter movement jump* (CMJ) e *drop jump* 40cm (DJ40) nas fases inicial, intermediária e final da temporada de treinamento;
- Relacionar o comportamento do IGF-I, da proteína de ligação IGFBP-3 com o desempenho físico dos jogadores de voleibol ao longo da temporada.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, estando identificado pelo Certificado de Apresentação para Apreciação Ética número (CAAE) 38761314.5.0000.5659; n. do parecer - 968.146).

4.1. População e amostra

Foi realizado cálculo de tamanho amostral para determinação do número de indivíduos a serem recrutados para o trabalho com a utilização da equação a seguir (CALLEGARI-JACQUES, 2009):

$$n = \left(\frac{Z_{(\alpha/2)} \cdot \sigma}{E} \right)^2$$

O número indicado de indivíduos para esse estudo foi de 15 atletas.

Foram considerados como população neste estudo atletas de voleibol da categoria adulto, acima de 18 anos, expostos às sessões de treino ao longo de uma temporada de treinamento.

A amostra foi selecionada de forma não aleatória, sendo composta por atletas voluntários que treinaram regularmente. O tamanho da amostra foi determinado por conveniência, mediante a disponibilidade e aceitação dos atletas de voleibol em participar do estudo. Após serem informados verbalmente e por escrito, por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido a respeito dos procedimentos que seriam adotados na pesquisa, 10 atletas com média de idade de $24,6 \pm 3,47$ anos cumpriram os requisitos para que seus resultados pudessem ser incluídos no estudo. Não foi possível atingir o número de 15 atletas para a amostra pelo fato de haver atletas menores de 18 anos integrando a equipe e que não fizeram parte do estudo, além de 1 atleta que foi cortado da equipe durante o período do estudo e 1 atleta que não se sentiu à vontade em participar.

Os atletas cumpriam rotina de treino de 2 horas e 30 minutos de treino técnico-tático 5 vezes por semana, segunda à sexta-feira, e às segundas e quartas-feiras cumpriam mais 1 hora de treinamento de força após o treino de voleibol, totalizando 14 horas e 30 minutos por semana.

O poder amostral foi calculado utilizando o *software G*Power* versão 3.1.9.2 (Dusseldorf, Alemanha) que apontou 74,5% de chances da hipótese nula ser rejeitada e apresentar diferenças entre os momentos de coleta.

4.2. Momento das coletas

O período de acompanhamento da equipe ocorreu entre os meses de março a julho de 2016. Durante o período a equipe participou do campeonato da Associação Pró-Voleibol (APV)

na série ouro, competição que a equipe se sagrou campeã no final do mês de novembro de 2016 e se preparou para os Jogos Regionais do Interior, competição alvo do semestre, que foi disputada em julho de 2016, e onde a equipe conquistou o vice-campeonato.

Os três momentos de coletas compreenderam o início, o durante e o final do período de treinamento correspondente ao primeiro semestre do ano de 2016 e foram realizadas no mês de março (A1), duas semanas após o início dos treinamentos; em maio (A2), 7 semanas após a primeira coleta e; em julho (A3), 8 semanas após a segunda coleta sendo na semana anterior da competição alvo.

A coleta dos dados dos testes de saltos foi realizada sempre 48 horas antes da realização da coleta dos dados antropométricos e coleta de sangue.

A sessão de treinamento realizada para as coletas de sangue foi padronizada e seguiu o mesmo protocolo em todas as coletas. As coletas foram realizadas no mesmo horário e condições de repouso, afim de assegurar a ausência de variações circadianas dos hormônios avaliadas.

Figura 1 – Período de treinamento e coletas.

Figura 1: representação do período correspondente ao primeiro macrociclo da equipe e o momento da realização das coletas. ● = início dos treinamentos, ★ = coleta, ■ = competição alvo.

4.3. Sessão de treinamento

As sessões de treinamento, onde foram realizadas as coletas, correspondem a uma sessão típica de treinamento de voleibol e consistiram em média 27,7 minutos de aquecimento, onde foi realizado alongamentos de membros superiores e inferiores, deslocamentos variados, aquecimento de membros superiores com bola, execução de fundamentos técnicos (manchete, toque), exercícios de ataque-defesa, saque e recepção, e cortada na rede. A parte principal do treinamento teve em média 65,3 minutos de duração e foi caracterizada por um treino coletivo com disputa de 3 sets, similar a um jogo da modalidade em condições de competição. Todos os atletas envolvidos na pesquisa participaram integralmente de todos os momentos do treino.

4.4. Medidas Antropométricas

4.4.1 Altura e Massa Corporal Total

Para medida da estatura dos atletas foi utilizado estadiômetro portátil marca Avanutri, graduado em milímetros e com capacidade de medir até 2,10 metros, formado por uma plataforma de apoio, onde o avaliado era posicionado; e uma trena, marcada em milímetros e um guia para apoio na cabeça. Foram obedecidos todos os procedimentos indicados pelo Manual de Antropometria (IBGE, 2013), os atletas subiram na plataforma descalços e de costas para fita de medida, foi observada a postura ereta dos mesmos e realizada a medida da estatura.

Para medir a massa corporal total (MCT) foi utilizada uma balança eletrônica da marca EKS modelo 9805 SI graduada em gramas, com precisão de 10 gramas e com capacidade de 200 Kg. Os atletas subiram na balança vestindo apenas o *short* de treino para a realização da medida.

Todas as avaliações foram feitas no mesmo horário, com início às 16horas, antes da sessão de treinamento. Os atletas também não realizaram nenhum treinamento anterior no dia da coleta.

4.4.2 Determinação do Percentual de Gordura Corporal

Para avaliação da composição corporal foi utilizada a equação de predição do total de massa magra e massa gorda para atletas validada por Evans (2005) com 3 dobras cutâneas. Para realizar as medidas foi utilizado um adipômetro da marca Cescorf modelo 143849 graduado em milímetros (mm) e com capacidade 80 mm. As dobras foram medidas três vezes, sendo registrada a dobra intermediária que não diferir de 5% das outras duas dobras medidas no local (GUEDES,1994).

$$\%GC = 8,997 + 0,24658(3DC) - 6,343(\text{sexo}) - 1,998(\text{etnia})$$

Sexo: Mulher = 0 / Homem = 1

Etnia: Cauc = 0 / Negro = 1

4.4.3. Determinação da gordura absoluta e massa magra

Após a predição do percentual de gordura corporal (%GC), foram utilizadas as seguintes fórmulas para a determinação da massa gorda (MG) (gordura absoluta) e massa magra (MM), respectivamente (GUEDES, 1994; GUEDES; GUEDES, 2006):

Gordura absoluta = Massa corporal (%gord/ 100);

Massa magra = Massa corporal – Gordura absoluta

4.5. Coleta do sangue

A coleta de sangue venoso foi realizada por um enfermeiro via punção por meio de acesso ao vaso sanguíneo pela face anterior do antebraço. A coleta foi realizada em uma local específico localizado no próprio centro de treinamento dos atletas. Antes do acesso, a região onde a coleta foi realizada foi devidamente higienizada com etanol a 70%. Foram coletados 10 mL de sangue de cada atleta em tubos a vácuo, secos, sem adição de anticoagulante para aquisição do soro (10mL 30 min antes e 10mL 30 min pós-treino) totalizando 60ml ao longo da temporada, que foram armazenadas entre 0 e 4°C 10 minutos após o procedimento. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas entre 0 e 4°C a 1200rpm por 12 a 15 minutos para separação do soro. Uma vez completada essa etapa, o soro foi retirado do tubo de coleta e armazenado em tubos *eppendorf* de 1,5mL para posterior congelamento a -80°C para as futuras análises. O conteúdo restante dos tubos de coleta foi descartado em lixo biológico (resíduo classe A) e coletado para descarte final pela Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto.

4.6. Determinação sérica de IGF-I, IGFBP3

As determinações das concentrações séricas de IGF-I, IGFBP-3 foram realizadas por ensaios imunocolorimétricos específicos (ELISA), utilizando-se kit comercial (DSL, Diagnótic Systems Laboratories, USA) e as concentrações séricas foram dadas em ng/mL.

Para as dosagens de IGF-I, as amostras foram submetidas a processo de extração dos IGFs de suas proteínas carreadoras utilizando solução contendo 12,5% de ácido clorídrico 2N e 87,5% de etanol absoluto.

Os ensaios acima descritos foram realizados no Laboratório de Pediatria do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

4.7. Teste de potência de membros inferiores

4.7.1 Protocolo de testes

A potência dos membros inferiores foi avaliada indiretamente, por meio da determinação do tempo de voo e altura do salto registrado em saltos verticais realizados em uma plataforma de contato *Jump System Pro* (Cefise, Nova Odessa, Brasil) acoplada a um computador com software específico (*Jump System 1.0*). Para determinação da altura de salto e potência foram executados testes de salto *squat jump* (SJ), *counter movement jump* (CMJ) (BOSCO *et al.*, 1983) e *drop jump* 40cm (DJ40) (MARKWICK *et al.*, 2015).

A plataforma de contato é um aparelho que permite registrar o tempo de voo em cada salto realizado ou adicionar esses tempos quando da execução de saltos sucessivos. Esse sistema determina o tempo de voo, que é convertido em altura do salto através da seguinte equação: $1/8 (g \cdot t^2)$ (onde g = aceleração da gravidade e t = tempo de voo).

No SJ os participantes começam o salto da posição semi-agachado, com as mãos na cintura e realizam a fase concêntrica do movimento, evitando a influência do ciclo de alongamento-encurtamento (CAE) e o potencial elástico do músculo.

No CMJ os participantes começam eretos, agacham (contra movimento) e imediatamente em seguida saltam objetivando altura máxima. As mãos permanecem na cintura durante todo o movimento para eliminar qualquer influência do balanço dos braços.

O DJ40 foi realizado com o auxílio de um caixote de 40 cm de altura, os participantes iniciam o teste em cima do caixote com as mãos na cintura, foram instruídos a deixar o caixote com um pé de cada vez, sem saltar, realizar a queda e ao tocar no tapete de contato deveriam saltar o mais rápido e alto possível.

4.7.2. Determinação de Potência Relativa, Razão de Utilização Excêntrica e Índice de Força Reativa

Para determinação da potência de membros inferiores foi utilizada a equação proposta por Bosco (1995):

$$SJ (W) = 60.7 \times (\text{altura de salto [cm]}) + 45.3 \times (\text{massa corporal [kg]}) - 2055$$

$$CMJ (W) = 51.9 \times (\text{altura de salto [cm]}) + 48.9 \times (\text{massa corporal [kg]}) - 2007$$

Para a determinação da potência relativa ao peso corporal (Pt/Kg), o resultado obtido na equação foi dividido pela massa corporal total de cada atleta.

Foram calculados a Razão de Utilização Excêntrica (RUE), utilizando os valores de altura obtidos nos testes *Squat Jump* e *Counter Movement Jump* (SUCHOMEL; SOLE; STONE, 2016), e o Índice de Força Reativa, pelos valores de tempo de contato (TC) e tempo de salto (TS) na técnica *Drop Jump* 40cm (MARKWICK et al., 2015).

$$RUE = \frac{H_{CMJ}}{H_{SJ}} \qquad IFR = \frac{TS_{DJ40}}{TC_{DJ40}}$$

Os testes foram realizados antes da sessão de treinamento. O aquecimento foi padronizado com corrida leve e alongamento com 5 minutos de duração, seguido pela execução da técnica correta dos saltos fora do tapete de contato para aprimoramento da técnica e posterior início dos testes. Foram realizados 3 tentativas para cada tipo de salto e anotado o melhor desempenho.

4.8.Tratamento estatístico

Os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o *software* IBM® SPSS® *Statistics*, versão 20.0 (IBM Corporation®). Para a análise do desempenho nos testes físicos e dados antropométricos nos 3 momentos de coleta ao longo da temporada de treinamento foram utilizadas análises de variância (ANOVA) para medidas repetidas e para análise do comportamento do eixo GH/IGF-1 e IGFBP-3 foi utilizada a ANOVA para medidas repetidas com 2 fatores, adotando-se um nível de significância de $p \leq 0.05$, quando necessário, foi utilizado o teste *post-hoc* de Bonferroni. A normalidade dos dados foi atestada utilizando o teste de *Shapiro-Wilk* e a homocedasticidade pelo teste de *Levene*.

Foi utilizado teste de correlação de *Pearson* para verificar possíveis correlações entre as concentrações de IGF-I com os resultados dos testes motores em cada momento de coleta.

A Magnitude de Efeito (ES – *effect size*) foi calculado por meio do procedimento *Cohen's "d"* (COHEN, 1988), sendo realizada a classificação da seguinte forma: *trivial* < 0.1; $0.1 \geq \textit{small} \leq 0.20$; $0.20 \geq \textit{moderate} \leq 0.50$; $0.50 \geq \textit{large} \leq 0.80$; *verylarge* > 0.80).

A Probabilidade Quantitativa de Chances (QC) de ganho/positivo ou perda/negativo para o desempenho nos testes foi realizado de acordo com Hopkins (2009) e classificado qualitativamente como se segue: *most likely positive* ou *most likely negative* > 99%; *very likely positive* ou *very likely negative* de 95 a 99%; *likely positive* ou *likely negative* de 75 a 95%; *possibly positive* ou *possibly negative* de 25 a 75%; *likely trivial* < 25%. Tal classificação “negativa” ou “positiva” é realizada com base na conformação xx/xx/xx, onde o primeiro

número significa o percentual de chance positiva, o segundo o percentual de inalteração e o terceiro de chance negativa. Por exemplo, se para uma variável a conformação for 96/4/0, o percentual de chance de aumento dessa variável é de 96% (*very likely positive*); se for o contrário, 3/15/82, o percentual de chance de redução desta variável é de 82% (*likely negative*); da mesma forma, caso os valores sejam 4/75/21, existe 75% de chance de que a variável não se altere. Ainda, quando os dois valores das extremidades (positivo e negativo) forem ambos maiores que 5% (e.g. 14/56/30), independentemente do valor central (trivial), ocorre a classificação *unclear*, indicando que, para determinar de maneira correta a probabilidade quantitativa de chances daquela variável, mais dados são necessários (HOPKINS, 2009). Observa-se que a soma dos 3 valores deve sempre ser igual a 100 (ou bastante próxima, pois, em caso de valores decimais, os algarismos depois da vírgula não são mostrados), já que este procedimento estatístico trata de probabilidade de chances (mínimo 0, máximo 100). Para os testes *Cohen's "d"* (*Effect Size*) e probabilidade quantitativa de chances (QC) foi adotada a nomenclatura das classificações na língua inglesa, pois, até onde se sabe, não existe uma tradução definitiva destes termos para o português.

4.9. Recordatório alimentar

Para análise da condição alimentar dos atletas para determinar se o estado alimentar poderia interferir nos resultados das concentrações hormonais na ocasião da coleta do material. Para tanto, nos 3 momentos de coleta, um recordatório alimentar de 24 horas (R24), conduzido por uma nutricionista foi aplicado. O recordatório consiste no relato da rotina alimentar do atleta no dia anterior à coleta, indicando os alimentos e suas quantidades ingeridas. Após coletadas, as informações foram analisadas pelo programa *DietProLite* (DietPro, Viçosa, Brasil) é determinada a quantidade total de carboidratos, lipídeos, proteínas e as calorias ingeridas pelo atleta de acordo com as DRIs (NUTRITIONAL RESEARCH COUNCIL, 2006).

5. RESULTADOS

Os dados obtidos atenderam aos pressupostos de normalidade e homocedasticidade confirmadas pelos testes de *Shapiro-Wilk* e *Levene*, respectivamente, habilitando-os ao uso dos demais procedimentos estatísticos.

A análise de variância (ANOVA) não revelou diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre os três momentos de coleta durante a temporada para as medidas antropométricas altura, MCT [$F(2, 18) = 1,2$], %GC [$F = 1,43$], MM [$F = 0,97$], e MG [$F = 1,43$]. Ao verificar os testes de magnitude de efeito e de probabilidade quantitativa de chances, exceto para a variável altura, as variáveis apresentaram tendência de queda entre os momentos da coleta para MCT - A2-A3: ES = 0,36 (*moderate*) e QC = 3/22/74 (*possibly negative*); A1-A3: ES = 0,31 (*moderate*) e QS = 02/37/61 (*possibly negative*); para %GC - A2-A3: ES = 0,29 (*moderate*) e QC = 01/30/70 (*possibly negative*); A1-A3: ES = 0,14 (*small*) e QC = 02/63/37 (*possibly negative*); para MM - A2-A3: ES = 0,28 (*moderate*) e QC = 01/30/70 (*possibly negative*); A1-A3: ES = 0,29 (*moderate*) e QC = 03/39/58 (*possibly negative*); para MG - A2-A3: ES = 0,33 (*moderate*) e QC = 00/23/77 (*possibly negative*); A1-A3: ES = 0,24 (*moderate*) e QS = 02/48/50 (*possibly negative*) e houve uma tendência de aumento para %GC - A1-A2: ES = 0,13 (*small*) e QC = 31/67/02 (*possibly positive*), conforme exposto na tabela 1.

Para os valores de altura de salto registrado nos testes de potência de membros inferiores não foi verificada diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) para os dados de altura de salto no SJ [$F(2, 18) = 1,25$] e CMJ [$F = 1,06$] entretanto, essas variáveis apresentaram tendência de aumento entre os momentos conforme revelaram os testes de magnitude de efeito e de probabilidade quantitativa de chances para SJ - A2-A3: ES = 0,37 (*moderate*) e QC = 81/17/01 (*likely positive*); A1-A3: ES = 0,23 (*moderate*) e QC = 53/47/00 (*possibly positive*) e para CMJ - A2-A3: ES = 0,25 (*moderate*) e QS = 70/30/00 (*possibly positive*); A1-A3: ES 0,27 (*moderate*) e QC = 57/41/02 (*possibly positive*). A ANOVA revelou diferença estatística significativa no teste DJ40 no resultado do momento A3 em relação ao momento A1 [$F = 4,50$; $p = 0,03$], resultado confirmado pelos testes de magnitude de efeito e probabilidades quantitativa de chances (A1-A3: ES = 0,81 (*very large*) e QC = 97/03/00 (*very likely positive*)), os testes ainda revelaram uma tendência de aumento entre os momentos A1-A2 e A2-A3 para essa variável (A1-A2: ES = 0,40 (*moderate*) e QC = 61/34/04 (*possibly positive*); A2-A3: ES = 0,59 (*large*) e QC = 88/11/01 (*likely positive*)), conforme exposto na tabela 2.

Tabela 1: Valores de Altura, MCT, %GC, MM e MG.

	Momento na temporada				
	A1	A2		A3	
		Entre Momentos			
		A1 -A2	A2 -A3		A1 -A3
Altura	1,86 ± 0,08		1,86 ± 0,08		1,86 ± 0,07
Massa Corporal Total (kg)	81,37 ± 12,91	ES: 0,01 <i>trivial</i> QC (%) 14/69/17 <i>unclear</i>	81,17 ± 8,99 ES: 0,36 <i>moderate</i> QC (%) 03/22/74 <i>possibly negative</i>	77,75 ± 9,90	ES: 0,31 <i>moderate</i> QC (%) 02/37/61 <i>possibly negative</i>
% GC	9,16 ± 3,54	ES: 0,13 <i>small</i> QC (%) 31/67/02 <i>possibly positive</i>	9,65 ± 3,62 ES: 0,29 <i>moderate</i> QS (%) 01/30/70 <i>possibly negative</i>	8,68 ± 3,01	ES: 0,14 <i>small</i> QC (%) 04/63/33 <i>possibly negative</i>
Massa Magra (kg)	73,70 ± 10,56	ES: 0,42 <i>moderate</i> QC (%) 10/72/8 <i>unclear</i>	73,30 ± 8,29 ES: 0,28 <i>moderate</i> QC (%) 05/31/64 <i>possibly negative</i>	70,89 ± 8,51	ES: 0,29 <i>moderate</i> QC (%) 03/39/58 <i>possibly negative</i>
Massa Gorda (kg)	7,67 ± 3,74	ES: 0,05 <i>trivial</i> QC (%) 19/73/8 <i>unclear</i>	7,87 ± 3,29 ES: 0,33 <i>moderate</i> QC (%) 00/23/77 <i>possibly negative</i>	6,85 ± 2,82	ES: 0,24 <i>moderate</i> QC (%) 02/48/50 <i>possibly negative</i>

Nota: Os valores das variáveis estão apresentados em média e desvio padrão (±). Os valores de tamanho do efeito (ES) e de probabilidade quantitativa de chances (QC) foram obtidos por meio dos valores de média e desvio padrão das variáveis analisadas em cada momento, sendo os valores de QC as porcentagens de chance de efeito positivo/trivial/negativo, respectivamente.

Tabela 2: Valores de altura de salto nos testes SJ, CMJ e DJ40.

	Momento na temporada		
	A1	A2	A3
	Entre Momentos		
	A1 - A2	A2 - A3	A1 - A3
<i>Squat Jump</i> (cm)	43,00 ± 6,99 ES: 0,09 <i>small</i> QC (%) 15/52/33 <i>unclear</i>	42,39 ± 5,44 ES: 0,37 <i>moderate</i> QC (%) 81/17/01 <i>likely positive</i>	44,60 ± 6,36 ES: 0,23 <i>moderate</i> QC (%) 53/47/00 <i>possibly positive</i>
<i>Counter Mov. Jump</i> (cm)	46,32 ± 6,65 ES: 0,04 <i>trivial</i> QC (%) 25/59/16 <i>unclear</i>	46,61 ± 5,23 ES: 0,25 <i>moderate</i> QC (%) 70/30/00 <i>possibly positive</i>	47,99 ± 5,48 ES: 0,27 <i>moderate</i> QC (%) 57/41/02 <i>possibly positive</i>
<i>Drop jump</i> (cm)	40,98 ± 6,36 ES: 0,40 <i>moderate</i> QC (%) 61/34/04 <i>possibly positive</i>	42,86 ± 4,14 ES: 0,59 <i>large</i> QC (%) 88/11/01 <i>likely positive</i>	45,26 ± 5,15* ES: 0,81 <i>very large</i> QC (%) 97/03/0 <i>very likely positive</i>

*Diferença significativa comparado ao momento A1 ($p \leq 0,05$).

Nota: Os valores das variáveis estão apresentados em média e desvio padrão ($\pm$). Os valores de tamanho do efeito (ES) e de probabilidade quantitativa de chances (QC) foram obtidos por meio dos valores de média e desvio padrão das variáveis analisadas em cada momento, sendo os valores de QC as porcentagens de chance de efeito positivo/trivial/negativo, respectivamente.

A cinética do resultados obtidos nos testes de saltos SJ, CMJ e DJ40 e a tendência de aumento entre os momentos estão representadas no gráfico a seguir:

Gráfico 1: Valores de altura de salto nos testes SJ, CMJ e DJ

*Diferença significativa comparado ao momento A1 ($p \leq 0,05$).

Nota: Os valores dos marcadores representam a média dos resultados obtidos para cada tipo de salto em cada momento de coleta e a barra de erro expressa os valores de erro padrão.

A ANOVA não revelou diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) para os resultados de potência relativa (Pt/kg) medida em *watts* (W) no teste de SJ [$F(2, 18) = 1,39$], e CMJ [$F = 1,37$], também não foi observada diferença estatística significativa para as variáveis RUE [$F = 0,80$], entretanto, os testes de magnitude de efeito e probabilidade quantitativa de chances revelaram tendência de queda entre os momentos A1-A2 para Pt/kg SJ – ES = 0,04 (*trivial*) e QC = 01/25/73 (*possibly negative*) e para Pt/kg CMJ – ES = 0,09 (*trivial*) e QC = 01/43/56 (*possibly negative*) e tendência de aumento entre os momentos A2-A3 e A1-A3 para Pt/kg SJ – A2-A3: ES = 0,39 (*moderate*) e QC = 95/05/00 (*very likely positive*); A1-A3 ES = 0,30 (*moderate*) e QC = 66/33/01 (*possibly positive*) e para Pt/kg CMJ – A2-A3: ES = 0,30 (*moderate*) e QC = 96/04/00 (*very likely positive*); A1-A3: ES = 0,35 (*moderate*) e QC = 57/39/04 (*possibly positive*), para a RUE os testes revelaram tendência de aumento entre os momentos A1-A2, tendência de queda entre os momentos A2-A3 e sem alteração entre os momentos A1-A3 (RUE – A1-A2: ES = 0,44 (*moderate*) e QC = 80/15/05 (*likely positive*); A2-A3: ES = 0,35 (*moderate*) e QC = 05/12/83 (*likely negative*)). Para os resultados do IFR a ANOVA revelou diferença estatística significativa para o momento A2 em comparação aos momentos A1 e A3 ($F = 0,631$, $p < 0,05$), e sem diferenças entre os momento A1 e A3, resultados confirmados pelos testes de magnitude de efeito e probabilidade quantitativa de

chances (A1-A2: ES = 1,01 (*very large*) e QC = 99/01/00 (*most likely positive*); A2-A3: ES = 1,06 (*very large*) e QC = 01/02/97 (*very likely positive*); A1-A3: ES = 0,41 (*moderate*) e QC = 19/32/49 (*unclear*), conforme exposto na tabela 3.

Para os resultados referentes às variáveis endócrinas, a ANOVA não revelou diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre os momentos da coleta durante a sessão de treinamento (agudo) para as concentrações IGF-I pré treino (Ax.1) [$F(2, 18) = 1,77$], IGF-I pós treino (Ax.2) [$F = 1,92$], IGFBP-3 pré treino (Ax.1) [$F = 0,78$] e IGFBP-3 pós treino (Ax.2) [$F = 1,69$], também não foi verificada interação entre os momentos de coleta durante e as fases de treinamento durante a temporada (crônico) para as concentrações de IGF-I [$F = 1,84$] e IGFBP-3 [$F = 0,04$]. A análise dos resultados dos testes de magnitude de efeito e probabilidade quantitativa de chances indicaram uma tendência de aumento para os níveis de IGF-I pré e pós treino entre os momentos A2-A3 e A1-A3 (IGF-I pré treino – A2.1-A3.1: ES = 0,22 (*moderate*) e QC = 58/42/00 (*possibly positive*); A1.1-A3.1: ES = 0,18 (*small*) e QS = 39/61/00 (*possibly positive*); IGF-I pós treino – A2.2-A3.2: ES = 0,17 (*small*) e QC = 34/66/00 (*possibly positive*); A1.2-A3.2: 0,19 (*small*) e QC = 38/62/00 (*possibly positive*)) e não indicaram alteração entre os momentos A1-A2. Para os níveis de IGFBP-3 pré treino os testes indicaram tendência de queda entre os momentos A1.1-A2.1, tendência de aumento entre dos momentos A2.1-A3.1 e sem alteração entre os momentos A1.1-A3.1 (IGFBP-3 pré treino – A1.1-A2.1: ES = 0,12 (*small*) e QC = 03/69/29 (*possibly negative*); A2.1-A3.1: ES = 0,15 (*moderate*) e QC = 30/70/01 (*possibly positive*)), os testes não indicaram alterações entre os momentos para os níveis de IGFBP-3 pós treino, conforme exposto na tabela 4.

Tabela 3: Valores de Pt/kg SJ (W), Pt/kg CMJ (W), RUE e IFR.

	Momento na temporada				
	A1	A2	A3	Entre Momentos	
		A1 -A2	A2 -A3	A1 -A3	
Pt/kg SJ (W)	52,04 ± 5,50	ES: 0,04 <i>trivial</i> QC(%) 01/25/73 <i>possibly negative</i>	51,84 ± 4,19 ES: 0,39 <i>moderate</i> QC(%) 95/05/00 <i>very likely positive</i>	53,63 ± 4,89 ES: 0,30 <i>moderate</i> QC(%) 66/33/01 <i>possibly positive</i>	
Pt/Kg CMJ (W)	53,70 ± 4,36	ES: 0,09 <i>trivial</i> QC(%) 01/43/56 <i>possibly negative</i>	54,05 ± 3,30 ES: 0,30 <i>moderate</i> QC(%) 96/04/00 <i>very likely positive</i>	55,07 ± 3,39 ES: 0,35 <i>moderate</i> QC(%) 57/39/04 <i>possibly positive</i>	
RUE	1,08 ± 0,05	ES: 0,44 <i>moderate</i> QC(%) 80/15/05 <i>likely positive</i>	1,10 ± 0,04 ES: 0,35 <i>moderate</i> QC(%) 05/12/83 <i>likely negative</i>	1,08 ± 0,07 ES: 0,00 <i>trivial</i> QC(%) 09/38/53 <i>unclear</i>	
IRF	1,97 ± 0,47	ES: 1,01 <i>very large</i> QC(%)99/01/00 <i>most likely positive</i>	2,37 ± 0,30* ES: 1,06 <i>very large</i> QC(%)01/02/97 <i>very likely negative</i>	1,79 ± 0,40 ES: 0,41 <i>moderate</i> QC(%)19/32/49 <i>unclear</i>	

*Diferença significativa comparado ao demais momentos de coleta ($p \leq 0,05$).

Nota: Os valores das variáveis estão apresentados em média e desvio padrão ($\pm$). Os valores de tamanho do efeito (ES) e de probabilidade quantitativa de chances (QC) foram obtidos por meio dos valores de média e desvio padrão das variáveis analisadas em cada momento, sendo os valores de QC as porcentagens de chance de efeito positivo/trivial/negativo, respectivamente.

Tabela 4: Valores das concentrações de IGF-I e IGFBP-3 pré e pós sessão de treinamento.

		Momento na temporada			
		A1	A2	A3	
		A1 -A2		Entre Momentos A2 -A3	A1 -A3
IGF-I pré treino	217,70 ± 97,75	ES: 0,03 <i>trivial</i> QS (%) 06/83/11 <i>unclear</i>	214,67 ± 91,76	ES: 0,22 <i>moderate</i> QS (%) 58/42/00 <i>possibly positive</i>	235,88 ± 100,20 ES: 0,18 <i>small</i> QS (%) 39/61/00 <i>possibly positive</i>
IGF-I pós treino	216,30 ± 96,51	ES: 0,02 <i>trivial</i> QS (%) 06/91/3 <i>likely trivial</i>	218,56 ± 93,44	ES: 0,17 <i>small</i> QS (%) 34/66/00 <i>possibly positive</i>	234,13 ± 89,00 ES: 0,19 <i>small</i> QS (%) 38/62/00 <i>possibly positive</i>
IGFBP-3 pré treino	3,76 ± 0,76	ES: 0,12 <i>small</i> QS (%) 03/69/29 <i>possibly negative</i>	3,66 ± 0,99	ES: 0,15 <i>small</i> QS (%) 30/70/01 <i>possibly positive</i>	3,80 ± 0,70 ES: 0,05 <i>trivial</i> QS (%) 15/85/5 <i>likely trivial</i>
IGFBP-3 pós treino	3,79 ± 0,99	ES: 0,09 <i>trivial</i> QS (%) 8/69/22 <i>unclear</i>	3,72 ± 1,00	ES: 0,17 <i>small</i> QS (%) 19/78/03 <i>likely trivial</i>	3,81 ± 0,74 ES: 0,03 <i>trivial</i> QS (%) 11/81/7 <i>unclear</i>

Nota: Os valores das variáveis estão apresentados em média e desvio padrão (±). Os valores de tamanho do efeito (ES) e de probabilidade quantitativa de chances (QC) foram obtidos por meio dos valores de média e desvio padrão das variáveis analisadas em cada momento, sendo os valores de QC as porcentagens de chance de efeito positivo/trivial/negativo, respectivamente.

A cinética do resultados da concentrações séricas de IGF-I e IGFBP-3 e a tendência de aumento entre os momentos estão representadas nos gráficos a seguir:

Gráfico 2: Valores de IGF-I nos momentos pré e pós sessão de treinamento

Nota: Os valores dos marcadores representam a média dos resultados da concentração de IGF-I obtidos em cada momento de coleta e a barra de erro expressa os valores de erro padrão.

Gráfico 3: Valoresde IGFBP-3 nos momentos pré e pós sessão de treinamento.

Nota: Os valores dos marcadores representam a média dos resultados da concentração de IGFBP-3 obtidos em cada momento de coleta e a barra de erro expressa os valores de erro padrão.

O teste de correlação de *Pearson* mostrou fraca correlação entre os resultados da concentração de IGF-I pré sessão de treino e os resultados de altura de salto obtidos em cada momento de coleta, contudo os melhores resultados de correlação para cada teste de salto foram

encontrados no momento A3, onde foi observada a maior concentração de IGF-I e os melhores resultados dos 3 testes de saltos (*e.g.* SJ, CMJ e DJ40). Conforme exposto na tabela a seguir:

Tabela 5: Correlação entre as contrações de IGF-I e os testes de salto.

IGF-I A1.1 x SJ A1 r = 0,17	IGF-I A21.1 x SJ A2 r = 0,21	IGF-I A3.1 x SJ A3 r = 0,34
IGF-I A1.1 x CMJ A1 r = 0,23	IGF-I A21.1 x CMJ A2 r = 0,17	IGF-I A3.1 x CMJ A3 r = 0,28
IGF-I A1.1 x DJ40 A1 r = 0,39	IGF-I A21.1 x DJ40 A2 r = 0,19	IGF-I A3.1 x DJ40 A3 r = 0,48

6. DISCUSSÃO

O presente estudo analisou se uma temporada de treinamento de voleibol promoveria alterações positivas ou negativas nas medidas antropométricas, no desempenho nos testes de salto vertical, nas concentrações séricas de IGF-I e IGFBP-3 nos atletas e investigou se as alterações encontradas têm relação entre si.

Pela análise de estado alimentar feita por meio da análise do recordatório alimentar R24h verificou-se a ingestão média de $2669,69 \pm 358,64$ Kcal mostrando que os atletas não estavam em estado de desnutrição ou restrição alimentar severa o que, segundo Roemmich e Sinning (1997), Nemet *et al.* (2003) e Nindl, *et al.* (2007) tem o efeito de suprimir a concentração de IGF-I. O R24h também mostrou que não houve alterações na alimentação dos atletas durante o período de treinamento, diminuindo o efeito dessa variável sobre os resultados encontrados.

As variáveis relacionadas com as medidas antropométricas dos atletas (MCT, MM, MG, %GC) apresentaram tendência moderada de queda durante o período de treinamento de acordo com as análises de ES e QC, apresentando as menores médias no momento A3. Esse fato pode ser visto de maneira positiva se levarmos em consideração que o atleta aplica sua força para deslocar sua MCT durante o jogo e durante os saltos, portanto, a redução da MCT favorece o desempenho físico e pode estar relacionada com o desempenho nos testes de salto vertical. De acordo com Bompa (2002), os movimentos de potência ou força rápida como os saltos verticais no voleibol sofrem influência de três variáveis, força, velocidade e massa

deslocada, sendo possível aumentar a velocidade quando ocorre a diminuição da massa a ser deslocada.

A potência relativa de membros inferiores medida nos testes de SJ e CMJ não apresentou diferença estatística significativa durante o período de treinamento, contudo, as análises do ES e QC apresentaram efeito moderado e tendência de aumento para os resultados no momento A3 (SJ: $52,04 \pm 5,50$ vs. $53,63 \pm 4,89$; CMJ: $53,70 \pm 4,36$ vs. $55,07 \pm 3,39$). A variável carga de treinamento não foi controlada e esses resultados podem indicar que o planejamento do treinamento não conseguiu ser efetivo para aumentar significativamente a potência relativa de membros inferiores dos atletas durante o período de treinamento.

A alteração moderada na RUE demonstra que os ganhos de desempenho no SJ e no CMJ foram proporcionais (SUCHOMEL; SOLE; STONE, 2016) e a melhora do desempenho nesses saltos pode ser atribuída, provavelmente, a uma melhor ação do Ciclo Alongamento-Encurtamento (BARBANTI, 2010).

O IFR apresentou diferença estatística significativa em A2, contrastando com os resultados do DJ onde a diferença foi verificada em A3. Tomados juntos, esses dados indicam que os atletas apresentaram menor TC em A2 e atingiram maior altura de salto e TS em A3 (HEALY; KENNY; HARRISON, 2017).

Os resultados de altura de salto no SJ e CMJ não apresentaram diferença estatística significativa durante o período de treinamento, porém, as análises de ES e QC indicaram efeito moderado e tendência de aumento principalmente no momento A3 em relação aos outros momentos de coleta. No DJ foi revelada diferença significativa no momento A3 em relação ao momento A1 ($45,26 \pm 5,15$ vs. $40,98 \pm 6,36$) que foi confirmada com as análises de ES e QC.

Os resultados apresentados mostram uma tendência linear de aumento na altura de salto vertical para os três tipos de saltos realizados e pode-se inferir que não houve, durante o período de treinamento, momentos de perda de desempenho físico e que os melhores resultados observados no momento A3 foram alcançados na semana anterior à competição alvo do 1º semestre. Por outro lado, há na literatura diversos estudos (GONZÁLEZ-RAVÉ; ARIJA; CLEMENTE-SUAREZ, 2011; SHEPPARD; NEWTON, 2012; BORRÀS *et al.*, 2011) mostrando melhoras significativas na altura de salto vertical em atletas profissionais de Voleibol durante uma temporada competitiva, sendo esse o resultado que era esperado para a equipe participante desse estudo. O desempenho físico dos atletas varia durante a temporada, dependendo do tipo de planejamento/periodização utilizado, o número de jogos, do nível atlético de cada atleta e das respostas individuais ao treinamento e um dos principais objetivos do treinamento físico nos esportes é produzir os melhores resultados nos momentos corretos da

temporada competitiva. Quando não são observadas alterações significativas no desempenho de salto vertical em atletas de voleibol durante a temporada competitiva pode-se inferir que ou o atleta já está em seu mais alto nível físico ou que o planejamento do treinamento de força não foi feito corretamente. (ZIV; LIDOR, 2010)

Alguns fatores estão associados com o desempenho de salto vertical, a força máxima no agachamento e no *power clean* apresentam correlação moderada ($r = 0,53$ e $0,65$) com a altura de salto e há na literatura dados que mostram diferenças significativas na altura de salto vertical de jogadores de voleibol de acordo com o nível competitivo dos atletas (*e.g.* atletas de 1ª divisão vs. atletas de 2ª divisão ou atletas universitários). (ZIV; LIDOR, 2010)

No estudo de González-Ravé, Arija e Clemente-Suarez (2011) foram observados aumentos significativos no SJ e CMJ com atletas da elite feminina do voleibol espanhol durante uma temporada competitiva de 24 semanas, neste estudo a equipe utilizou um modelo de periodização linear com fases de força geral, hipertrofia, força máxima no período pré-competitivo e força máxima, força rápida e específica no período competitivo.

Sheppard e Newton (2012), observaram melhoras significativas na altura do DJ e no salto com passada da cortada em 14 atletas da seleção australiana de Voleibol em um período de 2 anos. Os autores não detalharam o planejamento do treinamento dos atletas pois os mesmos jogavam em equipes diferentes e faziam parte da seleção australiana, dessa forma, realizavam seus treinamentos nas equipes e na seleção, mesmo assim, foram observadas melhoras significativas durante o período referente ao estudo.

Borràs *et al.* (2011) mostraram melhora significativa na altura de salto vertical no SJ e DJ e sem melhora significativa no CMJ realizados por atletas da seleção espanhola de Voleibol masculino durante as temporadas 2006, 2007 e 2008, mostrando mais uma vez que mesmo atletas com alto nível competitivo tem condições de melhorarem seu desempenho físico, nesse caso na altura de salto, durante uma temporada competitiva e em temporadas seguidas.

Os resultados das concentrações de IGF-I e IGFBP-3 mostraram que não houve influência da sessão de treinamento sobre suas concentrações, indicando, possivelmente, que a realidade da disputa de 3 sets de Voleibol não alcança a intensidade e o volume ideal para provocar alterações nas concentrações. Eliakin, *et al.* (2013) explicam que aumentos na concentração de IGF-I estão associados a intensidades supra máximas e curta duração e possivelmente as sessões de treinamento de voleibol não atingiram essa intensidade. No estudo realizado pelos autores as sessões de treino de voleibol também não provocaram alterações significativas nas concentrações de IGF-I e IGFBP-3.

Os resultados das concentrações de IGF-I e IGFBP-3 medidas antes e após a sessão de treinamento estão de acordo com os dados de outros estudos que analisaram esses hormônios em atletas de Voleibol masculino (ELIAKIN *et al.*, 2009), feminino (NEMET *et al.*, 2012) e masculino e feminino (ELIAKIN *et al.*, 2013). No estudo de Eliakin *et al.* (2009), foi analisado o efeito de uma única sessão de treinamento de Voleibol sobre as concentrações de IGF-I, IGFBP-3, GH, testosterona, cortisol e lactato, nos estudos de Nemet *et al.* (2012) e Eliakin *et al.* (2013) foram utilizadas as mesmas medidas antes e após 7 semanas de treinamento. Nos 3 estudos os atletas foram submetidos à mesma sessão de treinamento, nos estudos longitudinais a sessão foi repetida na semana 0 e na semana 7 e as coletas foram realizadas antes e após as sessões. Os pesquisadores verificaram que a sessão de treinamento provocou aumento nas concentrações de lactato, GH, testosterona e IL-6, sem alterações no IGF-I e na IGFBP-3 e que as concentrações de cortisol e IL-6 sofreram influência do período de treinamento, sendo menores após as 7 semanas de treinamento e indicando redução da resposta catabólica para a mesma sessão de treino. Entretanto, a sessão de treino utilizada consistia em 7 séries de 7 movimentações de corrida do fundo da quadra até a rede terminando com movimento de cortada com bola por sobre a rede e cada série durou 90 segundos em média com 1 minuto de descanso. Estímulos com essa duração e intensidade são conhecidos por aumentar a concentração de lactato, que aumenta as concentrações de GH e, ainda, não replicam a realidade do jogo de voleibol.

Os pesquisadores sugerem que as respostas das concentrações de IGF-I, IGFBP-3 e a relação com as respostas de cortisol e IL-6 promovem mudanças na balança hormonal anabólica/catabólica/inflamatória e pode ser utilizada em diferentes esportes coletivos, sessões-chave de treino ou períodos específicos de treinamento como uma ferramenta quantitativa para monitorar a carga de treino e como parâmetro para melhorar o planejamento durante a temporada competitiva.

No estudo de Meckel *et al.* (2009), os autores observaram aumento nas concentrações de GH e IL-6 e sem modificação na concentração de IGF-I após jogadores de handebol realizarem 4 *sprints* de 250 metros. O mesmo grupo de pesquisadores (MECKEL *et al.*, 2011), observaram aumentos nas concentrações de GH, IGF-I e IL-6 após a realização de dois protocolos de treino intervalado com distância crescente (*e.g.* 100-200-300-400m) e decrescente (*e.g.* 400-300-200-100m).

Eliakin, *et al.* (2013) citam que aumentos na concentração de IGF-I estão associados a intensidades supra máximas e curta duração, essa informação é suportada por Kraemer *et al.*

(2000) onde explicam que esforços supra máximos com 90 segundos de duração são capazes de elevar a concentração de IGF-I.

A análise das concentrações de IGF-I e IGFBP-3 ao longo do período de treinamento não apresentou diferença estatística significativa, contudo, as análises de ES e QC apresentaram efeito moderado e tendência de aumento no momento A3 para o IGF-I e tendência de diminuição no momento A2 e retorno às concentrações basais no momento A3 para a IGFBP-3. Com esses dados podemos inferir que a concentração de IGF-I está correlacionada com o desempenho físico dos atletas, haja vista que, no momento A3 tanto os valores de IGF-I quanto a altura dos saltos (SJ, CMJ e DJ40) apresentaram seus melhores resultados.

No presente estudo, a hipótese de que as concentrações de hormonais do eixo GH/IGF-I pode apresentar um comportamento bifásico durante uma temporada de treinamento (ELIAKIN *et al.*, 1998; ELIAKIN *et al.*, 2005; ELIAKIN; NEMET, 2010) não foi confirmada, sendo que não foi observada queda nas concentrações hormonais sinalizando um cenário catabólico para posterior aumento das concentrações como adaptação crônica. Ao que parece, as concentrações hormonais do eixo GH/IGF-I podem apresentar variações durante o período de treinamento e essas variações estão relacionadas à intensidade das fases de treinamento e não simplesmente à duração do período como foi postulado anteriormente.

ELIAKIN *et al.* (2002) encontraram resultados das concentrações de IGF-I correlacionados positivamente com o autojulgamento de condição física em atletas adolescentes da seleção de Israel. Os atletas foram submetidos a 4 semanas de treinamento onde nas duas primeiras semanas realizaram treinamento de força com intensidade de 80 a 85% de 1 RM mais treinamento técnico-tático e nas duas semanas posteriores realizaram apenas treinamento técnico-tático. As concentrações de IGF-I diminuíram após a segunda semana de treinamento e voltaram as concentrações basais após a quarta semana. Estes resultados se correlacionaram positivamente com o autojulgamento de condição física, mas, não acompanharam a cinética do desempenho nos testes motores, onde foi observada melhora no desempenho na segunda e na quarta semana. Os resultados nos testes motores podem estar associados a melhora da ativação neural devido ao curto período de intervenção.

No estudo de Kasperska, Zurek e Zembron-Lancy (2011), foram verificadas maiores concentrações de IGF-I em *wrestlers* no início da preparação em comparação com o início da fase competitiva, foi verificado ainda que os valores mais altos de concentração de IGF-I estavam correlacionados com os valores aumentados de creatina quinase (CK) e na visão dos pesquisadores isso indica maior concentração de IGF-I para estimular a síntese proteica e reparo muscular.

Merji *et al.* (2005) não observaram alterações nos níveis de IGF-I analisados em jogadores de futebol durante uma temporada de competição. Os pesquisadores ainda observaram níveis mais elevados de GH no início da temporada em relação ao meio e final da temporada.

No estudo de Tourinho Filho *et al.* (2016), foi analisado o efeito de um período de treinamento de natação sobre as concentrações de IGF-I e IGFBP-3 em atletas de natação com idades entre 16 e 19 anos. Os autores observaram que o IGF-I foi sensível aos efeitos agudos e crônicos do treinamento e exibiu um comportamento bifásico durante o período, com fase catabólica marcada pela redução das concentrações de IGF-I durante o período mais intenso de treinamento e fase anabólica durante a fase de *tapering* onde o IGF-I voltou aos valores de concentração basal e aumentou no pós treino. A IGFBP-3 apresentou adaptação crônica ao período de treinamento, com redução pós treino durante a fase mais intensa de treinamento e aumento durante a fase de *tapering* e não apresentou efeito em relação à sessão de treino. A composição corporal e a capacidade cardiorrespiratória apresentaram comportamento independente do IGF-I e IGFBP-3, não se alterando significativamente durante o período. Os autores concluíram que as concentrações de IGF-I e IGFBP-3 são sensíveis marcadores de *status* de treinamento e podem ser utilizadas por atletas e treinadores para o planejamento e monitoração da intensidade do treinamento.

Em esportes onde o planejamento do treinamento físico não visa um momento específico da temporada ou uma competição específica e a intensidade do treinamento se mantém, relativamente, durante a temporada, não são encontradas mudanças nas concentrações de IGF-I e IGFBP-3. (MERJI *et al.*, 2005).

Os dados de Rosendal *et al.* (2002), corroboram com a ideia de que as concentrações de IGF-I e IGFBP-3 estão associadas ao nível de aptidão física do indivíduo. Os pesquisadores investigaram se a capacidade física influencia a resposta do IGF-I, da IGFBP-3 e da proteólise da IGFBP-3, para isso submeteram 7 indivíduos destreinados e 12 indivíduos treinados à 11 semanas de treinamento militar e encontraram respostas diferentes para os dois grupo. A concentração sérica de IGF-I foi diminuída na semana 4 e retornou as concentrações basais na semana 11 no grupo treinado e no grupo destreinado houve redução das concentrações de IGF-I na semana 4 e aumento significativo na semana 11 em comparação a semana 0. As concentrações de IGFBP-3 diminuíram na semana 4 e retornaram a concentração basal na semana 11 no grupo destreinando e não houve mudanças nas concentrações de IGFBP-3 no grupo treinado. Os autores sugeriram que as mudanças de nas concentrações de IGF-I e IGFBP-3 são relativas à intensidade do exercício e a capacidade física do indivíduo. Os autores

relatarem que o aumento nas concentrações de IGFBP-1 e 2 tem maior influência na concentração de IGF-I livre, diminuem as concentrações, do que a proteólise da IGFBP-3, aumenta a concentração de IGF-I livre. Acreditam ainda haver um limiar de intensidade para que ocorra a proteólise da IGFBP-3 para manter as concentrações de IGF-I livre e isso seria mais notado em indivíduos destreinados.

Segundo Nindl e Pierce (2009), ainda não está claro e preciso a relação da produção local versus a produção sistêmica de IGF-I no papel de mediar os resultados advindos da atividade física, contudo, há abundância de evidências científicas que demonstram que o IGF-I é um importante metabólito biomarcador e está correlacionado com saúde e aptidão física e, a análise de suas concentrações traz importante conhecimento dos processos fisiológicos. Apesar do conhecido efeito anabólico do IGF-I, adaptações neuromusculares positivas podem ocorrer mesmo com diminuição ou sem mudança da concentração de IGF-I circulante, possivelmente essas mudanças estão relacionadas a atuação parácrina e autócrina do IGF-I. Vários aspectos da biologia do IGF-I como os complexos do IGF-I, isoformas do IGF-I, IGFBPs, o local de mensuração, as vias de sinalização celular, etc, são importantes para determinar o efeito biológico do IGF-I sobre o crescimento, reparo e metabólitos e, raramente têm estudos que analisam todas essas variáveis juntas.

Eliakin, *et al.* (2013), sugerem que são necessárias novas pesquisas para investigar se o treinamento terá efeitos semelhantes durante longos períodos de treinamento, períodos de treinamento com maior intensidade, diferentes fases durante o período de preparação ou competição produzirão respostas hormonais semelhantes.

Segundo Ernst e Simon (2012), a entrada do IGF-I no mercado farmacêutico em 2005 coincide com a melhora consistente dos resultados dos atletas nas competições de atletismo, principalmente nas provas de velocidade (*e.g.* 100 e 200 metros) notada a partir de 2007. Para os autores o abuso de substâncias ilegais pelos atletas precisa de um tempo de testes para depois iniciar seu abuso. O mecanismo do IGF-1 com suas ações benéficas em relação ao desempenho físico pressupõe seu abuso, sozinho e em combinação com outros agentes, além do fato de até a data de publicação do artigo não havia teste anti-*dopping* para o IGF-I.

De acordo com as informações trazidas por Ernst e Simon (2012), a administração exógena para aumentar as concentrações de IGF-I tem a capacidade de melhorar significativamente os resultados em provas do atletismo que necessitam de força e velocidade, assim como é a característica do Voleibol, dessa forma, pode-se sugerir que estar com as concentrações de IGF-I aumentadas em momentos específicos da temporada competitiva pode

ser um indicador de melhor condição física para competição, conforme foi mostrado nos resultados do momento A3 no presente estudo.

7. CONCLUSÕES

Após análise dos dados obtidos no estudo, foi possível concluir que o período de treinamento produziu adaptações na antropometria dos atletas, causando redução da MCT, MM, MG e %GC independente da ingestão calórica que não foi alterada durante o período de treinamento.

Os resultados de altura de salto obtidos nos testes SJ, CMJ e DJ40 nos permitem inferir que não houveram fases do treinamento com grandes mudanças na intensidade de treino, haja vista, que não foi observada quedas de desempenho e nem aumentos significativos, com exceção do DJ40 em A3 em relação ao valor do início do período de treinamento. A hipótese da intensidade de treino ter aumentado progressivamente durante o período de treino pode explicar os valores das concentrações de IGF-I e IGFBP-3 observados no estudo, com tendência de aumento do IGF-I em A3 coincidindo com os maiores valores de altura de salto para os 3 testes realizados e com as maiores correlações, mesmo que fracas, entre IGF-I pré treino e altura de salto.

A sessão de treino típico de voleibol, similar a um jogo da modalidade em condições de competição não atingiu a intensidade necessária para provocar alterações significativas nas concentrações de IGF-I e IGFBP-3.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo se limitou a analisar os possíveis efeitos de uma temporada de treinamento de voleibol da equipe de Franca – SP sobre as concentrações de IGF-I, IGFBP-3 e sobre o desempenho motor dos atletas. É sabido que vários fatores como as citocinas, outras IGFBPs, outros hormônios como GH, cortisol e testosterona interagem com as moléculas analisadas, podem modificar ou explicar de maneira mais clara os resultados encontrados e ajudariam a elucidar as hipóteses levantadas nesse estudo.

A pesquisa não quantificou as cargas de treinamento e não influenciou no planejamento do treinamento da equipe durante o período do estudo, pois, a intenção foi analisar

a realidade da modalidade em uma equipe com bom nível competitivo na categoria adulto. Conforme as informações encontradas na literatura, possivelmente seriam encontrados resultados diferentes utilizando outra forma de planejamento no período de treinamento.

Concluindo, a administração exógena de IGF-I é considerada *dopping* por ter a capacidade de aumentar o desempenho dos atletas em exercícios que demandam força e velocidade e a concentração sérica de IGF-I parece ter afinidade com o estado de treinamento dos atletas, com isso, a análise e o monitoramento dessa variável se mostra um importante biomarcador e aliado para treinadores planejarem os períodos de treinamento e avaliarem o estado de treinamento dos atletas. Contudo, novas pesquisas, com maior controle, com análise mais ampla das variáveis envolvidas são necessárias para elucidar as hipóteses sobre o tema.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBANTI, V. J. Treinamento Esportivo: As Capacidades Motoras dos Esportistas. 1ª ed., São Paulo: Manole, 2010.
- BAUMANN, G. *Growth hormone heterogeneity: genes, isohormones, variants, and binding proteins. Endocrinol. Rev.* v.12, p.424-449, 1991.
- BOMPA, TO. Periodização: teoria e metodologia do treinamento. São Paulo. Ed. Phorte. 2002.
- BORRÀS, X, BALIUS, X, DROBNIC, F, AND GALILEA, P. *Vertical jump assessment on volleyball: A follow-up of three seasons of a high-level volleyball team. J Strength Cond Research.* v. 25(6), p.1686–1694, 2011.
- BOSCO, C, LUHTANEN, P, KOMI, PA *simple method for measurement of mechanical power in jumping. Eur. J. Appl. Physiol.*, v. 50, p. 273-282, 1983.
- BOSCO, C, et al. *A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work. European Journal of Applied Physiology*, v.70, p.379-386, 1995.
- CALLEGARI-JACQUES, SM. Bioestatística: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed Editora, 2009.
- CHARLES, T, ROBERTS, JR. *Introduction to the Insulin-Like Growth Factor Signaling System* In: KRAEMER WJ, ROGOL AD, editors. *The Endocrine System in Sports and Exercise. Malden (MA): Blackwell Publishing.* p. 156–164. 2005.
- COHEN, J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2nd ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1988.
- CRUZAT VF, JUNIOR JD, TIRAPEGUI J, SCHNEIDER CD. Hormônio do crescimento e exercício físico: considerações atuais. *Rev. Bras. Ciênc. Farm*, v. 44, p.549-562, 2008.
- ELIAKIM, A, BRASEL, JA, MOHAN, S, BARSTOW, TJ, BERMAN, N, COOPER, DM. *Physical fitness, endurance training, and the GH-IGF-I system in adolescent females. J Clin Endocrinol Metab.* v. 81, p. 3986-3992, 1996.
- ELIAKIM, A, BRASEL, JA, MOHAN, S, WONG, WLT, COOPER, DM. *Increased physical activity and the growth hormone insulin-like growth factor-I axis in adolescent males. Am J Physiol* v. 275, p. 308-314, 1998.
- ELIAKIN, A, NEMET, D, BAR-SELA, S, HIGER, Y, FALK, B. *Changes in circulation IGF-1 and their correlation with self-assessment and fitness among elite athletes. Int. J. Sports Med.*, v.23, n.8, p.600-603, 2002.
- ELIAKIN, A, NEMET, D, COOPER, DM. *Exercise, training and the GH-IGF-I axis. In: KRAEMER, WJ, ROGOL, AD (eds). The Endocrine System in Sports and Exercise. Oxford, UK: Wiley-Blackwell Publishing,* p. 165-179, 2005.
- ELIAKIN, A, PORTAL, S, ZADIK, Z, RABINOTWTIZ, J, PORTAL, DA; COOPER, DM, ZALDIVAT, F, NEMET, D. *The effect of a Volleyball practice on anabolic hormones and inflammatory markers in elite male and female adolescent players. J. Strength and Conditioning Research.* v. 23, n. 5, p. 1553, 2009.
- ELIAKIM, A, NEMET, D. *Exercise training, physical fitness and the growth hormone-Insulin-Like growth factor-I axis and cytokine balance. IN: JÜRIMÄE, J, HILLS, AP, JÜRIMÄE, T. (eds): Cytokines, Growth Mediators and Physical Activity in Children during Puberty. Med Sport Sci. Basel, Karger,* v. 55, p.128–140, 2010.

- ELIAKIN, A, NEMET, D. *Exercise and the GH/IGF-1 axis*. In: CONSTANTINI, N, HACKNEY, AC. (eds). *Endocrinology of Physical activity and sport: Springer Science + Business Media: New York*, p. 69-83, 2013.
- ELIAKIN, A., PORTAL, S., ZADIK, Z., MECKEL, Y., NEMET, D. Training reduces catabolic and inflammatory response to a single practice in female volleyball players. *Journal of Strength and Cond. Research*. 2013.
- ERNST, S, SIMON, P. *A quantitative approach for assessing significant improvements in elite sprint performance: Has IGF-1 entered the arena? Drug Testing and Analys*. 2012.
- EVANS, EM, ROWE, DA, MISIC, MM, PRIOR, BM, ARNGRÍMSSON, SA. *Skinfold prediction equation for athletes developed using a four-component model*. *Med Sci Sports Exerc*. 2005 Nov; v. 37(11):2006-11.
- GONZÁLEZ-RAVÉ, JM, ARIJA, A, CLEMENTE-SUAREZ, V. *Seasonal changes in jump performance and body composition in women Volleyball players*. *J. of Strength and Cond. Research*. v.25(6), p.1491-1501, 2011.
- GUEDES, DP. *Composição corporal: princípios técnicas e aplicações*. 2ª.ed. Londrina: APEF, 1994.
- GUEDES, DP, GUEDES, JERP. *Manual prático para avaliação em educação física*. Barueri, SP: Manole, 2006.
- HEALY, R, KENNY, I, HARRISON D. *Reactive Strength Index: A poor indicator of reactive strength?* *Journal Sports Physiol Perform*. n.28, p.1-22, 2017.
- HOPKINS, W.G.; MARSHALL, S. W.; BATTERHAM, A. M.; HANIN, J. *Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*.v. 41, n. 1, p. 3-13, 2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Pesquisa Nacional de Saúde. Manual de Antropometria*. Rio de Janeiro, 2013.
- IZQUIERDO, M, IBAÑES, J, BADILLO, JJG, HAKKINEN, K, RATAMES, NA, KRAEMER, WJ, FRENCH, DN, ESLAVA, J, ALTADILL, A, ASIAIN, X., GOROSTIAGA, EM. *Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength and muscle power gains*. *J. Appl. Physiol*. n. 100, p.1647-1656, 2006.
- JONES JI, CLEMMONS DR. *Insulin-like growth factors and their binding proteins: biological actions*. *Endocr Rev*. v16, p3-34, 1995.
- KASPERSKA, A., ZUREK, P., ZEMBRON-LANCY, R. *Level of insuline-like growth factor I in greco-roman wrestler*. *Journal of combat sports e martial arts*. v. 2, p. 19-22. 2011.
- KRAEMER, WJ, HARMAN, FS, VOS, NH, GORDON, SE, NINDL, BC *et al*. *Effects of exercise and alkalosis on serum insuline-like growth fator I and IGF-binding proteins*. *Can J appl Physiol*. n. 25, p.127-138, 2010.
- KOZIRIS, LP, HICKSON, RC, CHATTERTON, RT, GROSETH, RT, CHRISTIE, JM, GOLDFLIES, DG, UNTERMAN, TG. *Serum levels of total and free IGF-1 and IGFBP3 are increased and maintained in long-term training*. *J. Appl. Physiol.*, v.86, n.4, p.1436-1442, 1999.
- MARKWICK, WJ. *et al*. *The intraday reliability of the reactive strength index calculated from a drop jump in professional men's basketball*. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 10, n. 4, p. 482-488, 2015.

- MARTINELLI JR, CD, CUSTÓDIO, RJ, AGUIAR-OLIVEIRA, MH. Fisiologia do eixo GH/IGF-1. *Arq Bras Endocrinol Metab*, v. 52, n. 5, 2008.
- MEJRI, S, BCHIR, F, BEM RAYANA, MC, BEM, HJ, BEM, SC. *Effect of training on GH and IGF-I responses to a submaximal exercise in football players. Eur J Appl Physiol.* v. 95, n 5-6, p.496-503. 2005.
- MECKEL, Y, ELIAKIN, A, SERAEV, M, ZALDIVAR, F, COOPER, DM. *The effect of brief Sprint interval exercise on growth factors and inflammatory mediators. J. Strength Cond Res.* n. 23, p. 225-230, 2009.
- MECKEL, Y, NEMET, D, BAR-SELA, S, RANDOM-AZIK, S, COOPER, DM. *Hormonal and inflammatory responses to different types of Sprint interval training. J. Strength Cond Res.* n. 25, p.2161-2169, 2011.
- NEMET, D, OH, Y, KIM, HS, HILL, MA, COOPER, DM. *Effect of intense exercise on inflammatory cytokines and growth mediators in adolescent boys. Pediatrics*, v.110, n. 4, p. 681- 689, 2002.
- NEMET, D, ROSE-GOTTRON, CM, MILLS, PJ, COOPER, DM. *Effect of water polo practice on cytokines, growth mediators, and leukocytes in girls. Med. Sci. Sports Exerc.*, v. 35, n. 2, p. 356-363, 2003.
- NEMET, D, PONTELLO, AM, ROSE-GOTTRON, C, COOPER, DM. *Cytokines and growth factors during and after a wrestling season in adolescent boys. Medicine and Science in Sports and Exercise.* v.36, p. 794–800, 2004.
- NEMET, D, ELIAKIM, A. *Growth hormone-insulin-like growth factor-1 and inflammatory response to a single exercise bout in children and adolescents. In: JÜRIMÄE, J.; HILLS, A.P.; JÜRIMÄE, T. (eds): Cytokines, Growth Mediators and Physical Activity in Children during Puberty. Med Sport Sci. Basel, Karger, v. 55, p.141–155, 2010.*
- NEMET, D, PORTAL, S, ZADIK, Z, PILZ-BURSTEIN, R, ADLER-PORTAL, D, MECKEL, Y, ELIAKIM, A. *Training increases anabolic response and reduces inflammatory response to a single practice in elite male adolescent volleyball players. J Pediatr Endocr Met.* n.25(9-10), p.875–880, 2012.
- NINDL, BC, ALEMANY, JA, KELLOG, MD, ROOD, J, ALLISON, SA, YOUNG, AJ, MONTAIN, SJ. *Utility of circulating IGF-I as a biomarker for assessing body composition changes in men during periods of high physical activity superimposed upon energy and sleep restriction. J Appl Physiol.* n.103, p.340–346, 2007.
- NINDL, BC, PIERCE, JR. *Insulin-like growth factor I as a biomarker of health, fitness, and training status. Medicine and science in sports and exercise.* 2009.
- PELL, JM. *The nutritional regulation of growth hormone action. Nutr. Res. Rev.*, v.3, p.163-192, 1990.
- RARICK, KR, PIKOSKY, MA, GREDIAGIN, A, SMITH, TJ, GLICKMAN, EL, ALEMANY, JA, STAAB, JS, YOUNG, AJ, NINDL, BC. *Energy flux, more than energy balance, protein intake, or fitness level, influences insulin-like growth factor I system responses during 7 days of increased physical activity. J. Appl. Physiol.*, v. 103, p. 1613-1621, 2007.
- ROEMMICH, JN, SINNING, WE. *Weight loss and Wrestling training: effects on growth-related hormones. J. Appl Physiol.* v. 82, p.1760-1764, 1997.

- ROSENDAL, L, HENNING, L, FLYVBJERG, A, FRYSTSKY, J, ORSKOV, H, KJAER, M. *Physical capacity influences the response of insulin-like growth factor and its binding proteins to train. J. Appl Physiol.* v. 93, p.1669-1675, 2002.
- SCHEETT, T, MILLS, PJ, ZIEGLER, MG, STOPPANI, J, COOPER, DM. *Effect of exercise on cytokines and growth mediators in prepubertal children. Pediatric Research*, v. 46, n.4, p.429-440, 1999.
- SHEPPARD, JM, NEWTON, RU. *Long-term training adaptations in elite male Volleyball players. J. of Strength and Cond. Research.* v.26, n. 8, p. 2180-2184, 2012.
- SPERLING, MA. *Traditional and novel aspects of the metabolic actions of growth hormone. Growth Hormone & IGF-I Research.* n.28, p. 69-75, 2016.
- SUCHOMEL, TJ, SOLE, CJ, STONE, MH. *Comparison of methods that assess lower-body stretch-shortening cycle utilization. The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 30, n. 2, p. 547-554, 2016.
- STROBL, JS, THOMAS, MJ. *Human growth hormone. Pharmacol. Rev.*, v.46, p.1-34, 1994.
- TOURINHO FILHO, H, PUGGINA, MORAES, C, OLIVEIRA, L, MARTINELLI JR, CR. *Acute Effects of a Training Session on IGF1 and IGFBP3 Concentrations in Brazilian Jiu-Jitsu Fighters. European Society for Paediatric Endocrinology Abstracts.* n.84, p.3-289. 2015.
- TOURINHO FILHO, H, PIRES, M, PUGGINA, EF, PAPOTI, M, BARBIERI, R, MARTINELLI JR, CR. *Serum IGF-I, IGFBP-3 and ALS concentrations and physical Performance in young swimmers during a training season. Growth Horm. IGF Res.* 2016.
- WELTMAN, AJ, PRITZLAFF, CJ, WIDEMAN, L, WELTMAN, JY, BLUMER, JL, ABBOTT, RD, HARTMAN, ML, VELDHUIS, JD. *Exercise-dependent growth hormone release is linked to markers of heightened central adrenergic outflow. J. Appl. Physiol.*, v.89, p.629-635, 2000.
- ZIV, G, LIDOR, R. *Vertical jump in female and male volleyball players: a review of observational and experimental studies. Scand J. Med Sci. Sports.* v.20, p.556-567, 2010.

10. ANEXOS

10.1 ANEXO I – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “Estudo dos possíveis efeitos do treinamento físico ao longo de uma temporada de treinamento sobre o eixo GH/IGF-I, proteínas de ligação dos IGFs em atletas de voleibol” de responsabilidade do pesquisador Marcel Frezza Pisa. O estudo tem por objetivo acompanhar o comportamento dos hormônios GH e IGF-1 que apresentam uma relação direta com o seu crescimento físico e também com o seu desempenho nos treinos e competição. É importante ressaltar que o comportamento destes hormônios pode interferir diretamente no seu rendimento e, muito provavelmente refletir em que estado de sobrecarga de treinamento você se encontra em determinado período de sua preparação, podendo inclusive servir para avisar se as cargas de seu treino estão sendo aplicadas de forma adequada e, ainda, como se encontra o seu estado nutricional.

O estudo será realizado com jogadores de voleibol da equipe de Franca, totalizando em torno de 15 atletas em três momentos distintos, a saber: na fase inicial da preparação, na fase intermediária e na fase final da temporada que deverá ter uma duração aproximada de cinco meses.

Ao participar deste estudo você permitirá que o pesquisador Marcel Frezza Pisa faça medições sobre sua antropometria, a sua potência muscular por meio de testes de salto vertical utilizando um tapete de contato. Nestes testes podem estar envolvidos riscos e desconfortos, tais como dor e cansaço muscular temporário. Todos os testes serão realizados nos dias e horários dos treinos e deverão ser aplicados na mesma semana de treinamento. Haverá suporte básico de vida no local onde os testes serão aplicados. Também deverá ser realizada uma coleta de sangue após uma sessão de treinamento a fim de se fazer a dosagem de IGF-1, IGFBP-3.

A coleta de sangue será realizada via punção através de acesso ao vaso sanguíneo pela face anterior do antebraço por um enfermeiro em uma sala do próprio centro de treinamento em dois momentos distintos, uma coleta antes da sessão de treino (10mL) e uma coleta depois da sessão de treino (10mL) com um intervalo de aproximadamente 2h00min entre as coletas, totalizando 60ml de sangue ao longo de toda a temporada, que serão armazenadas entre 0 e 4°C imediatamente após o procedimento. Durante a coleta de sangue há o desconforto da picada da agulha (duas picadas – pré e pós-treino – num total de seis picadas ao longo de todo o estudo que terá uma duração de aproximadamente seis meses) e, em alguns casos a formação de

hematoma no local da coleta. Após as análises o sangue será descartado em lixo biológico (resíduo classe A) e recolhido para descarte final pela prefeitura Municipal de Ribeirão Preto.

É importante que você saiba que terá liberdade de se recusar a participar e ainda se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo para você.

Sempre que quiser poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone ou e-mail do pesquisador Marcel Frezza Pisa e, se necessário através do telefone do Comitê de Ética em Pesquisa que poderá esclarecer questões relacionadas aos aspectos éticos da pesquisa.

Cabe ressaltar que a participação nesta pesquisa não traz complicações legais e que os procedimentos adotados neste projeto obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução no. 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade, no entanto, haverá garantia de indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa conforme as leis vigentes no país.

Todas as informações coletadas neste estudo serão tratadas de forma sigilosa a fim de preservar a identidade dos participantes.

Ao participar desta pesquisa você não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo traga informações importantes sobre como o seu organismo está reagindo aos estímulos oferecidos pelo treinamento que você realiza, pois o entendimento da função dos hormônios e do papel regulatório que o sistema muscular pode realizar durante a prática de exercícios será fundamental para a obtenção de uma compreensão mais profunda do complexo mecanismo de adaptação do seu organismo ao exercício e treinamento físico.

Você não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto preencha, por favor, os itens que se seguem: Confiro que recebi uma via deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

Obs: Não assine esse termo se ainda tiver dúvida a respeito.

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu assentimento em participar da pesquisa.

Nome do Participante da Pesquisa

Assinatura do Participante da Pesquisa

Assinatura do Pesquisador

Pesquisador: Marcel Frezza Pisa – (16) 99243-5678

e-mail – marcelpisa@usp.br

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP – EEFERP - USP Fones: (16) 3315-0494

E-mail: CEP90@usp.br

Homepage: <http://www.eeferp.usp.br>

**ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE DE RIBEIRÃO PRETO
(EEFERP/USP)**

Av. Bandeirantes, 3900 Monte Alegre.

CEP – 14040-900 – Ribeirão Preto – SP