

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE DE RIBEIRÃO PRETO

DIANA PAULA PANDUCHI FERNANDES MONTEIRO

**Cinética do eixo GH/IGF-I em fisiculturistas do sexo feminino
ao longo de uma preparação para competição.**

RIBEIRÃO PRETO

2021

DIANA PAULA PANDUCHI FERNANDES MONTEIRO

**Cinética do eixo GH/IGF-I em fisiculturistas do sexo feminino
ao longo de uma preparação para competição.**

Versão Original

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação Educação Física e Esporte.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Tourinho Filho.

RIBEIRÃO PRETO

2021

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.

Monteiro, Diana Paula Pandochi Fernandes.

Cinética do eixo GH/IGF-I em fisiculturistas do sexo feminino ao longo de uma preparação para competição. Ribeirão Preto, 2021.

51 p.: il.; 30 cm.

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

Orientador: Tourinho Filho, Hugo.

1. IGF-I. 2. IGFBP-3. 3. Fisiculturismo. 4. Pré-contest.

Nome: MONTEIRO, Diana Paula Pandochi Fernandes.

Título: Cinética do eixo GH/IGF-I em fisiculturistas do sexo feminino ao longo de uma preparação para competição.

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de mestra em Ciências.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

Quando finalmente me entreguei ao amor de Deus e compreendi que os planos que Ele tem para mim são maiores do que eu poderia imaginar, minha vida mudou completamente. A minha fé alimenta a minha alma e expulsa qualquer medo que às vezes insiste em passar perto de mim.

Eu dedico este trabalho a Deus, por seu amor incondicional e por todas as bênçãos que são derramadas na minha vida.

AGRADECIMENTOS

Deus é tão maravilhoso e perfeito que tem colocado pessoas excepcionais na minha vida, entre elas meu orientador Prof. Dr. Hugo Tourinho Filho que me recebeu no seu grupo de alunos orientandos e, principalmente acreditou no meu potencial. Minha eterna gratidão por dividir seu conhecimento comigo e pela sua amizade. Você é um ser humano extraordinário.

Ao meu marido, Roberto Monteiro, por me apoiar, confiar e me impulsionar pessoal e profissionalmente. Eu vejo a admiração e o respeito em seus olhos todos os dias; seu companheirismo e amor me trazem segurança e paz para conquistar meus sonhos.

Aos meus pais, em especial minha querida mãe, que me criou para ser uma mulher forte e determinada. Uma mulher iluminada que me ensinou desde pequena que eu poderia conquistar qualquer coisa na minha vida.

Aos meus treinadores, professores e amigos que estiveram presentes na minha jornada como atleta. Suas contribuições para a minha vida foram profundas e muito apreciadas.

Aos meus amigos do Grupo de Estudo e Pesquisa em Endocrinologia e Metabologia do Esforço (GEPEME) por estarem sempre dispostos a me ajudar.

A Universidade de São Paulo – USP Ribeirão Preto, seu corpo docente, direção e administração que me proporcionaram um ensino de excelência.

"Eu não sou quem eu gostaria de ser; eu não sou quem eu poderia ser, ainda, eu não sou quem eu deveria ser. Mas graças a Deus eu não sou mais quem eu era!"

Martin Luther King

RESUMO

MONTEIRO, D. P. Cinética do eixo GH/IGF-I em fisiculturistas do sexo feminino ao longo de uma preparação para competição. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2021.

O Fisiculturismo como esporte envolve realizar uma série de poses/posturas no palco a fim de que o atleta possa ser classificado de acordo com sua melhor aparência estética e física durante a competição. Durante as semanas que antecedem a competição alvo, os atletas submetem-se a dietas restritas, diferentes métodos de treinamento físico, utilização de suplementação alimentar e, em alguns casos, o uso de anabólicos esteroides, para reduzir a gordura corporal para níveis baixos e manter ou aumentar a massa muscular. Por outro lado, sabe-se que o treinamento físico é um potente estimulador da liberação dos componentes do eixo GH/IGF-I que estão ligados diretamente ao processo de anabolismo. Partindo destes pressupostos, o presente estudo teve como objetivo verificar a cinética do IGF-I e de sua proteína de ligação, o IGFBP-3 durante a fase pré-contest de fisiculturistas femininas, realizando as coletas em dois momentos distintos: fase inicial (fase 1) e final do pré-contest (fase 2). Foi possível concluir que o IGF-I apresentou uma redução significativa em seus valores séricos ao final da fase pré-contest que antecedeu a participação das atletas em uma competição. Já com relação aos valores séricos de IGF-I e IGFBP-3 dosados antes e após a sessão de treino padronizada foi possível verificar mudanças significativas apenas para os valores de IGF-I na fase inicial do pré-contest. Parece razoável sugerir que a restrição calórica foi a principal responsável pela diminuição dos valores de IGF-I verificado ao final da fase pré-contest.

Palavras-Chave: IGF-I. IGFBP-3. Fisiculturismo. Pré-Contest

ABSTRACT

MONTEIRO, D. P. GH / IGF-I axis kinetics in female bodybuilders over the course of preparation for competition. 2021. Dissertation (Master of Science) - School of Physical Education and Sport of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2021.

Bodybuilding as a sport involves performing a series of poses/postures on the stage so that the athlete can be classified according to their best aesthetic and physical appearance during the competition. During the weeks leading up to the target competition, athletes undergo restricted diets, different methods of physical training, use of dietary supplementation and, in some cases, the use of anabolic steroids, to reduce body fat to low levels and maintain or increase muscle mass. On the other hand, it is known that physical training is a potent stimulator of the release of the components of the GH / IGF-I axis that are directly linked to the anabolism process. Based on these assumptions, the present study aimed to verify the kinetics of IGF-I and its binding protein, IGFBP-3 during the pre-contest phase of female bodybuilders, performing the collections in two different moments: initial phase (phase 1) and end of the pre-contest (phase 2). It was possible to conclude that the IGF-I showed a significant reduction in its serum values at the end of the pre-contest phase that preceded the participation of the athletes in a competition. Regarding the serum IGF-I and IGFBP-3 values measured before and after the standardized training session, it was possible to verify significant changes only for the IGF-I values in the initial pre-contest phase. It seems reasonable to suggest that caloric restriction was the main responsible for the decrease in the IGF-I values verified at the end of the pre-contest phase.

KEYWORDS: IGF-I. IGFBP-3. Bodybuilding. Pre-contest.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 História do Fisiculturismo	14
2.2 História do Fisiculturismo Feminino	16
2.3 O eixo GH/IGF-I	17
2.4 Exercício resistido e o eixo GH/IGF-I	20
3 MATERIAL E MÉTODO	23
3.1 População e amostra	23
3.2 Coleta de dados	23
3.3 Coleta de sangue	23
3.4 Medidas antropométricas	24
3.5 Sessão de treino padronizada	24
3.5.1 Exercícios e suas respectivas descrições	25
3.6 Periodização do treinamento na fase pré-contest	27
3.7 Recordatório alimentar e suplementação na fase pré-contest	28
3.7.1 Suplementação e suas respectivas descrições	28
3.8 Modulação hormonal na fase pré-contest	35
3.8.1 Hormônios e suas respectivas descrições	35
3.9 Determinação sérica de IGF-I e IGFBP 3	37
3.10 Tratamento estatístico	37
4 RESULTADOS	37
4.1 Medidas antropométricas	37
4.2 Alimentação, suplementação e modulação hormonal	39
4.3 Cinética do IGF-I e IGFBP-3	43
5 DISCUSSÃO	45
6 CONCLUSÃO	48
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1 INTRODUÇÃO

O Bodybuilding difere dos outros esportes na medida em que os atletas são julgados e avaliados de acordo com o volume, definição, proporção e simetria apresentadas no palco durante a exibição de suas poses, ao invés dos resultados almejados pelos atletas nas quadras, pistas e piscinas. Estes parâmetros são analisados de acordo com a categoria do atleta, pois nem sempre vencerá o atleta mais volumoso ou definido, e sim o atleta com o físico que melhor caracteriza a categoria escolhida na competição.

O esporte é dividido entre amador e profissional, por idade, por estatura, masculino e feminino, e dentro de cada divisão por sexo existem subdivisões formando categorias com padrões físicos distintos. No esporte amador há cinco categorias masculinas: Fisiculturismo, Fisiculturismo Clássico, Fitness Coreográfico Masculino, Men's Physique e Muscular Men's Physique, e cinco categorias femininas: Women's Physique, Fitness Coreográfico Feminino, Body Fitness, Bikini Fitness e Wellness Fitness (SANTONJA et al, 2017).

Geralmente, a preparação é dividida em off-season ou bulking e pré-contest ou cutting, sendo que a duração de cada fase varia de acordo com a necessidade de cada atleta.

O off-season é uma fase em que a ingestão calórica é elevada, os treinos resistidos possuem uma sobrecarga maior e treinos aeróbicos menores, buscando aumento do volume da massa muscular, com ênfase nos grupos musculares que necessitam ser treinados em cada atleta, de acordo com a necessidade para atingir o padrão físico necessário para cada categoria (GENTIL et al, 2017; HACKETT, JOHNSON, CHOW, 2013).

Já no pré-contest, as atletas diminuem, consideravelmente, a ingestão calórica, o treinamento com pesos utiliza números maiores de repetições e os treinos cardiovasculares dobram ou triplicam o volume semanal. O intuito nestas últimas semanas que antecedem a competição é diminuir a gordura corporal para que a musculatura apresente maior definição sem que diminua a massa muscular conquistada na primeira fase (GENTIL et al, 2017; HACKETT, JOHNSON, CHOW, 2013).

Algumas estratégias usadas por estas atletas durante a preparação física são baseadas no senso comum, ao invés das evidências científicas, as quais podem impor consideráveis riscos à saúde. Contudo é interessante notar que estas atletas se recusam a seguir as recomendações médicas ou da literatura científica, porque estão convencidas de que tais práticas são indispensáveis para obter o sucesso final na preparação, isto é, a busca pelo corpo perfeito (DELLA GUARDIA, CAVALLARO, CENA, 2015; GENTIL et al, 2017; WALBERG-RANKIN, 1995).

Nessa busca pelo corpo perfeito, é indiscutível a importância dos hormônios no processo de construção muscular. Os hormônios são os grandes responsáveis pela comunicação integrada de vários sistemas fisiológicos responsáveis pela modulação do crescimento e desenvolvimento celular. Embora a influência hormonal específica deva ser considerada dentro do contexto de todo o sistema endócrino e sua relação com outros sistemas fisiológicos, três hormônios principais são considerados os "gigantes anabólicos" no crescimento e reparo celular: testosterona, a superfamília do hormônio do crescimento e a superfamília do fator de crescimento semelhante à insulina (IGF) (KRAEMER et al, 2020).

O hormônio do crescimento (GH) é um dos hormônios mais estudados pela ciência, contudo, ainda permanecem controversos e desconhecidos alguns aspectos fisiológicos, incluindo fatores que regulam sua síntese, mecanismos de ação e efeitos no metabolismo proteico e lipídico e o entendimento sobre o papel do GH em resposta ao stress provocado pelo exercício físico encontram-se, ainda, em estágio embrionário (CRUZAT et al, 2008; KRAEMER et al., 2020).

Os mecanismos envolvidos com estas ações são bastante complexos e podem ser divididos em: ações diretas, que são mediadas pela cascata de sinalizações intracelulares, desencadeadas pela ligação do GH ao seu receptor na membrana plasmática; e ações indiretas, mediadas, principalmente, pela regulação da síntese de fatores de crescimento semelhantes à insulina (IGFs) e de suas proteínas de ligação (IGFBPs – *insulin-like growth factor binding proteins*) (MARTINELLI JUNIOR; CUSTÓDIO; OLIVEIRA, 2008).

Os IGFs associam-se à família de proteínas transportadoras denominadas IGFBPs que, além de aumentarem a vida média dos IGFs modulam suas ações autócrinas, parácrinas e endócrinas, podendo tanto potencializá-las quanto inibi-las. 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 no apoptose e no crescimento celular (MARTINELLI JUNIOR; CUSTÓDIO; OLIVEIRA, 2008).

O comportamento destas variáveis pode interferir diretamente no desempenho dos praticantes e, muito provavelmente refletir em que estado de sobrecarga de treinamento o atleta se encontra em determinado período de sua preparação, podendo, inclusive, servir como sensíveis marcadores de overtraining e do status nutricional de cada participante (TOURINHO FILHO et al, 2017).

Apesar de haver inúmeros estudos sobre a influência do eixo GH/IGF-I sobre o ganho de massa muscular e suas respostas frente ao treinamento resistido (ELIAKIN, NEMET, 2020

ainda há poucos estudos sobre a cinética destes hormônios dentro da preparação de fisiculturistas, e principalmente sobre fisiculturistas mulheres.

Sabe-se que durante as semanas que antecedem a competição alvo de fisiculturistas (fase pré-contest), as atletas submetem-se a dietas restritas, diferentes modelos de treinamento físico, além da utilização de suplementação alimentar e, em alguns casos, o uso de esteróides anabólicos para reduzir a gordura corporal para níveis baixos, procurando ao mesmo tempo, manter a massa muscular em busca de um padrão físico.

Partindo desses pressupostos, o presente estudo apresenta a seguinte indagação: como se comporta o IGF-I e de sua proteína de ligação IGFBP-3 em atletas fisiculturistas amadores do sexo feminino durante um período de doze semanas de treinamento (fase pré-contest) que antecede a participação em uma competição alvo.

Objetivo Geral

Analisar a cinética do IGF-I e de sua proteína de ligação IGFBP-3 em atletas fisiculturistas amadores do sexo feminino durante um período de doze semanas de treinamento (fase pré-contest) que antecede a participação em uma competição.

Objetivos Específicos

- a) Medir a concentração dos níveis séricos IGF-I e IGFBP-3 de fisiculturistas do sexo feminino ao longo da preparação para uma competição – fase pré-contest (fase I - inicial) e fase pré-contest (fase II - final) e antes e após a sessão de treino padronizada;
- b) Medir o peso corporal, as dobras cutâneas tricípital, subescapular, abdominal, supra-ílica e coxa medial e as circunferências abdominal, de cintura e de quadril;
- c) Calcular o % de gordura e a massa magra das fisiculturistas no início e ao final da fase pré-contest;
- d) Descrever as abordagens dietéticas e modulações hormonais utilizadas pelas fisiculturistas durante a preparação para a competição – fases do pré-contest.
- e) Comparar a cinética do IGF-I e do IGFBP-3 no início e final da fase pré-contest e antes e após a sessão de treino padronizada.

Justificativa

Embora ainda não se tenham explicações adequadas para inúmeros questionamentos relacionados com os efeitos da prática da atividade física envolvendo integrantes da população, verifica-se que, nos últimos anos, uma grande quantidade de informações vem sendo acumulada com referência ao assunto, muito provavelmente, em função do aumento da participação de em programas de treinamento, principalmente a participação nos programas de exercícios de alta intensidade realizados em grupos, fato que se verifica, claramente, entre os praticantes de fisiculturismo. 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.

Tendo em vista a relação entre estado de treinamento e nível de atividade física com o aumento ou inibição do eixo GH/IGF-I, que por sua vez, pode afetar tanto o estado anabólico quanto catabólico de atletas expostos a programas de treinamento ao longo de uma temporada (ELLOUMI et al., 2005; ELIAKIN; NEMET, 2010), entende-se que a avaliação das possíveis mudanças nas concentrações de IGF-I e suas proteínas de ligação, principalmente, IGFBP-3, pode ser interessante, na medida em que, o comportamento destas variáveis pode interferir diretamente no desempenho dos praticantes e, muito provavelmente refletir em que estado de sobrecarga de treinamento o atleta se encontra em determinado período de sua preparação, podendo, inclusive servir como sensíveis marcadores de overtraining e do status nutricional de cada participante.

Ainda, de acordo com Eliakin e Nemet (2013) a coleta de valores basais e mudanças no comportamento dos componentes 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 de controle dentro da preparação dos atletas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 História do Fisiculturismo

O lendário Mílon de Crotona, atleta grego famoso pelas suas vitórias nos jogos olímpicos, é o protagonista de uma das descrições mais antigas sobre o treinamento com cargas.

O relato é que Mílon carregou um bezerro nas suas costas metodicamente, e enquanto o animal crescia, proporcionalmente sua força aumentava, surgindo então o princípio da sobrecarga no treinamento.

A tradição antiga de carregar pedras e animais evoluiu para um esporte moderno no final do século XIX. Homens fortes e físicos agradáveis surgiram e à medida que o esporte se desenvolveu, enfrentou diferentes aspectos e culturas neste processo. A necessidade de um modelo, de um ícone masculino parecido com as estátuas da Grécia Antiga foi necessário para disseminar os ideais que os fisiculturistas queriam implantar: saúde geral, condicionamento físico, moderação e equilíbrio em todos os aspectos da vida.

Eugen Sandow, filho de pai alemão e mãe russa, nasceu em Königsberg (Prússia) em 2 de abril de 1867, fez sua reputação na Europa desafiando outros homens fortes e em 1890 veio para a América e foi promovido por Florenz Ziegfeld como o homem mais forte do mundo. Devido a sua popularidade, as vendas de barras e halteres dispararam e Sandow ganhou milhões de dólares por semana e criou uma indústria inteira à sua volta com a venda de livros e revistas (SCHWARZENEGGER, 2002).

Podemos destacar outros nomes desta época como George Hackenschmidt – o “Leão Russo”, Professor Louis Attila, Hermann Goerner, Professor Louis Attila, Macfadden, todos criaram um legado promovendo a cultura de que homens fortes era o sinônimo de saúde, beleza e fama (SCHWARZENEGGER, 2002).

Nas décadas de 20 e 30 os conhecimentos sobre treinamento físico eram limitados, entretanto tornou-se evidente que o treinamento com pesos era o meio mais rápido para o desenvolvimento do físico. Em campeonatos ocasionais reuniam-se atletas pugilistas, levantadores de pesos, ginastas e outros atletas que além de exibir sua forma física, desempenhavam alguma façanha atlética como por exemplo parada de mãos ou outros movimentos de ginástica. Mas foi em 4 de julho de 1939 que as coisas começaram a mudar com a criação do campeonato Mister América, em Chicago. Em 1940 a União de Atletas Amadores (AAU - Amateur Athletic Union) produziu um evento moderno e o atleta John Grimek que treinava primordialmente musculação, ou melhor dizendo levantamento de pesos em uma academia, foi o vencedor por dois anos seguidos (1940 e 1941) (SCHWARZENEGGER, 2002).

Na década de 40 ficou evidente a diferença entre um físico desenvolvido por levantadores de pesos e um físico desenvolvido para dar simetria, forma e proporção através do treinamento com pesos. O fisiculturismo foi reconhecido como único, mas ainda continuava sendo um esporte obscuro para a sociedade.

Nesta época destacamos o atleta Steve Reeves, que após vencer os campeonatos Mister América e Mister Universo foi convidado a fazer filmes tornando-se uma estrela internacional. Sua beleza e físico abriram portas para papéis em filmes importantes como Hércules; Morgan, o Pirata; e o Ladrão de Bagdá.

Ano após ano surgiram mais atletas, entretanto na década de 60 existiam dois cenários distintos: o Fisiculturismo na Europa e o Fisiculturismo na América. Grandes campeonatos foram realizados nos dois continentes e seis nomes emergiram como dominantes: Dave Draper, Sergio Oliva, Bill Pearl, Franco Columbu, Frank Zane e Arnold Schwarzenegger.

Nos anos 70 a Federação Internacional de Fisiculturismo (IFBB) consolidou-se com mais de cem países filiados e tornou-se a sexta maior federação do Mundo sob a direção de Bem Weider, pai do Fisiculturismo. O livro, e depois o filme “Pumping Iron” trouxeram uma visão geral ao público sobre o esporte e marcou um crescimento explosivo na popularidade do fisiculturismo (SCHWARZENEGGER, 2002).

Nos anos 90, a IFBB possuía 160 países filiados e tornou-se a quarta maior federação mundial. A União Soviética e a China solicitaram a sua união a IFBB e começaram a sediar competições para homens e mulheres. Em 1997, o COI (Comitê Olímpico Internacional) reconheceu oficial o esporte (SCHWARZENEGGER, 2002; WIKIPEDIA, 2021).

O Fisiculturismo impactou e influenciou a cultura moderna. Na época os filmes como Rambo, Conan e os filmes de artes marciais de Jean-Claude Van Damme eram apreciados porque seus protagonistas eram símbolos de força, masculinidade e beleza, fazendo com que os novos atores se mantivessem em forma e saudáveis para agradar ao público.

2.2 História do Fisiculturismo Feminino

As competições femininas iniciaram no final da década de 70, mas foi em 1980 que a IFBB oficializou a categoria no campeonato Mister Olímpia.

A primeira campeã do Miss Olímpia foi Rachel McLish. Ela combinou musculosidade e feminilidade, com olhares insinuantes e sensuais na sua apresentação e tornou-se referência para outras atletas.

Cory Everson e Lenda Murray dominaram os anos 80 e 90 ganhando seis vezes cada uma o título de Miss Olímpia, mas foi o físico de Kim Chizevsky que gerou controvérsias entre músculos e estética corporal, fazendo com que este “novo arquétipo”, como sugerido por Charles Gaines, escritor do livro Pumping Iron, fosse questionado pela sociedade.

Schwarzenegger (2002, p. 45) afirma que

O fisiculturismo é um esporte tanto para homens como para mulheres praticarem. É por essa razão que organizo o Arnold Classic e o Miss Internacional em Columbus todo ano. Vivemos em uma época em que as mulheres estão envolvendo-se em toda espécie de atividade e profissões que antigamente eram-lhe negadas.

Com o fim do Comunismo no Leste Europeu tornou-se possível o fisiculturismo feminino e as atletas imigraram-se principalmente para os Estados Unidos. As mulheres latinas, como as brasileiras Ângela Debatin e Mônica Martins, a venezuelana Yaxeni Oriquen, a colombiana Betty Vianna e a argentina Maria Calo são exemplos de fisiculturistas que buscaram o “sonho americano” através do esporte num país que proporcionasse treinamento e campeonatos associados ao reconhecimento profissional (WIKIPÉDIA, 2021).

A crescente popularidade entre o sexo feminino fez com que novas categorias surgissem além do fisiculturismo feminino, entre elas podemos citar: fitness coreográfico feminino, body fitness, bikini fitness, women’s physique e wellness fitness.

2.3 O eixo GH/IGF-I

O eixo GH/IGF-I é composto pelo hormônio do crescimento e também pelos fatores de crescimento insulin-like growth factors. O crescimento é influenciado por estes componentes juntamente com a herança genética.

O GH, também conhecido como somatotropina, é produzido pelos somatotrofos da hipófise anterior (adenohipófise) e em sua forma predominante corresponde a aproximadamente 75% do GH circulante. 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; CRUZAT et al., 2008).

De acordo com Martinelli Jr, Custódio e Aguiar-Oliveira (2008), a secreção do GH ocorre em pulsos, principalmente à noite, durante o sono, com meia-vida de aproximadamente vinte minutos. A amplitude dos pulsos e a massa de GH secretada variam com a idade, aumentando durante a puberdade, período em que ocorre a maior secreção deste hormônio, e decaindo na vida adulta para concentrações semelhantes às observadas em indivíduos pré-púberes com posterior diminuição progressiva.

Cruzat et al. (2008, p. 550) afirma que

A modulação da secreção de GH na adenohipófise ocorre por influências estimuladoras e inibitórias. Uma complexa inter-relação entre dois peptídeos hipotalâmicos regula a liberação do GH na adenohipófise: a somatostatina (SRIF, growth hormone inhibit hormone) que inibe a secreção do GH, e o hormônio liberador de GH (GHRH - growth hormone releasing hormone). Tanto a síntese de GHRH como a de SRIF são influenciados por diversos neurotransmissores, tais como a serotonina, a dopamina, a acetilcolina e a noradrenalina. Hormônios periféricos como a insulina e os glicocorticoides também influenciam a produção de GHRH e de SRIF, alterando a síntese do GH.

O sistema de retroalimentação negativo (feedback negativo) exercido pelo GH e pelos IGFs, regulando as concentrações de GHRH e SRIF ou atuando diretamente sobre as células hipofisárias, é determinante na regulação da síntese e na secreção do GH (MARTINELLI JR; CUSTÓDIO; AGUIAR-OLIVEIRA, 2008; CRUZAT et al., 2008).

Os IGFs (IGF-I e IGF-II) são fatores de crescimento peptídicos apresentando elevado grau de semelhança estrutural com a pró-insulina e têm atividade sobre o metabolismo intermediário, a proliferação, o crescimento e a diferenciação celular. São produzidos na maioria dos órgãos e tecidos do organismo e sua secreção ocorre à medida que são produzidos, não existindo um órgão de armazenamento (MARTINELLI JR, CUSTÓDIO, AGUIAR-OLIVEIRA, 2008).

Existem outros diversos fatores que 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 estado de treinamento (CRUZAT et al., 2008).

O GH exerce sua ação anabólica (estimula o crescimento tecidual) e também uma ação metabólica (altera o fluxo, a oxidação e o metabolismo de, praticamente, todos os nutrientes da circulação) mediante receptor específico (GHR), membro da família dos receptores de citocinas (MARTINELLI JR; CUSTÓDIO; AGUIAR-OLIVEIRA, 2008; CRUZAT et al., 2008).

Os mecanismos envolvidos com estas ações são bastante complexos e podem ser divididos em: ações diretas, que são mediadas pela cascata de sinalizações intracelulares, desencadeadas pela ligação do GH ao seu receptor na membrana plasmática; e ações indiretas, mediadas, principalmente, pela regulação da síntese de fatores de crescimento semelhantes à

insulina (IGFs) e de suas proteínas de ligação (IGFBP – insulin-like growth factor binding proteins). Os IGFs associam-se à família de proteínas transportadoras denominadas IGFBPs que, além de aumentarem a vida média dos IGFs modulam suas ações autócrinas, parácrinas e endócrinas, podendo tanto potencializá-las quanto inibi-las. 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 no apoptose e no crescimento celular (MARTINELLI JR; CUSTÓDIO; AGUIAR-OLIVEIRA, 2008; CRUZAT et al., 2008).

Em relação ao metabolismo lipolítico e glicolítico, as ações diretas do GH são antagonistas aos efeitos provocados pela insulina, ou seja, que aumenta a concentração de glicose circulante e, conseqüentemente, estimula a liberação de mais insulina para manter a glicemia adequada (PELL; BATES, 1990). Nesse caso, 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; BATES, 1990; CRUZAT et al., 2008).

Os IGFs exercem suas ações mediante interação com dois diferentes receptores denominados receptores de IGF tipo 1 (IGF-1R) e tipo 2 (IGF-2R). A maioria das ações conhecidas dos IGFs é mediada via IGF-1R, não sendo ainda claro o papel fisiológico do IGF-2R (MARTINELLI JR; CUSTÓDIO; AGUIAR-OLIVEIRA, 2008).

A principal fonte de IGF-I na circulação é o fígado, sendo que sua síntese e liberação são influenciadas por diversos fatores, entre os quais: a concentração de GH, o estado nutricional, a composição corporal, e a concentração de hormônios e metabólitos (CRUZAT et al., 2008). O IGF-I hepático age como hormônio estimulando o crescimento de diversos tecidos, como o ósseo e o muscular. Atualmente sabe-se que diversos tecidos são capazes de sintetizar fatores de crescimento locais, incluindo o IGF-I. Nesse caso, o IGF-I de origem extra-hepática tem ação, predominantemente, autócrina e parácrina, todavia, o GH também influencia a expressão do IGF-I extra-hepático e de outros fatores de crescimento locais (MARTINELLI JR; CUSTÓDIO; AGUIAR-OLIVEIRA, 2008; CRUZAT et al., 2008; WIDDOWSON et al., 2009).

2.4 Exercício resistido e o eixo GH/IGF-I

Muitos são os estudos analisando o efeito do eixo GH/IGF-I em resposta a prática e treinamento de diversas modalidades esportivas. Além disso, há também vários estudos cujo objetivo principal foi avaliar o efeito do eixo sob o crescimento tecidual, mais especificamente o aumento da massa muscular. Para entender o papel do eixo GH/IGF-I sob o aumento da massa muscular, é preciso primeiramente definir o comportamento do eixo e sua ação anabólica em resposta ao treinamento resistido. Graves e Franklin (2001) definem o exercício resistido como um tipo de exercício capaz de desenvolver e manter a força muscular (habilidade de gerar força), resistência muscular (habilidade de gerar força repetidamente) e massa muscular.

Tendo em vista o treinamento resistido, muitos estudos têm sido realizados, a fim de investigar o comportamento do eixo GH/IGF-I e sua ação anabólica, ou seja, a estimulação do crescimento tecidual, como por exemplo o aumento de massa muscular (MACHIDA; BOOTH, 2004). Este efeito anabólico do eixo, tem sido proposto como consequência do estresse mecânico induzido pelo número de repetições, o que estimula uma maior liberação de GH (KRAEMER; RATAMESS, 2005).

O protocolo de treinamento utilizado durante uma sessão de exercício resistido parece também interferir no comportamento do eixo GH/IGF-I. Kraemer et al. (1991) utilizaram dois tipos de protocolos para treinamento resistido para analisar o comportamento anabólico de alguns hormônios endógenos em indivíduos de ambos os sexos masculino e feminino. Os participantes realizaram os dois protocolos em dias separados. Ambos os protocolos possuíam os mesmos exercícios e todos eram executados na mesma ordem. O Protocolo 1 (P-1) consistiu em séries de cinco repetições com intervalo de três minutos e o Protocolo 2 (P-2) utilizou dez repetições com intervalo de um minuto. Amostras de sangue para determinar as concentrações de GH, Testosterona e IGF-I foram coletadas pré-exercício, durante (após 4 exercícios do total de 8) e após (0, 5, 15, 30, e 60 minutos) o exercício. Todos os valores para indivíduos do sexo masculino foram significativamente maiores quando comparados com os valores para indivíduos do sexo feminino. Os níveis de testosterona aumentaram significativamente em ambos os protocolos. As concentrações de GH em P-2 foram maiores em comparação com os valores em P-1 em as amostras, exceto as amostras pré-exercício. Os níveis de IGF-I foram maiores em P-1 imediatamente após o treinamento resistido em indivíduos do sexo masculino, por outro lado, amostras pós exercício no período de descanso, demonstraram maiores concentrações de IGF-I em P-2 quando comparado com P-1. Com os resultados encontrados, Kraemer et al. (1991) afirmam que protocolos utilizando cargas moderadas, maior volume e

menor tempo de intervalo aumentam a secreção de GH quando comparados com protocolos onde a carga é elevada e o número de repetições baixo.

Com o objetivo de também avaliar o comportamento do GH, Hakkinen et al. (2000) analisaram as concentrações basais e as respostas agudas de hormônios séricos como GH, testosterona e cortisol em indivíduos de meia idade e idosos, durante o treinamento resistido. O protocolo utilizado consistia em 6 meses de treinamento resistido intenso em conjunto com exercícios de explosão. As amostras foram coletadas antes e após os 6 meses de treinamento. As concentrações de testosterona após 6 meses de treinamento resistido, para ambos os grupos de meia idade e idosos, foram significativamente maiores, assim como as concentrações de GH que apresentaram valores maiores no pós-treinamento quando comparado aos valores do pré-treinamento.

Estudos têm mostrado respostas hormonais pré-exercício, em alguns intervalos de tempo durante o exercício e em diferentes intervalos pós-exercício, o que tem sido por até várias horas após. Independentemente dos intervalos entre as amostras ou o protocolo utilizado, as respostas mantêm um padrão em relação a liberação de GH. Na maioria dos casos, os picos de concentração de GH ocorrem logo após o exercício ou ligeiramente após. Estes níveis começam então a diminuir e podem voltar aos níveis basais em até 90 minutos após o término do exercício (HAKKINEN et al., 2000; WIDERMAN et al., 2002). Estas respostas são semelhantes ao comportamento dos níveis de GH em resposta aguda ao exercício aeróbio.

McMurray, Eubank e Hackney (1995) analisaram os efeitos do exercício resistido sobre as respostas noturnos de cortisol, testosterona, GH e hormônios da tireoide (T3, T4). Oito levantadores de peso foram examinados, e cada sujeito realizou duas tentativas utilizando um design de contrapeso: um controle, sem exercício (CON) e uma sessão intensa de exercício resistido contendo três series de seis exercícios até a exaustão (RE). As amostras de sangue foram coletadas antes e durante os intervalos de 20 minutos após RE. Para ambas as amostras de sangue foram coletadas em intervalos de uma hora a partir de 21:00 horas até as 07:00 horas. As concentrações de GH e cortisol aumentaram até 40 min pós-exercício ($p < 0,05$), mas voltou para os níveis basais 1 h pós-exercício. A concentração de GH noturna não foi afetada pela RE ($p > 0,26$) e atingiu o pico as 02:00 horas e depois declinou até as 07:00 horas. Da mesma forma, as respostas de cortisol foram similares entre as tentativas ($p > 0,14$). As concentrações de T3 não foram alteradas pelo exercício e foram semelhantes em todos os momentos entre as tentativas. As concentrações de T4 foram elevadas aos 20 min após RE; no entanto concentrações de T4 noturnos foram menores após o RE do que durante CON. McMurray, Eubank e Hackney (1995) concluíram que os resultados sugerem que GH e cortisol podem ter

atividade noturna limitada em resposta aos exercícios resistidos. No entanto, as alterações noturnas de testosterona e T4 após os exercícios resistidos, embora pequena, pode ter implicações para o anabolismo muscular.

Similarmente ao estudo desenvolvido por McMurray, Eubank e Hackney (1995), Nindl et al. (2001) investigaram a liberação de GH em homens 12 horas após uma sessão intensa de exercícios resistidos realizada no final da tarde (15.00-17.00). Os níveis de GH foram significativamente elevados cerca de vinte minutos após a sessão intensa de exercícios resistidos e, em seguida, diminuiu gradualmente ao longo dos próximos trinta minutos, de modo que em 1 hora pós-exercício, as concentrações de GH voltaram aos níveis basais. A sessão intensa de treinamento resistido influenciou também os valores padrões da liberação noturna do GH, de forma que a liberação de GH foi menor na primeira metade do sono, mas maior na segunda metade. Além disso, este exercício resultou em valores máximos de GH máxima mais baixos e em menor amplitude, embora em geral os valores médios de GH não foram significativamente reduzidos (NINDL et al., 2001).

Copeland, Consitt e Tremblay (2002) realizaram um estudo envolvendo mulheres treinadas com idades entre 19 e 69 anos, com o objetivo de determinar respostas hormonais a uma típica sessão de exercícios resistidos (RS) e exercícios de longa duração (ES). O ES consistiu em quarenta minutos de bicicleta ergométrica na FC máxima de 75%, e o RS consistiu em 3 séries de 10 repetições de oito exercícios diferentes. Para análise dos níveis de lactato no plasma, GH, IGF-I, testosterona e cortisol, amostras de sangue foram coletadas antes, logo após o exercício, e após trinta minutos de recuperação. Análises dos dados indicaram um aumento significativo de testosterona e GH em resposta a ambos os protocolos de treinamento, mas principalmente em resposta ao RS quando comparado ao protocolo utilizado para ES.

Pensando na importância em estudar o efeito do treinamento sob o eixo GH/IGF-I, Steinacker et al. (2004) afirmam que o entendimento da função dos hormônios e citocinas e do papel regulatório que o sistema muscular pode realizar durante a prática de exercícios é fundamental para obtenção de uma compreensão mais profunda do complexo mecanismo de adaptação do organismo ao exercício e treinamento físico. Além de que as respostas hormonais podem ser utilizadas como uma ferramenta importante no aprimoramento dos ciclos de treinamento físico e monitoramento de cargas.

3 MATERIAL E MÉTODO

3.1 População e amostra

Participaram do estudo atletas amadores de fisiculturismo do sexo feminino, com pelo menos um ano de treinamento contínuo e que competem de acordo com as regras e estatuto da Federação Internacional de Bodybuilding e Fitness (IFBB). A amostra foi selecionada de forma não aleatória, sendo composta por atletas voluntárias das categorias femininas Bikini Fitness, Wellness Fitness e Body Fitness.

3.2 Coleta de dados

Após serem informadas verbalmente e por escrito, por meio do Termo de Consentimento Livre e esclarecido a respeito dos procedimentos que serão adotados na pesquisa, as atletas passaram por uma avaliação antropométrica para a determinação da composição corporal (% de gordura e massa magra) e coleta de sangue. A coleta de sangue foi realizada antes do início da sessão de treino padronizada, antecedida por trinta minutos de repouso e trinta minutos após o término da sessão, totalizando duas picadas em cada momento de coleta e quatro picadas ao longo da temporada (pré e pós-treino), com um intervalo entre a coleta pré-treino e a coleta pós-treino de aproximadamente duas horas.

Os procedimentos ocorreram na fase inicial (2ª semana) e na fase final (10ª semana) da temporada das atletas que durou aproximadamente doze semanas – fase pré-contest.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Escola de Educação Física e Esporte (n. 711.038).

3.3 Coleta de Sangue

A coleta de sangue venoso foi realizada por um enfermeiro via punção através de acesso ao vaso sanguíneo pela face anterior do antebraço, sendo realizada em uma sala localizada no próprio centro de treinamento das atletas.

Antes de iniciar a sessão de treinamento resistido, as atletas permaneceram em repouso por aproximadamente 30 minutos, sendo realizado o mesmo procedimento após o término da sessão. Foram realizadas duas coletas sanguíneas (inicial e final) em dois momentos da preparação pré-contest, totalizando quatro amostras por atleta.

Antes do acesso, a região onde houve a coleta foi devidamente higienizada com etanol a 70%. Coletou-se 10 ml de sangue de cada atleta em tubos sem adição de anticoagulante para aquisição do soro (10 ml pré-treino e 10 ml pós-treino) totalizando 40 ml por atleta ao longo da temporada, que ficaram armazenados entre 0 e 4°C imediatamente após o procedimento. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas entre 0 e 4°C a 1200 rpm por quinze minutos para separação do plasma e do soro. Uma vez completada essa etapa, o plasma e o soro foram retirados do tubo de coleta e armazenados em tubos de 1,5 ml para posterior congelamento a -80°C para as dosagens descritas a seguir. O conteúdo restante dos tubos de coleta foi descartado em lixo biológico (resíduo classe A) e coletado para descarte final pela prefeitura municipal de Belo Horizonte.

3.4 Medidas antropométricas

Para verificar o comportamento de alguns aspectos antropométricos ao longo da fase pré-contest, as atletas foram submetidas às medidas de peso corporal com uma balança eletrônica Lucastec - Ple 180; de estatura com um estadiômetro; circunferências abdominal, de cintura e de quadril e; medidas de dobras cutâneas de tríceps, subescapular, supra ilíaca, abdominal e coxa medial realizadas com um adipômetro Cescorf, segundo padronização de Behnke e Wilmore (1974). 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).

3.5 Sessão de treino padronizada

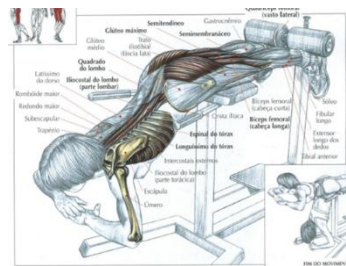
Entre as atletas voluntárias existem três categorias femininas distintas de competição e o treinamento resistido proposto por seus treinadores diferem de acordo com a necessidade física para atingir o padrão necessário. Sabendo-se disto e com o intuito de manter a integridade da periodização do treinamento e da individualidade biológica de cada voluntária, foi proposto uma sessão padronizada de treino resistido nos dias de coleta de sangue.

Um aquecimento geral na esteira durante cinco minutos foi realizado antes do início do treino que consistiu em: a) Hiperextensão lombar; b) Puxada na frente com polia alta, pegada aberta e pronada; c) Puxada na barra T; d) Puxada na frente com polia alta, pegada fechada com barra V; e) Puxada com polia baixa, pegada fechada; f) Puxada horizontal com um halter e; g) Rosca martelo simultânea com halteres.

As atletas realizaram quatro séries de cada exercício entre 10 a 12 repetições máximas, com exceção da hiperextensão lombar que foi realizada de 15 a 20 repetições máximas. As participantes foram instruídas para realizarem o treino até a falha máxima.

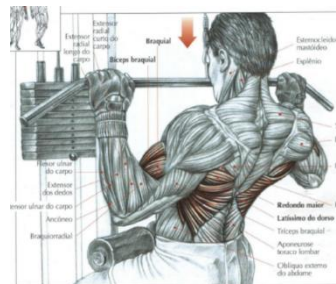
3.5.1 Exercícios e suas respectivas descrições

- a) **Hiperextensão lombar:** com a coluna flexionada inicialmente, realizar uma extensão de quadril e da coluna até a horizontal, elevando a cabeça e finalizando com uma hiperextensão da curvatura lombar.



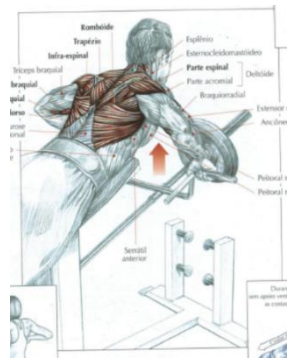
Fonte: DELAVIER (2012)

- b) **Puxada na frente com polia alta, pegada aberta e pronada:** sentado em frente ao aparelho, barra reta segurada com uma pegada aberta e em posição de pronação, realizar flexão e extensão dos cotovelos trazendo a barra até a direção do queixo.



Fonte: DELAVIER (2012)

- c) **Puxada na barra T:** com o apoio ventral do tronco no banco inclinado, realizar flexão e extensão dos cotovelos em posição de pronação das mãos, mantendo a coluna ereta e o movimento controlado.



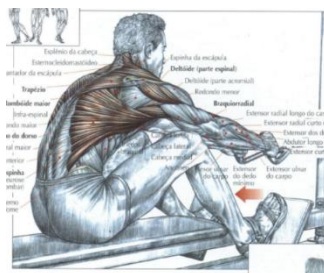
Fonte: DELAVIER (2012)

- d) **Puxada na frente com polia alta, pegada fechada com a barra V:** sentado em frente ao aparelho, barra V segurada em pegada fechada e em posição neutra, realizar flexão e extensão dos cotovelos trazendo a barra até a direção do peitoral.



Fonte: DELAVIER (2012)

- e) **Puxada com polia baixa, pegada fechada:** sentado em frente ao aparelho, pés apoiados, tronco flexionado. Realizar flexão e extensão dos cotovelos trazendo a barra até o abdômen.



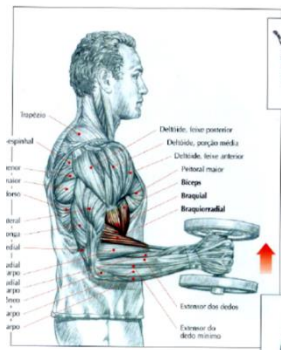
Fonte: DELAVIER (2012)

- f) **Puxada horizontal com um halter:** mão e joelho opostos apoiados sobre um banco, a outra mão segurando um halter em posição semipronação. Com as costas fixas realizar flexão do cotovelo até ultrapassar o tronco e extensão de forma controlada.



Fonte: DELAVIER (2012)

- g) **Rosca martelo simultânea com halteres:** sentado ou em pé, um halter em cada mão em pegada neutra, realizar flexão e extensão de cotovelos de forma controlada.



Fonte: DELAVIER (2012)

3.6 Periodização do treinamento na fase pré-contest

A fase de pré-contest costuma durar uma média de 12 semanas, enquanto o off-season tem um período muito maior, e pode incluir além da fase de ganho de volume muscular, uma fase de descanso, ou fase de recuperação. O modelo de periodização adotado depende do calendário de competições.

Fisiculturistas costumam usar a periodização reversa, que ao contrário da periodização linear clássica (usada por atletas de força/potência), começa com cargas elevadas (força) e menor volume de treinamento durante o off-season, progredindo para cargas menores com

maior volume de treinamento (hipertrofia-resistência) durante a fase de pré-contest, mantendo a intensidade pela variação nos estímulos e métodos de treinamento. As variações de métodos de treinamento visam maior gasto calórico, como também uma adaptação às restrições dietéticas da fase pré-contest (HALUCH, 2017).

3.7 Recordatório alimentar e suplementação na fase pré-contest

Foi realizado um recordatório alimentar de 48 horas que antecederam a coleta de sangue contendo a descrição detalhada da ingestão alimentar, suplementação e modulação hormonal para as atletas que fizeram uso destas estratégias durante a preparação.

Para a quantificação do consumo alimentar das atletas, foi solicitado que as participantes fizessem registros alimentares de três dias da semana alternados, sendo dois dias durante a semana e um dia do final de semana, na semana anterior à coleta de sangue. Os registros alimentares foram calculados com o auxílio da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO), para apresentação dos dados foi realizada a média dos três dias contabilizados.

3.7.1 Suplementação e suas respectivas descrições

- a) **5-HTP:** o 5-HTP é o precursor da serotonina, que é um neurotransmissor que regula o humor e as emoções. O 5-HTP é também o precursor da melatonina, que é sintetizada a partir de serotonina. A suplementação diária com L-5-Hidroxitriptofano possui extensa e profunda aplicação no equilíbrio das desordens do SNC, podendo citar o sono, a memória, o aprendizado e a regulação da temperatura e do humor.
- b) **Ácido alfa lipóico:** potente antioxidante, capaz de varrer uma ampla variedade de espécies reativas do oxigênio como: radicais hidroxila, superóxido e peroxila. Além disso, prolonga as atividades das vitaminas C e E, melhorando os níveis de glutathione. Age como hepatoprotetor e coadjuvante no tratamento do diabetes.
- c) **Anastrozol:** pertence a uma classe de medicamentos chamados de inibidores da aromatase. Isto significa que anastrozol interfere em algumas ações da aromatase, uma substância que afeta o nível de certos hormônios sexuais femininos, tais como os estrógenos. A melhora dos sintomas é observada com o decorrer do tratamento.

- d) BCAA:** Os aminoácidos de cadeia ramificada (BCAAs), leucina, isoleucina e valina, estão entre os nove aminoácidos essenciais para humanos e são responsáveis por cerca de 40% dos aminoácidos pré-formados exigidos por mamíferos. O exercício aumenta muito o gasto de energia e promove a oxidação dos BCAAs. Acredita-se que os BCAAs contribuam para o metabolismo energético durante o exercício. Além disso, a leucina é especial entre os BCAAs, porque promove a síntese de proteína muscular *in vivo* quando administrada por via oral em animais.
- e) Betaína trimetilglicina:** a betaína, também conhecida como trimetilglicina, é uma substância natural, geralmente extraída da beterraba, mas também pode ser obtida por processo sintético. Na homocistinúria, a betaína reduz os níveis de homocisteína no sangue, transformando a homocisteína no aminoácido metionina.
- f) Cacti-nea:** é obtido do fruto do cacto *Opuntia ficus*, também conhecido como figo-da-índia, apresenta uma composição única em vitaminas, minerais, lipídeos, aminoácidos como cisteína e taurina, antioxidantes poderosos como glutatona, flavonóides, entre outros compostos fenólicos e betalaínas, potentes. Estudos comprovam o auxílio da Cacti-nea no controle do peso corporal, através da sua ação diurética e antioxidante.
- g) Chá verde:** o chá produzido a partir das folhas da planta *Camellia Sinensis* é, depois da água, a bebida não alcoólica mais consumida no mundo. O chá verde extrato é usado primeiramente por sua capacidade de combater radicais livres, mas existem várias outras aplicações.
- h) Clenbuterol:** é um fármaco agonista seletivo dos receptores adrenérgicos beta-2, usado terapêuticamente como broncodilatador para tratar problemas respiratórios, como a asma. Os receptores beta-2 estão presentes na musculatura lisa do trato respiratório, músculo esquelético e tecido adiposo. No tecido adiposo o Clenbuterol aumenta a lipólise e nos músculos aumentam a oxidação de ácidos graxos.
- i) Curcumina:** A atividade antioxidante e anti-inflamatória da cúrcuma está principalmente associada com a sua fração fenólica (curcuminóides), os quais atuam tanto como varredores de radicais livres como inibidores da síntese de leucotrienos e prostaglandinas.

- j) Gaba:** ácido gama-aminobutírico, também conhecido pela sigla inglesa GABA (Gamma-AminoButyric Acid), é um ácido aminobutírico em que o grupo amina está na extremidade da cadeia carbônica. É o principal neurotransmissor inibidor no sistema nervoso central dos mamíferos. Ele desempenha um papel importante na regulação da excitabilidade neuronal ao longo de todo o sistema nervoso. Nos seres humanos, o GABA também é diretamente responsável pela regulação do tônus muscular. A ação inibitória do neurotransmissor GABA, através da ativação do receptor GABA-A, está relacionada com o comportamento agressivo e impulsividade em humanos.
- k) Glutamina:** Entre os 20 aminoácidos detalhados no código genético, a glutamina é o melhor exemplo da versatilidade do metabolismo de aminoácidos e da função imunológica. A glutamina é o aminoácido mais abundante no corpo e é importante para o metabolismo intermediário, a troca de nitrogênio via transporte de amônia entre os tecidos e a homeostase do pH. Em quase todas as células, a glutamina pode ser usada como substrato para a síntese de nucleotídeos, antioxidantes e muitas outras vias biossintéticas envolvidas na manutenção da integridade e função celular.
- l) Indol 3 carbinol:** é um componente dos vegetais crucíferos (como couve, couve-flor e brócolis) e um suplemento dietético com característica antiestrogênico.
- m) Ioimbina:** é um alcaloide obtido do *Pausinystalia yohimbe*, que por possuir ação vasodilatadora age como estimulante sexual masculino, podendo ser usado também como adjuvante no tratamento da celulite. A Ioimbina é usada em produtos termogênicos e possui ação sinérgica quando usada junto com cafeína, potencializando seu efeito e acelerando o processo de queima de gordura localizada.
- n) L-carnitina:** É sintetizada a partir dos aminoácidos lisina e metionina e auxilia na queima de gordura corporal. Sua principal função é transportar ácidos graxos para a mitocôndria, onde serão oxidados para serem transformados em energia. Visto que durante atividades de alta intensidade e resistência existe uma queda nos níveis de carnitina musculares, é possível obter benefício com a sua suplementação.

- o) L-taurina:** também conhecida como ácido 2-aminoeranosulfônico, é um ácido orgânico encontrado na bÍlis, fluído produzido pelo fÍgado. Ela é um dos aminoácidos não-essenciais. A taurina é um aminoácido não essencial, sintetizada no fÍgado e no cérebro a partir da metionina e cisteína (aminoácidos que irão compor proteínas), juntamente com a vitamina B6, a qual ajuda no metabolismo das proteínas. Considerada um ácido sulfônico, a taurina é produzida por meios naturais e tem grande importância na absorção dos lipídios pelo intestino delgado.
- p) Melatonina:** a melatonina (N-acetil-5-metoxitriptamina) é uma indoleamina substituída derivada do aminoácido triptofano, encontrada em diferentes organismos vivos. Foi, inicialmente, considerada como um neuro-hormônio presente apenas em animais e, na sequência, também foi identificada em algumas espécies vegetais. Suas vias biossintéticas são semelhantes entre humanos e plantas, e consistem do mesmo precursor, o triptofano e dois derivados comuns - a serotonina e a N-acetil-serotonina.
- q) Melissa:** É conhecida popularmente como erva cidreira e possui o ácido rosmarínico, princípio ativo responsável pela sua ação farmacológica. Atua como um moderado sedativo em transtorno do sono, na atenuação de sintomas de desordens nervosas, inclusive a redução de excitabilidade, ansiedade e tensão.
- r) Metformina:** trata-se de um antidiabético que pertence à classe de remédios chamados de biguanidas (agentes utilizados como hipoglicemiantes), capazes de reduzir e/ou controlar a concentração de glicose na corrente sanguínea.
- s) Metilfolato:** é a forma ativa do folato e, ao contrário do ácido fólico, não precisa ser metabolizado pelo organismo, sendo totalmente aproveitado pelo nosso corpo. É um cofator essencial para a produção dos neurotransmissores serotonina, dopamina e norepinefrina. Essas substâncias desempenham papel fundamental na regulação do humor e o baixo nível delas no organismo está associado a quadros de depressão.
- t) Metionina:** é um aminoácido essencial que contém enxofre, substância necessária para a produção do antioxidante natural mais presente no corpo humano, a glutathiona. Outra necessidade da metionina no corpo é para a produção de outros aminoácidos que contêm

enxofre, a cisteína e a taurina, que ajudam o corpo a eliminar toxinas, criar tecidos saudáveis e promover a saúde cardiovascular. A metionina também ajuda o fígado a processar gorduras, além de ajudar com a função do fígado ao controlar a disponibilidade de glutatona, que é necessária para neutralizar toxinas no fígado.

- u) **Morosil:** formalmente chamado de *Citrus sinensis* é o princípio ativo da laranja vermelha também chamada de toranja, tem efeito potente sobre a diminuição da gordura abdominal e seus efeitos de comorbidades associadas como diabetes e hipertensão arterial.
- v) **Mtilcobalamina:** É a forma mais ativa de vitamina B12. Atua como cofator na síntese de metionina, por meio da conversão de homocisteína em metionina. Reduz o fator de risco para doenças cardiovasculares por diminuir os níveis de homocisteína no sangue.
- w) **Multivitamínico:** é uma preparação destinada a servir como um complemento alimentar com vitaminas, minerais e outros elementos nutricionais. Tais preparações estão disponíveis na forma de comprimidos, cápsulas, pastilhas, pós, líquidos ou formulações injetáveis.
- x) **N-acetil cisteína:** Funciona como antídoto de danos hepáticos, estimula a síntese de glutatona, antioxidante importante para função normal do fígado.
- y) **Passiflora:** Mais conhecida como maracujá, atua no sistema nervoso central, produzindo efeito sedativo e prolongando o período de sono. Indicado nos casos de irritabilidade, agitação nervosa, tratamento de insônia e desordens da ansiedade.
- z) **Piridoxal-5-fosfato:** a vitamina B6 está presente nos alimentos na forma de três compostos diferentes: piridoxina, piridoxal e piridoxamina, sendo que a piridoxina é mais abundante nas plantas e piridoxal e piridoxamina, no tecido animal. A vitamina B6 tem a função primária como coenzima em diversas reações químicas e está principalmente relacionada ao metabolismo das proteínas. A sua forma ativa, o piridoxal-5-fosfato atua nas reações enzimáticas envolvidas na degradação não oxidativa de aminoácidos e atua como cofator importante no metabolismo do triptofano (o precursor da serotonina), da tirosina (precursor da dopamina e noradrenalina) e glutamato (precursor do ácido-gama-aminobutírico).

- aa) Policonasol:** é um suplemento nutricional derivado de ceras vegetais podendo ser encontrado na cera de cana de açúcar, na cera de abelha e no óleo de gérmen de trigo. O Policosanol parece reduzir a velocidade da síntese de colesterol no fígado, aumenta a absorção pelo fígado de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e os níveis de lipoproteínas de alta densidade (HDL).
- bb) Pygeum africanum:** trata-se de uma árvore caracterizada por apresentar, aproximadamente, 30 a 45 metros de altura, originário das regiões montanhosas da África Equatorial, em especialmente em Madagascar. Os nativos de África Equatorial empregavam a casca desta árvore para tratar enfermidades das vias urinárias e como afrodisíaco. É um potente fitoterápico que atua contra infecções do trato urinário. O extrato de Pygeum possui também uma função anti-inflamatória, um efeito estimulante da secreção e um efeito antiedematoso e um aumento da capacidade erétil.
- cc) Quercetina:** É um flavonoide com propriedade antioxidante direcionado sobre o radical hidroxil (OH) e o ânion superóxido (O₂⁻), que são espécies altamente reativas envolvidas na iniciação da peroxidação lipídica. Por esse motivo a quercetina possui propriedades estabilizadoras de membrana, destacando seus efeitos protetores aos sistemas renal, cardiovascular e hepático.
- dd) Resveratrol:** É um polifenol encontrado principalmente nas sementes e peles das uvas. Possui importante ação antioxidante por atuar diretamente contra as espécies reativas de oxigênio (ROS) e nitrogênio (RNS). Inibe a peroxidação das proteínas de baixa densidade (LDL), o chamado colesterol ruim que quando oxidado deposita-se nas artérias. Inibe a atividade das enzimas ciclo e lipoxigenases, onde tem demonstrado o seu efeito anti-inflamatório, além de inibir a agregação plaquetária, que contribui para seu efeito protetor cardiovascular.
- ee) Saw palmeto:** trata-se de uma palmeira, caracterizada por apresentar uma altura de 1 a 3 metros. Os frutos de *Serenoa repens* são bagas escuras e a fonte do extrato utilizado a nível medicinal são as bagas maduras, parcialmente secas. Foram comprovados, por meio de estudos experimentais, vários tipos de atividade humoral do extrato de *Serenoa repens*. A atividade anti-androgênica é mediada por três mecanismos: diminuição da quantidade de

receptores androgênicos no núcleo das células com HPB e inibição da ligação do androgênio ao seu receptor. Um terceiro mecanismo de ação anti-androgênico é obtido pelo bloqueio da conversão de testosterona para diidro-testosterona pela enzima 5α -redutase. Em modelos experimentais em ratos, obteve-se redução de mais de 50% do ritmo de conversão de testosterona para diidro-testosterona quando tratados com extratos de saw palmeto.

ff) Silimarina: é um composto extraído do fruto da *Silybum marianum*. Deve ser comercializado na forma de extrato seco padronizado, contendo flavonóides. Age aumentando a síntese de RNA e também impedindo a peroxidação dos lipídios da membrana celular e dos organelos dos hepatócitos. É muito usada por pessoas que ingerem grandes quantidades de álcool, pois ela protege o fígado atacado fortemente pelo álcool. Também é utilizada por atletas que fazem uso de anabolizantes tóxicos ao fígado, como a oximetolona, o stanozolol e a metandrostenolona.

gg) T3 (triiodotironina): é uma hormona da tiroide produzida primariamente nos tecidos periféricos (fígado e músculos) a partir da tiroxina (t4) sendo também secretada em pequenas quantidades pela glândula tireóide. O uso oral indicado para hipotireoidismo e infertilidade masculina.

hh) T4 (levotiroxina sódica): medicamento para tratamento de hipotireoidismo com meia-vida de 7 dias.

ii) Termogênico: também conhecido como “queimador de gordura”. A ingestão correta faz com que o nosso organismo produza mais calor que o normal, interferindo de forma direta no balanceamento das calorias e na queima de gordura corporal. Juntamente à prática de exercício físico, o termogênico auxilia no processo de emagrecimento.

jj) Vitamina C: ou ácido ascórbico, é sintetizada a partir da glicose e galactose das plantas e pela maioria dos animais. Ao atuar como antioxidante neutralizando um radical livre, o ácido ascórbico dá origem ao radical ascorbil e posteriormente ao deidroascorbato (DHA). A vitamina C é um cofator importante para o metabolismo da tirosina, para a síntese de colágeno e carnitina, de norepinefrina e alguns hormônios peptídeos, além de aumentar a absorção de ferro no trato gastrointestinal.

kk) Waxy maize: suplemento a base de amido, composto por 70% de amilopectina e 30% de amilose, com índice glicêmico menor que dextrose e maltodextrina. Fornece energia sem elevar os níveis de insulina.

ll) Whey protein: é um suplemento nutricional amplamente consumido, conhecido por aumentar a força e a massa muscular durante os regimes de treinamento de resistência. O anabolismo da proteína muscular é agudamente elevado após o treinamento e a suplementação de whey pode ser uma estratégia nutricional eficaz para a recuperação muscular após o treinamento extenuante (DAVIES; CARSON; JAKEMAN, 2018).

mm) ZMA: a fórmula do ZMA traz os minerais zinco e magnésio que, comprovadamente, participam da síntese de testosterona e de hormônios do crescimento (GH/IGF1). Já a vitamina B6 está envolvida na produção de energia, por atuar no metabolismo dos aminoácidos, gorduras e proteínas que consumimos pela alimentação.

nn) Yomax: cloridrato de ioimbina (antagonista seletivo dos receptores alfa-2 adrenérgicos).

3.8 Modulação hormonal durante a fase pré-contest

Os tipos de esteroides anabolizantes e as quantidades ministradas entre as atletas fisiculturistas variam de acordo com sua categoria e a qualidade do seu físico no início da preparação. Entre os hormônios mais utilizados estão a oxandrolona, stanozolol, boldenona, primobolan, masteron e testosterona em gel.

Os ciclos realizados pelas mulheres são mais simples comparados com os homens, pois utilizam um ou dois esteroides tanto no off-season como no pré-contest. Isto se deve ao fato de que as atletas não podem exceder o volume, a definição muscular e a feminilidade exigida pela sua categoria.

3.8.1 Hormônios e suas respectivas descrições

As descrições hormonais abaixo, que foram utilizadas pelas fisiculturistas, foram baseadas em Haluch (2017) e Neto (2009):

- a) **Oxandrolona:** também conhecida como Anavar (nome comercial). É um esteroide oral 17aa e derivado do DHT, pouco androgênica, efeito anabólico moderado e o mais popular entre as mulheres. Ela aumenta a síntese da fosfocreatina, aumentando rapidamente a recuperação da reserva de ATP e a disponibilidade dele, possibilitando treinos mais intensos.
- b) **Stanozolol:** esteroide anabólico derivado do DHT e 17 alfa-alkilado. É encontrado na versão oral (meia vida de 8 horas) e injetável (meia vida de 1 a 2 dias), apresenta pouco aromatização e excelente efeito lipídico, reduzindo o HDL e aumentando o LDL
- c) **Boldenona:** esteroide androgênico derivado da testosterona com meia-vida de aproximadamente 12 dias, devido ao éster undecilinato. Não é uma droga hepatotóxica e comumente utilizada em ciclos para ganho de massa magra e definição muscular.
- d) **Primobolan:** esteroide anabólico derivado da dihidrobaldenona (DHB), pouco androgênico e moderadamente anabólico, com meia-vida de 5 dias a versão injetável.
- e) **Masteron:** ou propionato de drostanolona; é um esteroide com propriedades androgênicas e anabólicas moderadas, derivado do DHT e com meia-vida de 1 a 2 dias. É um esteroide anabolizante com atividade antiestrogênica, utilizado para tratamento de câncer de mama nos anos 80 e com bom efeito de queima de gordura, o que produz efeitos estéticos de ótima qualidade, por isso é uma das drogas preferidas para um ciclo na fase pré-contest.
- f) **Testosterona em gel:** popular no uso de terapias de reposição hormonal, mais interessante para uso em mulheres do que homens, podendo ser encontrada em farmácias de manipulação com concentração de 10 mg/g de testosterona.
- g) **Ipamorelin:** é um agonista seletivo de peptídeos do receptor secretagogo da grelina, hormônio do crescimento e de um secretagogo do hormônio do crescimento. Ele é muito similar a outros GHRP, porém a diferença dele para os demais está em seus efeitos. Enquanto outros GHRP's utilizam o estímulo ao hormônio conhecido como grelina para aumentar o GH, o ipamorelin utiliza estímulos próprios que aumentem direto o GH, sem ter que passar por outros processos antes.

3.9 Determinação sérica de IGF-I e IGFBP-3

As determinações das concentrações séricas de IGF-I, IGFBP-3 (Immulite 2000, Siemens, Los Angeles, CA) foram realizadas por imunoenaios específicos, utilizando-se *kits* comerciais.

Todas as amostras do estudo foram dosadas em duplicata em um mesmo ensaio. Os coeficientes de variação intra-ensaio foram 2.77 % para IGF-I; e 2.60 % para IGFBP-3.

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.

3.10 Tratamento estatístico

A fim de testar a normalidade dos dados foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. Com base na análise de distribuição dos dados, optou-se pela estatística não-paramétrica. Para comparar os resultados obtidos nas fases 1 e 2 do pré-contest foi utilizado o Teste de Kruskal-Wallis para um fator. Já para a comparação do IGF-I e IGFBP-3 antes e após a sessão de treino foi utilizado do teste de Wilcoxon. Foi adotado um nível de significância de 0,05.

4 RESULTADOS

4.1 Medidas antropométricas

Os valores médios e desvio-padrão referentes aos valores de medidas antropométricas encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores médios e desvio-padrão referentes aos valores de medidas antropométricas de fisiculturistas do sexo feminino no início e final da fase pré-contest

	Pré-contest Fase inicial (I)	Pré-contest Fase final (II)	Diferença estimada entre fases	P
n	9	9		
Peso corporal (Kg)	58,4 (3,2)	56,8 (3,9)	-1,6	<0,01*
Estatura (cm)	161,9 (5,3)	161,9 (5,3)	0,0	
Tricipital (mm)	10,1 (3,1)	7,6 (3,1)	-2,6	0,01*
Subescapular (mm)	10,7 (1,4)	9,0 (1,1)	-1,7	0,15
Abdominal (mm)	9,1 (3,6)	8,4 (4,0)	-0,6	0,02*
Supra ilíaca (mm)	7,1 (2,8)	7,1 (3,8)	0,0	0,06
Coxa Medial (mm)	17,8 (7,0)	16,1 (7,1)	-1,6	0,01*
Circunferência abdominal (cm)	67,6 (2,4)	69,4 (1,1)	1,9	0,88
Circunferência da cintura (cm)	71,1 (3,1)	66,4 (1,7)	-4,8	0,65
Circunferência do quadril (cm)	91,1 (2,9)	90,1 (2,7)	-0,9	0,01*
% Gordura Corporal	17,9 (3,8)	16,6 (3,8)	-1,4	0,07
Massa Magra (Kg)	48,0 (3,4)	47,4 (4,1)	-0,5	0,01*

Foi possível identificar uma redução estatisticamente significativa para os valores de peso corporal ($p \leq 0,01$), para as dobras cutâneas tricipital, abdominal e coxa medial ($p \leq 0,01$), para a circunferência de quadril ($p \leq 0,01$) e para os valores de massa magra ($p \leq 0,01$) ao se comparar os valores observados na fase 1 e na fase 2 da fase pré-contest.

Na tabela 2 constam informações referente a idade, estatura, peso corporal inicial e final das atletas, como também o cálculo da taxa metabólica basal (TMB), o cálculo do gasto energético total (GET), o consumo de calorias de cada atleta e a proporção dos macronutrientes (carboidratos, proteínas e lipídeos) de cada plano nutricional.

Os dados do GET apresentados na tabela 2 foram calculados considerando um nível de atividade física muito intensa, sendo assim pode-se verificar que a maioria das atletas se manteve em déficit calórico durante todo o período pré-contest.

De acordo com o registro das atletas, foi possível também constatar que a totalidade das atletas fez o uso de suplementos alimentares e anabólicos esteroides ao longo da fase pré-contest.

Atleta	Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº6	Nº7	Nº8	Nº9
Idade (anos)	23	22	25	24	28	27	42	32	31
Estatura (cm)	154	169	165	166	166	180	166	157	158
Peso Inicial (kg)	59.0	62.0	56.3	56.7	56.0	56.0	62.5	63.0	55.4
Peso Final (kg)	57.0	62.0	54.6	55.8	53.0	52.0	63.0	61.0	53.2
TMB (kcal)	1391	1451	1375	1385	1360	1390	1356	1392	1326
GET (kcal)	2642	2757	2612	2632	2584	2640	2577	2645	2519
Consumo de Calorias (kcal)	1593	1904	1913	1100	1095	795	2806	1060	1561
Consumo de CHO (g – g/kg)	140 – 2.37	144 – 2.32	171 – 3.04	125 – 2.20	110 – 1.96	76 – 1.35	227 – 3.63	20 – 0.31	108 – 1.94
Consumo de LIP (g – g/kg)	51 – 0.86	41 – 0.66	73 – 1.30	17 – 0.30	15 – 0.27	19 – 0.33	75 – 1.20	20 – 0.31	36 – 0.65
Consumo de PTN (g – g/kg)	143 – 2.42	240 – 4.03	143 – 2.55	110 – 1.94	130 – 2.32	80 – 1.42	305 – 4.88	200 – 3.17	200 – 3.61

Tabela 2 – Necessidade calóricas das atletas e média do consumo de calorias e macronutrientes de três dias de consumo alimentar.

TMB – Taxa Metabólica Basal; GET – Necessidade Energética Total; CHO – Carboidrato; LIP – Lipídeo; PTN – Proteína.

4.2 Alimentação, suplementação e modulação hormonal

4.2.1 Atleta A1

A atleta A1 realizou seis refeições sólidas por dia com 80g de frango e 120g de arroz integral em cada refeição na fase inicial, e 80g de frango e 100g de arroz integral na fase final, mantendo-se em déficit calórico durante todo o período pré-contest.

A suplementação consistiu em glutamina, multivitamínico, termogênico, vitamina C, cacti-nea, morosil e gaba na fase inicial e final. Durante as 12 semanas de pré contest a atleta A1 ministrou 20 mg de oxandrolona por dia, de segunda a domingo.

4.2.2 Atleta A2

A atleta A2 realizou sete refeições por dia, sendo seis sólidas e uma refeição líquida antes de dormir. As refeições sólidas consistiram em 100g de proteína (frango ou patinho) e 80g de mandioca; e a suplementação foi composta por glutamina, creatina, whey protein e vitamina C. O fato de realizar muitas refeições não foram o suficiente para atingir as necessidades calóricas diárias.

4.2.3 Atleta A3

A atleta A3 não disponibilizou as informações nutricionais e não participou da primeira coleta de sangue.

4.2.4 Atleta A4

A atleta A4 realizou sete refeições sólidas por dia em ambas as fases, entretanto, a ingestão de carboidratos sofreu uma redução considerável na fase final. Durante as primeiras semanas a atleta ingeriu legumes variados, frutas e uma média de 120g de carboidrato complexo nas refeições principais (almoço e jantar) e 100g de proteína. Nas últimas semanas consumiu 60g de carboidrato complexo e 100g de proteína nas principais refeições, nenhuma fruta e apenas brócolis e couve-flor como vegetais.

A suplementação consistiu em whey protein, glutamina, multivitamínico e ZMA na fase inicial e final do pré contest e, durante as 12 semanas ministrou 5 mg de oxandrolona de segunda, quarta e sexta-feira.

4.2.5 Atleta A5

A atleta A5 relatou dificuldades em iniciar a preparação física devido a problemas pessoais, o que interferiu diretamente na sua rotina de treinamento e seguir o plano nutricional. De acordo com o recordatório alimentar, 48 horas antes da primeira coleta, a atleta realizou seis refeições livres algumas saudáveis e outras não, incluindo frituras, salgados, doces e refrigerantes. Não fez uso de nenhuma suplementação ou esteroide anabólico e manteve-se em déficit calórico.

Na fase final do pré-contest, 48 horas antes da segunda coleta, a atleta realizou seis refeições sólidas, contendo 60g de arroz integral e 50g de frango na sexta-feira, e 120g de arroz integral e 50g de frango no sábado. A suplementação consistiu em BCAA, T4, ioimbina, metformina e 30 mg de oxandrolona por dia.

4.2.6 Atleta A6

Na fase inicial do pré-contest a atleta ingeriu seis refeições sólidas durante o dia com 80g de mandioca e 90g de frango ambos cozidos e uma dose de whey protein (28g) pós-treino com água. Além do whey protein a atleta A4 utilizou T3, T4 e clenbuterol nesta fase.

Na fase final do pré-contest não houve alterações na ingestão calórica e na suplementação da fase inicial, entretanto a atleta fez uso de 0,25 mg de masteron de segunda, quarta e sexta-feira.

4.2.7 Atleta A7

Na fase inicial a alimentação da atleta A7 foi flexível comparada com as demais atletas, podendo consumir sanduíches ou salgados assados entre as refeições principais. Foi a atleta com o consumo calórico mais baixo (apenas 795 kcal).

Conforme se adequava ao ritmo dos treinos e da necessidade de manter uma alimentação adequada para atingir o seu objetivo, as refeições foram menos variadas, sendo cinco refeições sólidas com 60g de frango e 80g de batata inglesa

A suplementação e a modulação hormonal consistiram em yomax (5,4g), metformina (500 mg), T3 (12,5 mcg), T4 (25 mg), stanozolol comprimido (10 mg/dia), boldenona (100 mg/semana) e anastrozol (1 mg).

4.2.8 Atleta A8

A atleta A8 realizou seis refeições por dia em ambas as fases, não havendo diferenças significativas na ingestão calórica entre elas. Ingeriu de 7 a 8 claras por dia, 120g de proteína (frango) e 170g de carboidrato complexo que variava entre batata doce ou mandioca, além de folhas verdes e 2 frutas por dia (banana e mamão), sendo a única atleta que não permaneceu em déficit calórico durante a fase pré-contest.

A suplementação, o uso de manipulados e esteroides anabólicos foram os mesmo durante as 12 semanas do pré-contest. A suplementação consistiu em: whey protein, creatina, waxy maize, BCAA, glutamina e vitamina C.

A lista de manipulados foi um pouco mais extensa contendo: metilfolato, metilcobalamina, piridoxal-5-fosfato, betaína trimetilglicina, n-acetilcisteína, ácido alfa lipóico, curcumina, resveratrol, quercetina, melissa, passiflora, melatonina, 5-HTP, silimarina, metionina, l-aurina, indol 3 carbinol, saw palmeto, pygeum africanum, dutasterida e policonasol.

A atleta fez uso de 1 ml de boldenona as segundas e quartas-feiras durante as 12 semanas do pré-contest.

4.2.9 Atleta A9

A atleta A9 manteve a mesma ingestão calórica, os mesmos suplementos e manipulados no período pré-contest, entretanto a quantidade de esteroides anabolizantes utilizada foi maior do que nas outras atletas, porque sua categoria exigia um volume e definição muscular maiores que nas outras atletas voluntárias.

Os suplementos utilizados foram whey protein, glutamina, L-carnitina, termogênico e multivitamínico. Entre os manipulados encontramos T3, T4, chá verde, ioimbina e gaba.

Na fase inicial a atleta fez uso de 30 mg de oxandrolona por dia, 25 mg de masteron e 25 mg de stanozolol injetável dia sim, dia não. Na fase final utilizou 30 mg de oxandrolona por dia, 100 mg de masteron e 50 mg de stanozolol dia sim, dia não. Houve a utilização de clenbuterol e GH ao acordar (2 ui) e a noite antes de dormir (2ui) durante as 12 semanas também.

4.2.10 Atleta A10

A atleta A10 manteve a mesma ingestão calórica, os mesmos suplementos e manipulados no período pré-contest como a atleta A6, entretanto a quantidade de esteroides anabolizantes utilizada aumentou durante sua preparação física.

Não houve consumo de suplementos alimentares e entre os manipulados encontramos T3, T4, ioimbina, tamoxifeno e metformina.

Na fase inicial a atleta fez uso de 4 ml de clenbuterol e 20 mg de oxandrolona por dia. Na fase final utilizou 4 ml de clenbuterol, 20 mg de oxandrolona por dia, 25 mg de masteron duas vezes na semana, 2ui de GH e ipamorelin (peptídeo) ambos pela manhã.

4.3 Cinética do IGF-I e IGFBP-3

Foi possível verificar uma diminuição significativa das concentrações séricas do IGF-I pré-treino (mediana, P25-P75) (180 vs. 109 ng/ml; 156-220 vs. 102-161 ng/ml) entre a fase 1 e fase 2 (P=0.04). Valores mais baixos foram observados nas concentrações séricas de IGFBP-3 pré-treino na fase 2 em relação a fase 1 (4.5 vs. 2.7 mg/L; 3.8-4.9 vs. 2.3-4.4) entretanto, esta diferença não atingiu significância estatística (P=0.09) (Tabela 3; Figuras 1 e 2).

Redução nas concentrações séricas de IGF-I (180 vs 165 ng/ml; 156-220 vs. 156-211 ng/ml) (P=0.05) (Figura 3), mas não nas de IGFBP-3, foram observadas na fase 1 entre as amostras de um mesmo individuo obtidas antes e após o treino padronizado. Não foram observadas diferenças nas concentrações antes e após o treino padronizado na fase 2 quer para IGF-I quanto para IGFBP-3 (Tabela 3).

Tabela 3 – Níveis séricos de IGF-I (ng/ml) e IGFBP-3 (Mg/L) dosados durante a fase 1 e 2 do pré-contest e antes (pré-treino) e após (pós-treino) sessão de treino padronizada.

Atletas	IGF-I				IGFBP-3			
	Fase 1		Fase 2		Fase 1		Fase 2	
	Pré-Treino	Pós-Treino	Pré-Treino	Pós-Treino	Pré-Treino	Pós-Treino	Pré-Treino	Pós-Treino
01	151	106	101	132	4.95	2.59	2.54	3.94
02	180	165	109	110	4.49	4.48	2.69	2.68
03	232	236	102	92	4.94	4.34	2.07	1.95
04	222	211	109	111	4.74	4.10	2.69	2.67
05	181	178	191	202	3.98	3.98	5.08	4.78
06	172	159	130	127	3.72	3.29	2.69	2.29
07	217	211	79	80	3.91	4.00	1.97	1.73
08	161	152	161	164	4.62	4.47	5.74	5.77
09	151	159	161	161	3.43	3.86	3.71	3.35

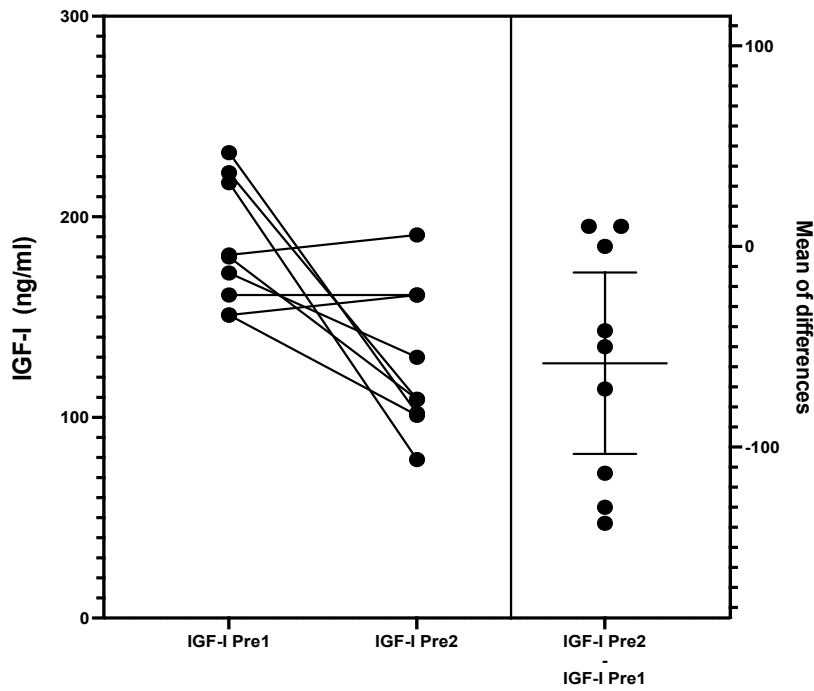


Figura 1 – Concentrações séricas de IGF-I (ng/ml) antes da sessão de treino padronizado no início (fase 1) e final (fase 2) da fase pré-contest ($P=0.04$).

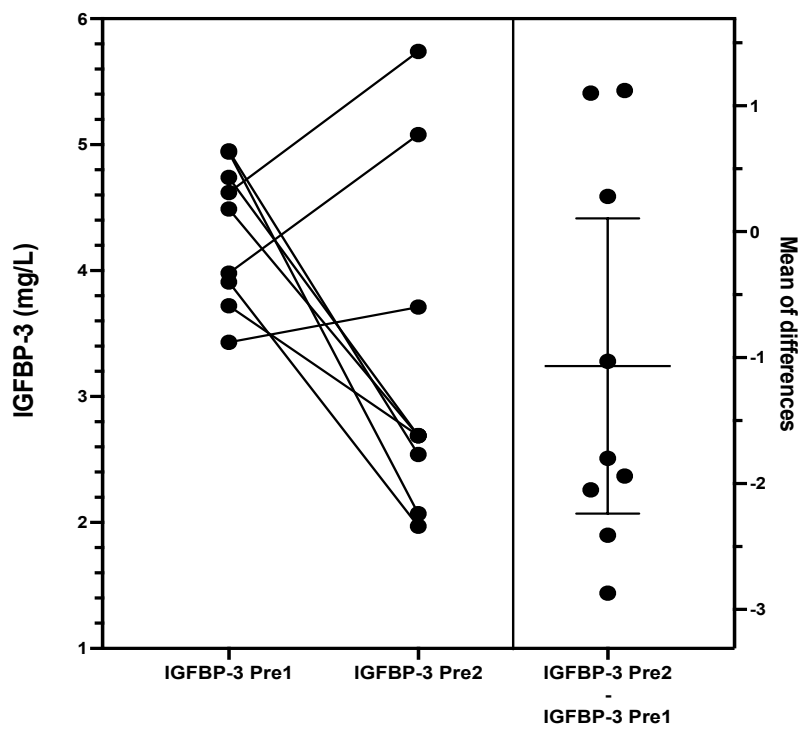


Figura 2 – Concentrações séricas de IGFBP-3 (mg/L) antes da sessão de treino padronizado no início (fase 1) e final (fase 2) da fase pré-contest ($P=0.09$).

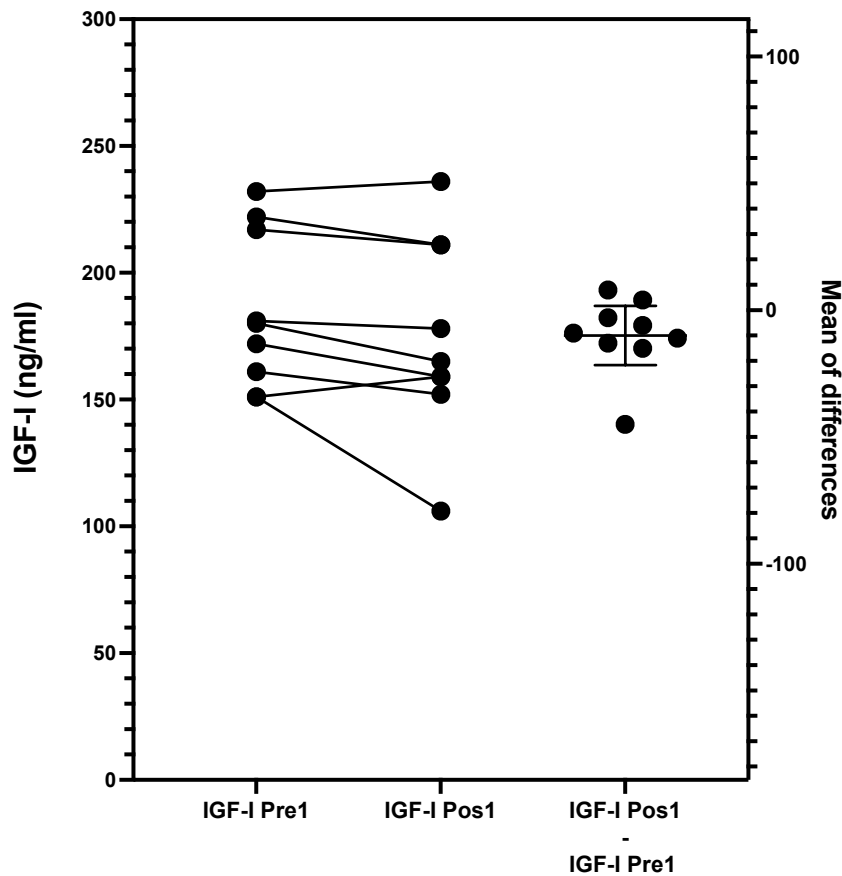


Figura 3 – Concentrações séricas de IGF-I (ng/ml) antes e após sessão de treino padronizado no início (fase 1) da fase pré-contest ($P=0.05$).

5 DISCUSSÃO

O presente estudo mostra de forma original que, apesar do treinamento resistido, do consumo de suplementos alimentares e do uso de anabólicos esteroides pelas fisiculturistas durante a fase pré-contest, ocorreu uma redução significativa nos níveis séricos de IGF-I e em menor proporção da IGFBP-3 no final da preparação para a competição. Foi ainda observado que esta cinética do IGF-I e IGFBP-3 foi acompanhada por redução em diferentes parâmetros antropométricos. Com relação a sessão de treino padronizado realizada pelas atletas, no início e final da fase pré-contest, foi possível verificar redução significativa para os valores de IGF-I na fase inicial (fase 1) do pré-contest.

Estudos prévios sugerem a possibilidade de haver uma fase denominada catabólica do eixo GH/IGF-I em resposta ao exercício físico, que ocorreria nas primeiras três a cinco semanas

de treinamento e uma fase anabólica, que poderia ser verificada a partir de cinco a seis semanas após se ter iniciado um programa de treinamento (ELIAKIM, et al., 1998; ROSENDAL, et al., 2002; ELIAKIM; NEMET, 2010; NEMET; ELIAKIM, 2010; TOURINHO et al. 2017). No entanto, as razões para este comportamento bifásico durante uma temporada de treinamento ainda permanecem obscuras (ELIAKIN et al., 1998; NEMET, ELIAKIN, 2010; ROSENDAL et al, 2002).

No caso específico do presente estudo verificou-se uma diminuição nos níveis séricos de IGF-I e IGFBP-3 no momento que precedeu a principal competição das atletas, diferentemente do que foi observado em estudos que avaliaram outros esportes ao longo de uma temporada (ELIAKIN; NEMET, 2010; TOURINHO et al. 2017). Nesses outros estudos verificou-se um aumento nos níveis séricos dos componentes do eixo GH/IGF-I durante o período de polimento - diminuição da carga de treinamento para obtenção da forma esportiva - , que antecede a competição alvo.

No caso do fisiculturismo, durante a fase pré-contest verifica-se uma severa restrição calórica a fim de se alcançar os objetivos no corpo dos atletas que podem, provavelmente, ter contribuído para a diminuição dos níveis séricos de IGF-I e IGFBP-3, diferentemente, do que ocorre na maior parte dos esportes no momento que antecede a competição.

A literatura tem sinalizado para a influência do estado nutricional, balanço energético, como também a quantidade do sono, o percentual de gordura corporal, o estresse e o grau de treinamento sob o eixo GH/IGF-I (ELIAKIN et al. 1998; CRUZAT et al, 2008; WIDDOWSON et al. 2009).

O déficit calórico mantido durante toda a fase pré-contest das fisiculturistas investigadas pode ter influenciado o estoque de glicogênio muscular corroborando o estudo de Steinacker, Reissnecker, Liu (2004) que afirmam que a deficiência do glicogênio está associada aos aumentos da citocina IL-6 muscular, da diminuição de transportadores de glicose, do aumento do cortisol e da estimulação β adrenérgica, fazendo com que as citocinas sinalizassem para o hipotálamo que atuando sobre o eixo GH/IGF-I, provocariam a supressão dos níveis de IGF-I. Infelizmente, no presente estudo não foram dosados os níveis de glicose e de citocinas para que fosse possível realizar estas relações com a supressão do IGF-I e sua proteína de ligação IGFBP-3 observado ao final da fase pré-contest.

Importante ressaltar que a restrição calórica utilizada pelas fisiculturistas provocou uma diminuição significativa nos valores de peso corporal, nas dobras cutâneas tricipital, abdominal e coxa medial, na circunferência de quadril, além da diminuição de massa magra indicando que

a restrição calórica utilizada durante a fase pré-contest alcançou os objetivos propostos para a maioria dos aspectos antropométricos investigados.

Tendo em vista o treinamento resistido, muitos estudos têm sido realizados, a fim de investigar o comportamento do eixo GH/IGF-I e sua ação anabólica, ou seja, a estimulação do crescimento tecidual, como o aumento de massa muscular (MACHIDA; BOOTH, 2004). Este efeito anabólico do eixo tem sido proposto como consequência do estresse mecânico induzido pelo número de repetições, o que estimula uma maior liberação de GH (KRAEMER, RATAMESS, 2005). A maioria destes estudos que investigou os efeitos dos treinos resistidos sobre as respostas hormonais de atletas e praticantes de atividades físicas, verificou que os estímulos provocados pelos treinos de força são capazes de provocar aumentos nos níveis de hormônios ligados aos processos de anabolismo (KRAEMER et al., 1991; KRAEMER et al., 1995; MACHIDA; BOOTH, 2004; KRAEMER; RATAMESS, 2005), diferentemente do que foi verificado no presente estudo ao analisar a fase pré-contest utilizadas pelas fisiculturistas femininas como preparação para a participação em uma competição.

Refletindo sobre a importância de se investigar o efeito do treinamento sob o eixo GH/IGF-I, Steinacker et al. (2004) afirmam que o entendimento da função dos hormônios e do papel regulatório que o sistema muscular pode realizar durante a prática de exercícios é fundamental para obtenção de uma compreensão mais profunda do complexo mecanismo de adaptação do organismo ao exercício e treinamento físico. Além de que as respostas hormonais podem ser utilizadas como uma ferramenta importante no aprimoramento dos ciclos de treinamento físico e monitoramento de cargas.

Parece haver uma linha tênue entre as respostas anabólicas e as respostas catabólicas/inflamatórias ao exercício que determinará a eficiência do programa de treinamento. Se a resposta anabólica é mais forte, provavelmente, o programa de treinamento levará a um aumento da massa muscular e melhora da aptidão. Uma resposta catabólica/inflamatória maior e, particularmente, se persistir por um longo tempo, poderá levar ao *overtraining* (NEMET; ELIAKIN, 2010). Por essa razão, mudanças no balanço anabólico/catabólico e na circulação de citocinas podem ser usadas para aferir a intensidade do treinamento de atletas e equipes esportivas (NEMET; ELIAKIN, 2010; ELIAKIM; NEMET, 2010; TOURINHO et al., 2017). A não observação do impacto agudo do exercício sobre as concentrações séricas de IGF-I e IGFBP-3 podem exatamente refletir um estado de supressão do eixo presente já no pré-treino da fase final (fase 2) da preparação das atletas.

Espera-se que o presente estudo sirva de parâmetro para a preparação dos fisiculturistas, a fim de ajustar as cargas de treinamento e dietas de forma a preservar a integridade física e a

saúde deste grupo de atletas que vem crescendo de forma exponencial no mundo, com especial atenção a participação das mulheres. Parece-nos razoável sugerir que a restrição calórica utilizada na fase pré-contest foi a principal responsável pela diminuição dos valores de IGF-I e IGFBP-3 verificado ao final da fase pré-contest, fato que não foi evitado apesar de toda suplementação nutricional e hormonal utilizada

6 CONCLUSÃO

- O IGF-I apresentou uma redução significativa em seus valores séricos ao final da fase pré-contest que antecedeu a participação das atletas em uma competição;
- Apenas os valores séricos de IGF-I dosados antes e após a sessão de treino padronizada na fase 1 tiveram seus valores reduzidos de forma significativa;
- O déficit calórico mantido durante toda a fase pré-contest provocou redução significativa na massa corporal, nas espessuras de dobras cutâneas, na circunferência de quadril e na massa magra das fisiculturistas

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COPELAND, J. L.; CONSITT, L. A.; TREMBLAY, M. S. Hormonal responses to endurance and resistance exercise in females aged 19-69 years. **The Journals of Gerontology: Biological Sciences**. Oxford, v. 57, n. 4, p. B158–B165, 2002.

CRUZAT, V. F.; DONATO Jr, J.; TIRAPEGUI, J.; SCHENEIDER, C. D. Growth hormone and physical exercise: current considerations. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, v.44, n.4, p.449-562, 2008.

DAVIES, R. W.; CARSON, B. P.; JAKEMAN, P. M. The Effect of Whey Protein Supplementation on the Temporal Recovery of Muscle Function Following Resistance Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Nutrients**, [SI], v. 10, n. 2, p. 221, 2018.

DELAVIER, Frédéric. **Guia dos Movimentos de Musculação** – abordagem anatômica. Florianópolis: Manole, 2012.

DELLA GUARDIA, L.; CAVALLARO, M.; CENA, H. The risks of self-made diets: the case of an amateur bodybuilder. **Journal of The International Society of Sports Nutrition**, v. 12, n.16, p. 1-8, 2015.

ELIAKIM, A.; BRASEL, J.A.; MOHAN, S.; WONG, W.L.T.; COOPER, D.M. Increased physical activity and the growth hormone insulin-like growth factor-I axis in adolescent males. *Am J Physiol* v. 275, R308-314, 1998.

ELIAKIM, A.; NEMET, D. Exercise and the GH-IGF-I Axis. In: IN: HACKNEY, A.C; CONSTANTINI, N. (eds). *Endocrinology of Physical activity and sport*. 3^a ed. Springer Nature: Switzerland, p.71-84, 2020.

ELIAKIM, A.; NEMET, D. Exercise training, physical fitness and the growth hormone-insulin-like growth factor-1 axis and cytokine balance. *Medicine and Sport Science*. Basel, v. 55, n. 1, p. 128–140, 2010.

ELIAKIN, A.; NEMET, D. Exercise and the GH/IGF-I axis. IN: CONSTANTINI, N.; HACKNEY, A.C. (eds). *Endocrinology of Physical activity and sport: Springer Science + Business Media: New York*, p. 69-83, 2013.

ELLOUMI, M.; EL ELJ, N.; ZAOUALI, M.; MASO, F.; FILAIRE, E.; TABKA, Z.; LAC, G. IGFBP-3, a sensitive marker of physical training and overtraining. *Br J. Sports Med*, v. 39, p.604-610, 2005.

GENTIL, P. et al. Nutrition, pharmacological and training strategies adopted by six bodybuilders: case report and critical review. **European Journal of Translational Myology**. v. 27, n.1, p. 51-66, 2017.

GRAVES, J. E.; FRANKLIN, B. A. Introduction to Resistance Training. In: Resistance training for health and rehabilitation. Champaign: Human Kinetics, 2001. Cap. 1, p. 3-11.

GUEDES, D.P. *Body composition: technical principles and applications*. 2.ed. Londrina-APEF, 1994.

HACKETT, D. A.; JOHNSON, N. A.; CHOW, C. Training practices and ergogenic aids used by male bodybuilders. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.27, n.6, p. 1609-1617, 2013.

HAKKINEN, K.; PAKARINEN, A.; KRAEMER, W. J.; NEWTON, R. U.; ALLEN, M. Basal Concentrations and Acute Responses of Serum Hormones and Strength Development During Heavy Resistance Training in Middle-Aged and Elderly Men and Women. *Journal of Gerontology*, v. 55A, n.2, p. 95-105, 2000.

HALUCH, Dudu. **Hormônios no Fisiculturismo** – história, fisiologia e farmacologia. Florianópolis: Letras Contemporâneas, 2017.

KRAEMER, W. J.; AGUILERA, B.A; TERADA, M; NEWTON, R.U.; LYNCH, J.M; ROSENDAAL, G.; MCBRIDE, J.M; GORDON, S.E.; HAKKINEN, K. . Responses of IGF-1 to endogenous increases in growth hormone after heavy-resistance exercise. **Journal of Applied Physiology**. v.79, n.4, p. 1310-1315, 1995.

KRAEMER, W. J.; GORDON, S.E.; FLECK, S.F.; MARCHITELLI, L.J.; MELLO, R.; DZIADOS, F.E.; FRIEDL, K.; HARMAN, K.; MARESH, C.; FRY, A.C. Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females. *International Journal of Sports Medicine*, New York, v.12, n. 2, p. 228-235, 1991.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Medicine*, New York, v.35, n. 4, p. 339-361, 2005.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N.A.; HYMER, W.C.; NINDL, B.C.; FRAGALA, M.S. Growth Hormone(s), Testosterone, Insulin-Like Growth Factors, and Cortisol: Roles and Integration for Cellular Development and Growth with Exercise. *Frontiers in Endocrinology*, v.11, n.33, 2020.

MACHIDA, S.; BOOTH, F. W. Insulin-like growth factor 1 and muscle growth: implications for satellite cell proliferation. *Proceedings of the Nutrition Society*, Cambridge, v. 63, n. 2, p. 337-340, 2004.

MARTINELLI JUNIOR, C.E.; CUSTÓDIO, R.J.; OLIVEIRA, M.H.A. Physiology of the GH-IGF System axis. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab.* 52 (5) (2008) 717-725.

MCMURRAY, R. G.; EUBANK, T. K.; HACKNEY, A. C. Nocturnal hormonal responses to resistance exercise. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 72, n. 1, p. 121-126, 1995.

NEMET, D.; ELIAKIN, A. Growth hormone-insulin-like growth factor-1 and inflammatory response to a single exercise bout in children and adolescents. *Medicine and Sport Science*. Basel, v. 55, n. 1, p. 141–155, 2010.

NETO, W. M. G. **Musculação** Anabolismo Total. Phorte editora, 2009.

NINDL, B. C. et al. Growth hormone pulsatility profile characteristics following acute heavy resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*. New York, v. 91, n. 1, p. 163-172, 2001.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO - NEPA. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)**. 1ª ed. Campinas: NEPA/UNICAMP, 2004. 42 p.

PELL, J. M.; BATES, P. C. The nutritional regulation of growth hormone action. *Nutrition Research Reviews*, Cambridge, v. 3, n. 1, p. 163-192, 1990.

ROSENDAL, L.; LANGBERG, H.; FLYVBJERG, A.; FRYSTYK, J.; ORSKOV, H.; KJAER, M. Physical capacity influences the response of insulin-like growth factor and its binding proteins to training. *J. Appl. Physiol.* 93 (5) (2002) 1669-1675.

SANTONJA, R. KAGAN, P.; TIERNEY, W.; DE LA ROSA, C.; BLINN, T. **IFBB Rules of Bodybuilding and Fitness**. 2017. Disponível em: <<https://www.ifbb.com>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

SCHWARZENEGGER, A. **Enciclopédia de Fisiculturismo e Musculação**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

STEINACKER, J.M.; REISSNECKER, W.L.S.; LIU, Y. New aspects of the hormone and cytokines response to training. *Eur. J. Appl. Physiol.*, v. 91, p. 382-391, 2004.

TOURINHO FILHO H, PIRES M, PUGGINA EF, PAPOTI M, BARBIERI R, MARTINELLI CE Jr. Serum IGF-I, IGFBP-3 and ALS concentrations and physical performance in young swimmers during a training season. *Growth Horm IGF Res.* v. 32, p. 49-54, 2017.

WALBERG-RANKIN, J. A review of nutritional practices and needs of bodybuilders. **Journal of Strength and Conditioning Research.** v. 9, n.2, p. 116-124. 1995.

WIDDOWSON, W.M.; HEALY, M.L.; SONKSEN, P.H.; GIBNEY, J. The physiology of growth hormone and sport. *Growth hormone & IGF Research*, v.19, p.308-319, 2009.

WIDERMAN, L. et al. Growth hormone release during acute and chronic aerobic and resistance exercise. **Sports Medicine.** New York, v. 32, n. 15, p. 987–1004, 2002.

Wikipédia.

Disponível

em:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Fisiculturismo_feminino#:~:text=Hist%C3%B3ria-Origens,mais%20que%20competi%C3%A7%C3%B5es%20de%20biqu%C3%ADni>.

Acesso em 17 de jan. de 2021.