

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

FLÁVIA LIZ LUNKMOSS DALL'ACQUA

**O EFEITO DA CAFEÍNA SOBRE O DESEMPENHO EM MOVIMENTOS
ESPECÍFICOS DO NADO ARTÍSTICO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CURITIBA 2019

FLÁVIA LIZ LUNKMOSS DALL'ACQUA

**O EFEITO DA CAFEÍNA SOBRE O DESEMPENHO EM MOVIMENTOS
ESPECÍFICOS DO NADO ARTÍSTICO**

Dissertação apresentado ao programa de Mestrado em Educação Física, Área de Concentração Exercício e Esporte, Departamento de Educação Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva

CURITIBA 2019



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação

TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº 02

A Dissertação de Mestrado intitulada **O EFEITO DA CAFEINA SOBRE O DESEMPENHO EM MOVIMENTOS ESPECÍFICOS DO NADO ARTÍSTICO**, defendida em sessão pública pelo(a) candidato(a) **Filvia Liz Lunkmose Dall'Acqua**, no dia **14 de Fevereiro de 2019**, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Educação Física, área de concentração Ciências do Movimento Humano, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva - Presidente – UTFPR

Prof(a). Dr(a). Cíntia de Lourdes Nehnes Rodacki – UTFPR

Prof. Dr. Paulo Cesar Barauce Bento – UTFPR

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Curitiba, 14 de Fevereiro de 2019.

Prof(a). Dra. Cíntia Rodacki
Coordenadora do PPGEF/UTFPR.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Dall'Acqua, Flávia Liz Lunkmoss

O efeito da cafeína sobre o desempenho em movimentos específicos do nado artístico / Flávia Liz Lunkmoss Dall'Acqua.-- 2019.

1 arquivo texto (63 f.) : PDF ; 1,8 MB

Disponível via World Wide Web

Texto em português, com resumo em inglês

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Programa de Pós-graduação em Educação Física, Curitiba, 2019

Bibliografia: f. 54-63

1. Educação física – Dissertações. 2. Nado sincronizado - Desempenho. 3. Cafeína - Efeito fisiológico. 4. Aptidão física do atleta. 5. Natação. 6. Esportes aquáticos. I. Silva, Adriano Eduardo Lima da , orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Educação Física. III. Título.

CDD: Ed. 23 – 790

Biblioteca Central da UTFPR, Câmpus Curitiba
Bibliotecário Anna T. R. Caruso CRB9/935

AGRADECIMENTOS

Léo Pimentel , meu noivo, companheiro, melhor amigo, a pessoa que me aguenta todos os dias, os bons e os ruins! Obrigada por ser essa pessoa incrível que me faz ver que tudo pode ser melhor! Te amo!

Josiette Dall'Acqua e Luciano Cavalheiro Dall'Acqua , meus pais, que nunca me deixaram desistir por mais que as coisas complicassem. Em especial minha mãe, que quando eu era pequenina me ensinou a ser sereia, e hoje me ensinou a transformar a vida de outras pessoas através do esporte, obrigada aos dois por tudo!

Um muito obrigada recheado de abraços e beijos para aquelas que sempre tornam meus sonhos realidade! Minha família sincronizada! Não seria possível mencionar todas, mas são vocês que são asas a todas as minhas possibilidades, minha equipe, minhas irmãs de piscina e de vida! Amo todas vocês para sempre! Obrigada por tudo!

Ao professor Carlos Alberto Afonso, um mestre que me mostrou o caminho na faculdade e no mestrado abriu as portas para mim, lutou para que eu entrasse, não teve um dia sequer que não pensei que deveria persistir a qualquer custo para mostrar que seu voto de confiança não estava errado! Obrigada por ter acreditado em mim, serei eternamente grata pela grande oportunidade!

Obrigada também ao meu orientador prof. Adriano, por todos os ensinamentos e por ter aceitado o desafio de trabalhar com o esporte que eu amo! Obrigada por ter aceitado trazer o meu mundo para Dentro do seu!

Por último, a todos os meus amigos, que me ouviram desabafar algumas vezes durante todo esse processo, sei que pode ter sido chato algumas vezes mas todas elas foram incrivelmente libertadoras e me deram um pouco de paz em momentos turbulentos!

“Sonhar é o primeiro passo de qualquer realização.”

Célio Amaral

RESUMO

DALL'ACQUA, Flávia Liz. **O efeito da cafeína sobre o desempenho em movimentos específicos do nado artístico.** 2019. Dissertação (Mestrado em exercício e esporte) – Programa de pós graduação em educação física. Universidade tecnológica federal do Paraná, Curitiba, 2019.

O nado artístico é um esporte aquático com habilidades complexas e que necessita da combinação de capacidades físicas como flexibilidade, agilidade, potência, força e resistência. Por sua vez a cafeína é possivelmente a substância psicoativa mais consumida no mundo; porém não é sabido se a cafeína pode beneficiar as atletas de nado artístico durante a sua performance. Participaram deste estudo 16 atletas de nado artístico ($5,6 \pm 2,8$ anos de prática da modalidade, $17,4 \pm 3,2$ de idade, $54,6 \pm 6,4$ kg e $162,2 \pm 4,0$ cm de altura). Foi realizada uma bateria de testes específicos da modalidade por duas vezes em modo crossover com a suplementação de 5 mg.kg^{-1} de cafeína e placebo. Foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk e um teste t para amostras dependentes. Houveram diferenças significativas nos testes de flexibilidade passiva (Antero-posterior direita 15,7 cm com cafeína vs 11,7 cm com placebo, Antero-posterior esquerda 24,6 cm com cafeína vs 19,1 cm com placebo), giro de ariana (Latero-lateral $139,8^\circ$ com cafeína vs $143,5^\circ$ com placebo), alçada de tronco (39,7 cm com cafeína vs 41,3 cm com placebo), barracuda (18,8 cm com cafeína vs 21,3 cm com placebo) e tempo máximo de can-can (12,3 s com cafeína vs 14,5 s com placebo). O teste incremental máximo não acusou diferenças estatísticas relevantes. A cafeína se mostrou eficaz nos testes de flexibilidade passiva, giro de ariana, alçada de tronco, barracuda e tempo máximo de can-can, dessa forma sugerindo uma influência positiva da cafeína na flexibilidade, potência de membros inferiores e superiores e na resistência de força aplicada à membros superiores.

Palavras chave: Nado artístico, cafeína, desempenho.

ABSTRACT

DALL'ACQUA, Flávia Liz. **Caffeine ingestion improves specific artistic swimming tasks.** 2019. Dissertação (Mestrado em exercício e esporte) – Programa de pós graduação em educação física. Universidade tecnológica federal do Paraná, Curitiba, 2019.

Artistic swimming is an aquatic sport with complex skills and requires the combination of physical capacities such as flexibility, agility, power, strength and endurance. In turn caffeine is possibly the most consumed psychoactive substance in the world but never before has been determined whether caffeine can benefit athletes from artistic swimming during their performance. Sixteen athletes of artistic swimming (5.6 ± 2.8 years of practice of the modality, 17.4 ± 3.2 of age, 54.6 ± 6.4 kg and 162.2 ± 4.0 cm of height) Participated in this study. A battery of specific tests of the modality Was performed twice in crossover mode with supplementation of 5 mg.kg⁻¹ of caffeine and placebo. The Shapiro-Wilk test and a T-test for dependent samples were used. There were significant differences in passive flexibility tests (Anteroposterior right 15.7 cm with caffeine vs 11.7 cm with placebo, Anteroposterior left 24.6 cm with caffeine vs 19.1 cm with placebo), Aryan spin (Sideways split 139.8° with caffeine VS 143.5° with placebo), Body jump (39.7 cm with caffeine vs 41.3 cm with placebo), barracuda (18.8 cm with caffeine vs 21.3 cm with placebo) and maximum can-can time (12.3 s with caffeine vs 14.5 s with placebo). The Maximum incremental test did not accuse relevant statistical differences. Caffeine proved to be effective in most of the specific tests performed, however, further studies are needed to better understand the mechanisms of this supplement in the performance of artistic swimming athletes.

Key-words: Artistic swimming, caffeine, performance.

LISTA DE FIGURAS

1. Palmateio neutro.....	6
2. Suporte, palmateio específico para sustentações invertidas.	6
3. Egg-beater.....	7
4. Teste de flexibilidade fora d'água.....	23
5. Teste de giro de Ariana.....	24
6. Teste de alçada de tronco.....	24
7. Teste de barracuda.....	25
8. Teste de tempo máximo de can-can.....	26
9. Teste incremental máximo.....	27
10. Gráfico resultado teste 1.....	29
11. Gráfico resultado teste 2.....	30
12. Gráfico resultado teste 3.....	30
13. Gráfico resultado teste 4.....	31
14. Gráfico resultado teste 5.....	32
15. Gráfico resultado teste 6.....	32

LISTA DE ABREVIACOES

APD – Abertura antero-posterior com a perna direita à frente.

APE - Abertura antero-posterior com a perna esquerda à frente.

LL – Abertura latero-lateral.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVO GERAL	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.3 HIPÓTESES	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 NADO ARTÍSTICO	16
2.2 ESPORTES DE ALTO RENDIMENTO E A SUPLEMENTAÇÃO	23
2.3 CAFEÍNA	24
3 MATERIAIS E MÉTODOS	30
3.1 TIPO DE ESTUDO	30
3.2 AMOSTRA	30
3.2.1 Critérios de inclusão	30
3.2.2 Critérios de exclusão	30
3.3 DESENHO EXPERIMENTAL	31
3.4 PROCEDIMENTOS	31
3.4.1 Mensuração da fase de maturação	31
3.4.2 Avaliações antropométricas	32
3.4.3 Controle do período ovulatório	32
3.4.4 Administração de cafeína e placebo	32
3.5 TESTES	32
3.5.1 Teste de flexibilidade de membros inferiores	33
3.5.2 Teste do “giro de ariana”	34
3.5.3 Teste de “alçada de tronco”	35
3.5.4 Teste de “barracuda”	35
3.5.5 Teste de “can-can”	36
3.5.6 Teste incremental máximo	37
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	38
4 RESULTADOS	40
5 DISCUSSÃO	44
5.1 CAFEÍNA E FLEXIBILIDADE	44
5.2 CAFEÍNA E TÉCNICAS EXPLOSIVAS DO NADO ARTÍSTICO (ALÇADA DE TRONCO E BARRACUDA).	47

5.3 CAFEÍNA E RESISTÊNCIA MUSCULAR.....	50
5.4 CAFEÍNA E RESISTÊNCIA AERÓBIA.....	51
6 CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	55

1 INTRODUÇÃO

O nado artístico é um esporte aquático com habilidades complexas e que necessita da combinação de capacidades físicas como flexibilidade, agilidade, potência, força e resistência (ROBERTSON, 2014). As provas duram de 30 segundos a 4 minutos e são compostas de movimentos de alta intensidade que necessitam de complexa e precisa sincronização, exigindo das atletas movimentos explosivos, muitas vezes em apneia, o que agrava a incidência de fadiga (ROBERTSON, 2014). Dessa forma, os movimentos contidos no código de pontuação da modalidade demandam grande esforço por parte das atletas (TUDINI, 2010).

Dentro desse esporte existem movimentos específicos que são muito valorizados no momento da prática, principalmente os de alta dificuldade e de risco. Dentre os movimentos mais utilizados pode-se destacar as aberturas, também conhecidas como *splits*, que envolvem um alto grau de flexibilidade de músculos anteriores e posteriores de coxa, além dos músculos da cintura pélvica (DALL'ACQUA; DALL'ACQUA, 2016). O elemento de maior flexibilidade de uma atleta o giro de ariana o qual consiste na junção dos três *splits* existentes (frontais com ambas as pernas à frente e o latero-lateral). No giro de ariana, as atletas ficam com tronco e cabeça submersos, mantendo os membros inferiores na superfície de modo a projetar uma perna à frente, enquanto a outra permanece estendida à trás, num ângulo de 180 ° entre elas, primeiro de forma frontal e depois latero-lateral. Outro movimento importante são as alçadas de tronco, que envolvem movimentos rápidos e potentes dos membros inferiores. Nesse movimento a atleta deve sair da água primeiramente com a cabeça atingindo a máxima altura do tronco acima da superfície da água. No momento de inércia os braços devem ser elevados acima da cabeça, sendo que a movimentação dos mesmos pode variar artisticamente dentro das rotinas (PERIC et al, 2012). Um terceiro movimento bastante utilizado são as barracudas, que são movimentos de estocada muito técnicos onde os pés da atleta saem da água primeiro e através de um movimento explosivo de tronco e palmeteio os membros inferiores são lançados para acima da superfície, portanto a potência dos membros superiores é muito importante. As barracudas apresentam diversas variações, porém a sua formatação simples tem como objetivo elevar os membros inferiores o mais alto possível acima da superfície, mantendo o restante do corpo ereto e a cabeça

submersa (PERIC et al, 2012). Por fim, os palmateios, que são movimentos constantes realizados com os membros superiores para sustentação das atletas em posições horizontais ou verticais, como a posição de can-can e invertidas. Esses palmateios devem ser executados em alta velocidade e com muita precisão por longos períodos de tempo, o que gera um grande desgaste localizado nos membros superiores. Quando a atleta não possui uma boa resistência de força, é nítido o declínio no seu desempenho nesse aspecto (TUDINI, 2010).

Outro fator que deve ser levado em consideração é que, diferindo da maioria dos esportes coletivos, o nado artístico sofre uma alteração significativa na dificuldade a cada ciclo olímpico, ou seja, a cada quatro anos. Nessas atualizações tanto as figuras, quanto os elementos obrigatórios de rotinas técnicas são dificultados em relação a sua execução. Essa dificuldade pode estar relacionada ao tempo de execução (elementos mais longos), ao número de rotações a serem executadas, entre outras alterações (FINA, 2017). Dessa forma o desempenho pode ser reduzido com o novo nível demandado; portanto meios alternativos de melhorar o desempenho de forma aguda tornam-se necessários.

A utilização de substâncias ergogênicas para melhora do desempenho esportivo é uma realidade em muitos esportes, mas é pouco explorado no nado artístico. Em particular, a ingestão de cafeína tem se tornado popular pelos seus efeitos comprovados, fácil acesso e baixo custo. Mandic et al (2013) realizou um estudo com técnicos e atletas de nado artístico para mesurar seus conhecimentos sobre nutrição esportiva, sendo a cafeína um dos suplementos citados nos questionários aplicados. Interessante que não existe nenhum estudo que tenha testado o efeito desse recurso sobre o desempenho no nado artístico; deste modo o uso da cafeína nesse esporte ainda carece de comprovação científica.

A cafeína é possivelmente a substância psicoativa mais consumida no mundo e, portanto, uma das substâncias mais evidenciadas na literatura científica através dos anos (DESLANDES et al, 2005). No sistema nervoso central (SNC), seus principais efeitos estão relacionados ao seu antagonismo à adenosina, o que aumenta a excitabilidade neuronal e reduz a percepção subjetiva de esforço, aumentando também a excitabilidade medular e dos motoneurônios (GOLDSTEIN et al, 2010). Já no sistema nervoso periférico aumenta a excitabilidade da membrana da fibra muscular e possivelmente a liberação e re-captção de cálcio pelo retículo sarcoplasmático (GOLDSTEIN et al, 2010).

Devido ao seu efeito tanto central quanto periférico, é razoável esperar que a suplementação da cafeína possa melhorar o desempenho de atletas de nado artístico em sua prática. Embora não diretamente testado no nado artístico, existem na literatura diversos estudos que comprovam os efeitos dessa substância em muitas das capacidades físicas necessárias no nado artístico. Por exemplo, Astorino e colaboradores (2011) verificaram em seu estudo que a cafeína possui um efeito importante na percepção de dor causada por exercícios intensos. Embora os efeitos da cafeína sobre a flexibilidade sejam desconhecidos, uma redução na percepção de dor poderia levar a aumento na flexibilidade. Em relação a agilidade, os resultados são menos consistentes, principalmente devido ao pouco número de estudos investigando o efeito da cafeína sobre essa capacidade física (JORDAN et al, 2014). Já em relação a potência, foi evidenciado que a suplementação de cafeína (6mg.kg⁻¹) é capaz de melhorar a potência do atleta (LANE et al, 2013). Da mesma forma, Warren e colaboradores (2010) publicaram uma revisão sobre a influência da cafeína na força muscular voluntária e relataram um aumento na força de uma contração máxima em 23 dos 27 estudos analisados. Por fim Gutierrez e colaboradores (2009) encontraram em seu estudo que a cafeína parece influenciar a execução de exercícios intermitentes e de alta intensidade, uma característica peculiar do nado artístico.

Assim, atletas de esportes considerados alternativos e com habilidades mais complexas, como o nado artístico, podem se beneficiar do uso de cafeína, mas por ter não sido testado diretamente no esporte, não é possível ainda recomendar o seu uso. Dessa forma, estudos testando esse suplemento diretamente em movimentos específicos exigidos pelo código de pontuação do nado artístico são necessários para melhor orientar atletas e treinadores quanto ao uso da cafeína nesse esporte.

1.1 OBJETIVO GERAL

Verificar o efeito da ingestão aguda de cafeína sobre o desempenho em movimentos específicos exigidos pelo código de pontuação do nado artístico.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Verificar o efeito da ingestão de cafeína sobre a flexibilidade passiva, do quadril fora da água;
2. Verificar o efeito da ingestão de cafeína sobre o desempenho no movimento Giro de Ariana do nado artístico;
3. Verificar o efeito da ingestão de cafeína sobre o desempenho no movimento Alçada de Tronco do nado artístico;
4. Verificar o efeito da ingestão de cafeína sobre o desempenho no movimento Barracuda simples do nado artístico;
5. Verificar o efeito da ingestão de cafeína sobre o desempenho no movimento de Can-Can do nado artístico;
6. Verificar o efeito da ingestão de cafeína sobre a resistência aeróbia em movimentos específicos do nado artístico.

1.3 HIPÓTESES

A ingestão de cafeína terá efeito positivo sobre o desempenho em todos os testes realizados no presente estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 NADO ARTÍSTICO

O nado artístico é um esporte que anteriormente era feito exclusivamente por mulheres e que a partir do mundial realizado em Kazan, Rússia, em 2015, foi oficialmente incluída a participação masculina na prova de dueto misto.

Esse esporte possui habilidades específicas que partem das mais simples para as mais complexas (DALL'ACQUA; DALL'ACQUA, 2016). Esta modalidade possui fundamentos que devem ser aprendidos e treinados para garantir a sua aplicação de maneira efetiva.

Entre esses fundamentos estão as sustentações, que são meios de manter o corpo na superfície, através de movimentos propulsivos ou contrações isométricas da musculatura. Essas sustentações podem ser tanto na posição vertical como horizontal (DALL'ACQUA; DALL'ACQUA, 2016). As principais sustentações utilizadas são os palmateios em geral, dando uma ênfase maior ao palmateio neutro e ao suporte, e o egg-beater.

O palmateio usado para manter o corpo na superfície apoia-se no princípio de Bernoulli aplicado a natação, que explica que a pressão exercida sobre a água deve ser executada usando movimentos em forma de “oito”, ou seja, movimentos executados de forma lateral, arredondada e contínua (DALL'ACQUA; DALL'ACQUA, 2016). Apesar de aparentemente as mãos moverem-se lateralmente, resulta em uma força para baixo que fornece sustentação (MAGLISHO, 1999). Embora a posição da sustentação possa mudar, o movimento é o mesmo. A única recomendação é que as palmas das mãos estejam voltadas para o fundo para que a força aplicada mantenha o corpo ou partes do corpo na superfície ou acima dela.

Como citado anteriormente, os dois palmateios mais utilizados são o palmateio neutro, utilizado para sustentações horizontais enquanto as atletas estão com o rosto para fora e o palmateio suporte, utilizado para todas as sustentações invertidas. A outra forma de sustentação é o egg-beater, utilizado para as sustentações verticais com a cabeça para fora da água. Todas as sustentações envolvem técnicas específicas aliadas à velocidade de execução (KLAR; URIZZI, 2005). Como vimos acima, tudo está relacionado à mecânica dos fluidos, portanto, quanto maior a velocidade aplicada ao movimento, maior será a força exigida pelo mesmo.

Para retirar partes do corpo para fora d'água a velocidade aplicada ao movimento é extremamente importante, quanto mais porções do corpo estiverem acima da superfície maior será a velocidade exigida pelo movimento. Isso se justifica pela lei teórica do quadrado que diz que quando se dobra a velocidade de execução a resistência do fluido se eleva ao cubo tornando assim o apoio mais eficiente (MAGLISHO, 1999). Todas essas nuances somadas à aplicação do princípio de Bernoulli, que explica a angulação correta das palmas das mãos durante os movimentos realizados pelas mesmas dentro da água, faz com que se consiga tirar o máximo proveito dos palmateio tanto para sustentações quanto para deslocamentos no nado artístico.



Figura 1. Palmateio neutro. Por definição esse mantém o punho alinhado com o antebraço promovendo força somente para baixo, não gerando deslocamento.

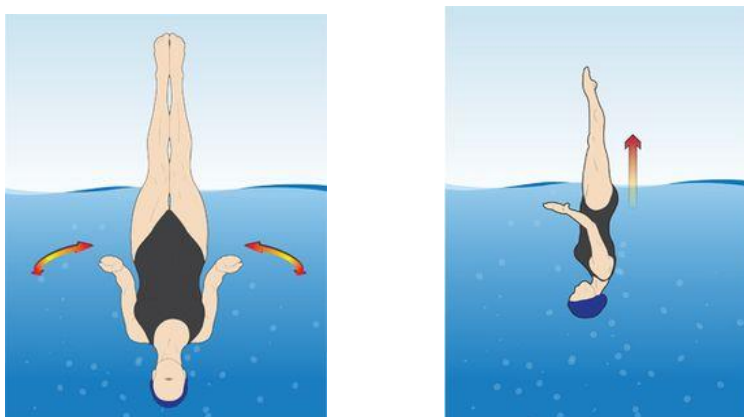


Figura 2. Suporte, palmateio específico para sustentações invertidas.



Figura 3. Egg-beater, sustentação realizada com os membros inferiores para manter a cabeça e/ou os braços para fora da água. Pode ser feito na vertical como na imagem ou na horizontal para facilitar o deslocamento.

Já as remadas são tipos de palmateios que focam no deslocamento da atleta, ou seja, na nomenclatura do nado artístico as remadas são palmateios que provocam deslocamento enquanto que palmateios que não provocam deslocamentos não podem ser considerados remadas. São movimentos realizados pelas mãos para se locomover, ajudar em sustentações e executar transições (NESBITT, 1991). Os movimentos realizados para a sua execução são os mesmos realizados no palmateio usado na sustentação, porém, como o objetivo é a locomoção, as palmas das mãos devem estar voltadas na direção contrária àquela que se pretende deslocar. No caso das transições, as remadas auxiliam na troca de posição do corpo. Por exemplo, quando é preciso afundar o tronco, mas manter as pernas na superfície, é o movimento alternado das mãos “cavando” água por cima da cabeça que torna isto possível (DALL’ACQUA; DALL’ACQUA, 2016).

Para o desenvolvimento das coreografias é essencial a utilização das técnicas propulsivas, que podem ser definidas como os “movimentos produzidos por pernas e braços que proporcionem propulsão suficiente para que haja uma movimentação através do meio líquido” (COUNSILMANN, 1984, p. 237).

Entre as técnicas propulsivas mais utilizadas no nado artístico estão os nados híbridos, que são os estilos de natação e os nados utilitários que durante a adequação destes à coreografia sofrem algumas alterações da técnica. A pernada de tesourada é também muito utilizada como técnica propulsiva, já que em função da sua técnica que

utiliza o pressionamento da água pelas pernas, o deslize do corpo é rápido e eficiente (THOMAS, 1999).

Na execução de figuras as posições básicas são aquelas que o corpo da atleta deve assumir dentro da água. Elas podem ser realizadas nas posições de flutuação ventral, dorsal, lateral ou invertidas. Todas elas podem fazer parte das figuras (se previamente estabelecidas) ou de forma criativa nas rotinas (DALL'ACQUA; DALL'ACQUA, 2016).

Em competições de figuras, as posições básicas são detalhadamente julgadas. Entre os itens avaliados estão: a) a altura que as pernas conseguem alçar fora da água, b) a extensão do corpo, c) a manutenção dos ângulos determinados para cada posição e d) o controle apresentado na permanência da posição (TUDINI, 2010).

As figuras, que já foram mencionadas anteriormente, são transições entre as posições básicas. Para que isto ocorra, o palmateio deve ser adaptado continuamente dependendo das exigências de cada posição. A velocidade de execução também pode variar em cada figura, sendo assim algumas são realizadas de forma mais lenta e outras já exigem força de explosão e velocidade para demonstrar mais eficiência no alcance de maiores alturas (DALL'ACQUA; DALL'ACQUA, 2016).

Em função das figuras apresentarem movimentos das pernas se deslocando sobre a superfície da água, sustentadas pelos palmateios, na maioria do tempo as atletas permanecem com a cabeça submersa (ALENTEJANO; MARSHALL; BELL, 2008). Este fato acaba exigindo um treinamento específico para a realização desta tarefa, levando-se em consideração que quanto maior o tempo de realização da figura, maior o controle do movimento apresentado pela atleta, e como consequência disto maior é a nota. Desta forma é possível encontrar pesquisas que acreditam que as regras do nado artístico acabam encorajando a realização de apneia prolongada durante a disputa de competições (DAVIES; DONALDSON; JOELS, 1995).

Em competições o julgamento das figuras representam 50% da nota final de uma atleta (FINA 2017). Já os outros 50% da nota final de cada atleta são calculados a partir da prova de rotinas.

A prova de rotina é o ponto alto das competições de nado artístico, sendo disputada em solos (1 atleta), duetos (2 atletas), conjuntos (4 a 8 atletas) e combinadas (4 a 10 atletas) (FINA, 2017). Dentro dessas rotinas podem ser incluídos todos os fundamentos já descritos, e a beleza dessa prova é a forma com que esses fundamentos são encaixados no ritmo de uma música que ajuda a determinar o tema da rotina. A

música pode ser escolhida a gosto das atletas e dos técnicos, não possuindo restrições em relação a vocal ou melodia (TUDINI, 2010).

O julgamento das rotinas é um processo subjetivo e com muitos detalhes a serem observados. Após a última grande mudança nas regras de julgamento no nado artístico, a banca chamada de mérito técnico foi dividida em outras duas bancas cada uma com 5 juizes. São elas: Execução e Dificuldade. A banca de impressão artística foi mantida, porém alguns de seus aspectos foram passados para a banca de dificuldade para facilitar o julgamento (FINA, 2017).

Cada um desses atributos tem suas características do que será avaliada, a primeira banca que é a execução, como o próprio nome já diz avalia o nível de qualidade que a atleta consegue executar dos movimentos na rotina. A dificuldade já é uma abordagem diferente, esse aspecto avalia os pontos de dificuldade que existem na rotina, não necessariamente se foram bem executados ou não. A impressão artística avalia aspectos mais relacionados à apresentação da atleta, como ela se porta e interpreta a coreografia proposta.

Ao montar uma rotina, o técnico e as atletas devem basear-se principalmente na capacidade da equipe, já que a dificuldade a ser acrescentada na coreografia depende diretamente da execução que as atletas conseguem realizar. Quando uma rotina tem um nível de dificuldade maior do que aquele que as atletas conseguem apresentar, geralmente os movimentos ficam desalinhados e grosseiros causando marolas e batidas na superfície da água que demonstram imperfeição (DALL'ACQUA; DALL'ACQUA, 2016). Para garantir uma boa dificuldade sem prejudicar a execução é necessário adaptá-las ao nível das atletas.

Normalmente a dificuldade também é vista em trocas rápidas de posições invertidas realizadas com as pernas, essas trocas são chamadas de “híbridas”, pois envolvem várias posições básicas, mas não representam uma figura completa e sim vários pedaços de figuras misturados. Em geral estas “híbridas” são realizadas em apneia com as pernas fora da água. O juiz deve valorizar a dificuldade quando há uma grande variação de posições, ocorrem vários contratempos durante o movimento e quando as atletas permanecem longos períodos na realização da híbrida em apneia (TUDINI, 2010).

De acordo com Tudini (2010), um segundo critério está relacionado à quantidade do corpo que está acima da superfície, por exemplo: uma rotina tem mais dificuldade

quando existem dois braços fora da água ao invés de um, ou duas pernas fora da água ao invés de uma.

A flexibilidade também deve ser observada. Quando uma rotina apresenta em vários momentos posições que demonstram a flexibilidade das atletas, seja de pernas ou de braços, esta deve ser valorizada. Porém, não é somente o contexto mais óbvio de flexibilidade que é trabalhado com as atletas, a flexibilidade de ombros e joelhos também é essencial para um melhor desempenho de posições mais desconfortáveis, portanto as atletas também desenvolvem as articulações como forma de adaptar-se às necessidades do esporte (CHO et al, 2017).

A troca de formações é outro aspecto a ser avaliado numa rotina. Quanto maior o número de formações diferentes as atletas realizarem, maior deve ser a nota. Em 2009 a rotina melhor pontuada no campeonato mundial de nado artístico foi a Rússia, que totalizou mais de 40 formações em cerca de 4 minutos de apresentação (ROSAS, 2009). Linhas diagonais e círculos são formações consideradas mais difíceis. Ainda as trocas de formação quando as atletas não se enxergam ou quando são feitas acima da superfície devem ser mais valorizadas (TUDINI, 2010).

Elementos de sincronização mais difíceis como contrastes, quando algumas atletas realizam um movimento e outras atletas fazem um movimento diferente, cânones, que são movimentos realizados alternadamente por todas as atletas e contratempos inseridos na contagem da rotina também são considerados de grande dificuldade (ROSAS, 2009).

Um último aspecto que deve ser valorizado como uma dificuldade em rotinas são os elementos de risco, que possuem um grande efeito para o público. Como exemplo temos as plataformas elementos onde uma ou duas atletas são elevadas acima da superfície da água, os lançamentos quando uma atleta é lançada bem acima da superfície e esta executa alguma evolução no ar, e as figuras conectadas que são formações entre duas ou mais atletas apresentando uma figura e mantendo contato entre si (TUDINI, 2010).

Em função da evolução do esporte que a cada ano se aperfeiçoa, é perceptível hoje em dia que cada vez mais as técnicas e atletas incrementam as rotinas com mais dificuldades. Este fato acaba trazendo algumas preocupações em relação à preparação das atletas, já que as maiorias dos elementos considerados de alta dificuldade indicam a necessidade de longo tempo em apneia (DAVIES; DONALDSON; JOELS, 1995; PONCIANO et al, 2017).

O nado artístico como uma modalidade complexa envolve várias capacidades físicas diferentes que são necessárias para ter um bom desempenho competitivo. Dentre elas podemos destacar a potencia muscular para a realização dos elementos explosivos, nessa capacidade é esperado um grande recrutamento das unidades motoras e rápida excitação (PERIC et al, 2012), a mesma pode ser exigida tanto por membros superiores quanto por membros inferiores.

A flexibilidade é outra capacidade considerada de extrema importância para a execução de dificuldades superiores, Li, McClure e Pratt (1996) ressaltam em seu estudo a necessidade da mesma para a execução de movimentos diferenciados e também para a manutenção da postura correta. Em outro estudo podemos ver que quando relacionamos a flexibilidade do musculo adutor no quadril com o desempenho das atletas na modalidade, existe uma associação positiva entre as duas variáveis (YAMAMURA et al, 1999).

A força tanto dinâmica para a execução das sustentações como das isométricas para a manutenção de posições corporais são igualmente importantes. Quando a força dinâmica é acionada, a velocidade para execução dos palmateios também é necessária visto que segundo Counsilman (1984) uma natação eficiente, depende de uma lei natural, relacionando a velocidade em que um fluido se movimenta e a pressão que ele cria.

E por ultimo a resistência, para a capacidade aeróbia, já que principalmente as rotinas têm períodos que excedem os 2 min em esforços máximos e submáximos (DALL'ACQUA, 2012), e também para manter músculos isolados em trabalho constante, como é o caso das sustentações.

Outros aspectos podem interferir positiva ou negativamente durante a execução das provas do nado artístico, uma delas é o nível de concentração obtido pela atleta antes de iniciar a competição. Por ser um esporte coreográfico, o foco é uma parte importante, pois caso a atleta o perca durante a execução dos movimentos, pode vir a se confundir e acabar por perder pontos em sua forma de apresentação (um dos critérios utilizados pela banca de impressão artística), apesar do mesmo não estar necessariamente relacionado com o seu preparo físico.

A intensidade da concentração está intimamente conectada com os níveis de ansiedade em que a atleta se encontra minutos antes de entrar na água, esse estado é determinante para o desempenho, que pode ser bom ou prejudicial, dependendo da forma com que essa atleta vai encarar essa sensação de alerta (WADEY; HANTON,

2008). O fato de ser um esporte individual ou coletivo também influencia essa interferência. Em estudos recentes realizados com atletas Malaios ficou evidenciado que o nível de ansiedade em esportes individuais é significativamente maior quando comparados com os esportes coletivos, porém nesse mesmo estudo foi confirmado que o nível de autoconfiança e responsabilidade é maior nos esportes coletivos (RADZI; YUSOF; ZAKARIA, 2013). O nado artístico pode ser tanto individual como coletivo, então a ansiedade pode ser uma forte aliada ou pode prejudicar a atleta antes da prova, dependendo do nível de maturidade, do nível de treinamento e da concentração pré-competitiva.

2.2 ESPORTES DE ALTO RENDIMENTO E A SUPLEMENTAÇÃO

Com o passar dos anos os esportes têm evoluído constantemente, e seus atletas da mesma forma estão conseguindo atingir patamares cada vez mais altos de desempenho. O aumento da tecnologia e também das descobertas científicas tem contribuído muito para a melhora dos treinamentos, porém acredita-se que a suplementação tem um papel muito importante nesse processo evolutivo.

Em um estudo realizado com judocas de alto nível de dois países asiáticos sobre a presença de suplementação em suas dietas foi observado que mais de 50% dos participantes da pesquisa utilizavam algum tipo de suplemento para aumentar a performance, sendo que os mais comuns eram vitaminas, proteína em pó, suplementos orientais e minerais (KIM, 2013).

Kondric et al (2013) observaram em seu estudo conduzido com atletas praticantes de Tênis, que nessa população o consumo de suplementos era muito elevado, principalmente entre as mulheres. Outra informação importante veio através de um estudo realizado no Canadá com atletas de diversas modalidades, que além de corroborar com informações de outros pesquisadores com relação a ingesta de suplementação ser extremamente alta entre essa população, também confirmou que esses suplementos são utilizados durante a fase de treinamentos e competições (ERDMAN; FUNG; REIMER, 2006).

Entre as razões mais reportadas pelos atletas, estão o aumento da energia, a manutenção da saúde ou a prevenção de deficiências de nutrientes e para melhorar a recuperação após sessões de treinamento. A importância de cada uma das respostas dadas variava conforme o nível de treinamento do atleta, sendo que os atletas de maior

expressão reportavam mais o uso devido à recuperação e os atletas menos ranqueados comentavam que a saúde era o principal motivo do uso dos suplementos (ERDMAN; FUNG; REIMER, 2006).

Além dos suplementos já citados, a cafeína e a creatina ocupam um lugar de destaque entre as preferências dos atletas, tanto para aqueles que participam de competições quanto aos que praticam apenas como lazer (TREXLER; SMITH-RYAN, 2015). A cafeína, em suas mais diversas formas, é um dos estimulantes mais utilizados. Em 2005 foi conduzido um estudo com 140 triatletas onde 84% deles admitiram utilizar o suplemento antes e durante as provas que iriam participar (DESBROW; LEVERITT, 2006).

2.3 CAFEÍNA

A cafeína foi identificada e isolada pela primeira vez por Friedlieb Ferdinand Runge em 1819 e atualmente é o estimulante mais utilizado no mundo (BURKE, 2008). A ingestão de cafeína proveniente de bebidas vem de muitos anos, com relatos de pessoas que diziam que o café em si, tomado anterior ao exercício, aumentava a resistência dos mesmos (COSTILL et al, 1978).

O mecanismo da cafeína atua em três pontos de ação: o sistema nervoso central, o sistema nervoso periférico e nos tecidos periféricos. No sistema nervoso central a cafeína realça a liberação dos neurotransmissores, tais como a serotonina e a acetilcolina, outro efeito é a vasoconstrição no cérebro diminuindo o fluxo de sangue na região, e aumentando o metabolismo cerebral (DESLANDES; VEIGA; CAGY, 2005). Ainda no sistema nervoso central, alguns estudos mostram que a cafeína possui a capacidade de alterar a excitabilidade supraespinal da unidade motora (TARNOPOLSKY, 2008). Nos tecidos periféricos existe uma alteração na percepção de esforço e dor do organismo, na ativação voluntária das unidades motoras, alterando também a função contrátil do tecido muscular, a liberação e retomada do cálcio pelo retículo endoplasmático e a ativação das bombas de sódio/potássio (TREXLER; SMITH-RYAN, 2015).

Outro efeito muito conhecido da cafeína é a ação como antagonista dos receptores de adenosina, o que pode manter a excitabilidade neuronal no sistema nervoso central. Além disso, a cafeína pode induzir o aumento de adrenalina e noradrenalina, que tem como efeito principal manter o nosso organismo em estado de

alerta, permitindo um melhor desempenho em diversos esportes (ALMEIDA, PEREIRA E MOREIRA, 2013).

Guerra, Bernardo e Gutierrez (2000) explicam também que através desse efeito antagonista da adenosina é possível que exista uma potencialização da liberação de cálcio do retículo sarcoplasmático pelo desacoplamento da atividade da enzima ATPase no músculo esquelético. Em consequência desses dois fatores supracitados, ocorrem uma série de fatores que contribuem para um desempenho aprimorado, entre eles estão a economia do glicogênio muscular e um aumento da força de contração muscular em baixas frequências de estimulação.

Os efeitos da cafeína em exercícios aeróbios têm sido estudados profundamente com o passar dos anos, e os seus efeitos em exercícios de força e velocidade também tem ganhado a atenção dos pesquisadores recentemente, porém os achados têm sido inconclusivos uma vez que os resultados não seguem um padrão em todas as pesquisas.

Essas inconsistências foram relatadas por Goods, Landers e Fulton (2017), nessa pesquisa o trabalho de velocidade repetitiva em nadadores do sexo masculino treinados teve um aumento considerável após a ingestão de uma dose moderada de cafeína ($3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), diferente dos achados anteriores onde a ingestão do mesmo suplemento não melhorou o desempenho de nadadores do sexo masculino (PRUSCINO et al; 2008).

Vários estudos têm investigado o efeito da ingestão de cafeína em índices de força máxima (1 RM). O que é mais fortemente evidenciado na literatura é a diferença dos resultados quando comparamos membros superiores e inferiores (WOOLF; BIDWELL; CARLSON, 2008).

Quando analisamos os resultados obtidos por Beck et al (2006), vemos que a cafeína influenciou somente a força máxima executada pelos grupos musculares encontrados nos membros superiores, essa constatação foi feita através dos testes de 1 RM no supino e no *legg press*, sendo que só foram verificadas diferenças significativas entre o grupo experimental e placebo no primeiro exercício.

Outro aspecto importante que deverá ser levado em consideração na presente pesquisa é a população que será avaliada, no caso ela é formada de indivíduos do sexo feminino então existem outros fatores associados ao desempenho esportivo como o ciclo menstrual (CONSTANTINI; DUBNOV; LEBRUN, 2005; SHEPHARD, 2000; LEBRUN, 1993, 1995; HACKNEY, 1990). Lundy (2011) ainda especificou que atletas de ginástica e nado artístico são mais propensas a problemas relacionados ao seu ciclo menstrual, causando muitas vezes amenorreia, Warren e Shantha (2000, apud RICKENLUND et al,

2003) explicam que nesses casos a performance pode sofrer ainda mais alterações devido às disfunções hormonais que ocorrem no corpo da mulher.

Logo, a reserva inicial de glicogênio muscular é um fator importante já que outros estudos mostram que durante a fase lútea essa reserva aumenta consideravelmente, otimizando a capacidade de endurance. Entretanto não foi associado os altos níveis de glicogênio com um aumento do uso do mesmo durante o exercício físico (HACKNEY, 1990).

Todavia o efeito do ciclo menstrual na absorção e efeito da cafeína foi explicado mais tarde por Mclean e Graham (2002), em seu estudo os resultados demonstraram que não houve efeito do ciclo menstrual, com ou sem estresse térmico adicional, na absorção, distribuição, metabolismo ou eliminação da cafeína. Enquanto alguns trabalhos confirmam esse achado outros entram em desacordo, em um relatório prévio ao estudo em questão foram encontrados dados onde o aumento do estradiol e a progesterona durante a fase lútea do ciclo menstrual normal está correlacionada com uma redução na depuração da cafeína (LANE et al, 1992).

Porém, no estudo de Timmins e Saunders (2014) os resultados obtidos mostram que a dosagem de $6\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ tem um efeito positivo na contração voluntária máxima demonstrada pelo aumento do torque tanto em membros superiores com inferiores de homens treinados com média ingestão de cafeína diária. Os exercícios avaliados neste estudo foram: Extensores de joelhos, Flexores plantares de tornozelo, flexores de cotovelo e flexores de punho.

Os efeitos da cafeína na redução da fadiga têm sido comprovados em muitos estudos durante os últimos anos, e por esse efeito ser de grande valia para os atletas, em geral essa suplementação é comumente utilizada para aumentar a capacidade aeróbia e potencializar o condicionamento físico dos mesmos (BURKE, 2008).

No estudo realizado por Stuart et al. (2005) foi evidenciado que os jogadores de rugby obtiveram resultados melhores quando estavam sob o efeito de $6\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de cafeína. Os principais pontos destacados pelo estudo foram uma mudança na percepção de fadiga pelos atletas, melhoras de até 3% em tarefas de curta duração e alta intensidade (sprints) e 10% de melhora nos passes efetuados, melhora essa que foi atribuída à melhora da concentração quando os atletas estavam sob efeito da suplementação.

A potência é outra capacidade física bastante investigada que com o passar dos anos gerou algumas polêmicas quando relacionada à cafeína. Um dos efeitos que a

caféina possui é um aumento da permeabilidade do retículo sarcoplasmático aos íons de cálcio, melhorando assim a sua atuação na contração muscular tanto em velocidade quanto em força de contração, como a potência depende desses dois fatores parte-se do princípio que a mesma seria afetada também pela suplementação (ALTERMANN et al, 2008). Nos estudos mais recentes foi encontrado resultados definitivos que a suplementação influencia positivamente a capacidade de realizar exercícios de curta duração e alta intensidade (GLAISTER, 2014), comprovando resultados encontrados na década de 90. Nesse mesmo estudo foi ressaltado que o lactato sanguíneo aumenta ainda mais quando o sujeito está sob efeito da caféina.

Outra observação interessante que a literatura fornece é a resposta obtida à suplementação quando comparamos indivíduos treinados com indivíduos não treinados. No estudo realizado por Jacobson et al (1992), essa característica foi evidenciada por Beck (2006) e Goldstein et al (2010), com sujeitos que praticavam treinamento resistido.

Porém quando falamos de flexibilidade, ativa ou passiva, existe uma lacuna grande de conhecimento, uma vez que não foram encontrados estudos que evidenciassem alguma relação entre a suplementação de caféina e os ganhos de desempenho dessa capacidade física específica, porém na literatura científica é evidenciado uma interferência da suplementação da caféina na percepção de dor dos atletas (MOLT, O'CONNOR & DISHMAN, 2003; O'CONNOR et al, 2004) através de seu efeito analgésico. Como a dor causada pelo estiramento é um dos principais limitadores para uma maior amplitude dos movimentos, estima-se que a caféina possa ter um efeito positivo quando falamos de flexibilidade. Ainda sob outro aspecto, o efeito termogênico do aumento da temperatura corporal poderia facilitar o estiramento muscular aumentando assim a capacidade da atleta melhorar a angulação máxima das articulações (COELHO, 2007).

Ainda considerando atletas do sexo feminino, o ciclo menstrual é sempre uma preocupação para o desempenho em qualquer esporte devido às altas concentrações e oscilações de hormônios. Durante o estudo de Lebrun e colaboradores (1995), foi constatado que o ciclo menstrual influencia negativamente tanto o Vo₂ máximo absoluto como o relativo durante a fase lútea, o que pode indicar por consequência, uma capacidade aeróbia menor, fator substancial para o desempenho esportivo.

Ali et al (2015), estudaram os efeitos da suplementação de caféina especificamente em mulheres para identificar seus efeitos durante o exercício e também na qualidade do sono subsequente. Já que as participantes eram todas mulheres foi

levada em consideração mais uma variável inevitável, o uso de contraceptivos orais com esteroides. Foi observado que o uso desses contraceptivos altera o metabolismo da cafeína o que pode alterar também a qualidade do sono das atletas, fato esse de extrema relevância afinal o sono é um aspecto relevante para atletas de alto nível em qualquer modalidade esportiva.

Nesse mesmo estudo foi observado que a dose utilizada (6 mg.kg⁻¹), diminui a qualidade do sono por si só, aumentando o número de vezes que a pessoa desperta durante a noite e diminuindo assim a capacidade do corpo se regenerar após as sessões de treinamento tardias. Contudo, não foi analisado o desempenho durante uma sessão de treinamento, portanto não foi possível afirmar que o uso de contraceptivos orais afetaria o efeito da cafeína para melhor ou pior durante o exercício, porém os autores sugerem que o fato da ingestão de cafeína ser feita no período vespertino (18h), e por isso, influencia negativamente a qualidade do sono obtida, fator essencial para atletas manterem um bom rendimento, pode ter um efeito negativo nas sessões de treinamento realizadas na manhã seguinte (ALI et al, 2015).

De uma forma geral a cafeína tem se mostrado muito efetiva sob vários aspectos da performance esportiva, porém como o nado artístico é um esporte com diversas peculiaridades em sua prática torna-se necessária a aplicação desta vasta gama de conhecimento para determinar se também no nado artístico a cafeína é uma suplementação válida tanto para momentos de treinamento quanto competitivos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 TIPO DE ESTUDO

Esta pesquisa utilizou um desenho crossover, contrabalanceado e duplo-cego.

3.2 AMOSTRA

Dezesseis atletas de nado artístico experientes ($5,6 \pm 2,8$ anos de prática da modalidade, $17,4 \pm 3,2$ de idade, $54,6 \pm 6,4$ kg e $162,2 \pm 4,0$ cm de altura), que estavam competindo ativamente a nível nacional e/ou internacional pelo menos nos dois anos anteriores, participaram deste Estudo. As participantes foram classificadas como médios ($n = 4$) a tardio ($n = 12$) púberes (os pêlos púbicos variaram de 3 a 5, mediana = 4 unidades). Antes de iniciar os procedimentos, as participantes foram informadas dos requisitos, benefícios e riscos do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, com a permissão dos respectivos responsáveis quando necessário. Esta investigação foi aprovada pelo Comitê de ética e pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

3.2.1 Critérios de inclusão

Foram considerados critérios de inclusão: (a) ser atleta de nado artístico há pelo menos quatro anos, (b) ter entre 13 e 23 anos de idade, (c) se encontrar no estágio maturacional púbere ou pós-púbere, (d) ter regularidade no ciclo menstrual e (e) ter competido em eventos nacionais ou internacionais nos últimos 2 anos.

3.2.2 Critérios de exclusão

Foram considerados critérios de exclusão: (a) lesões ou afastamentos que impossibilitem a participação nos testes e (b) apresentar indícios de oligomenorreia e/ou amenorreia. Não houveram exclusões do estudo por nenhum dos motivos citados.

3.3 DESENHO EXPERIMENTAL

Na primeira visita foi conferida a data da menarca e a fase da maturação através dos critérios propostos por Tanner (1962). Logo após, as participantes passaram por uma avaliação antropométrica com aferições de massa corporal e estatura. Também foi realizada nessa visita uma sessão de familiarização com os testes, para garantir que os resultados não seriam afetados por características de aprendizado de uma coleta para a outra.

As visitas dois e três foram realizadas com um intervalo de 72 horas entre elas, de forma contrabalanceada e duplo-cega. Essas duas visitas foram realizadas durante a fase pós ovulatória do ciclo menstrual. Nestas visitas foram realizados seis testes específicos da modalidade nado artístico, iniciando uma hora após a ingestão de cafeína ou placebo. Os seis testes realizados em sequencia são: teste de flexibilidade de membros inferiores fora d'água, teste do giro de ariana, teste da altura de alçada de tronco, teste da barracuda, teste de manutenção do can-can e o teste incremental máximo.

As participantes foram orientadas para se abster de exercício físico e alimentos ricos em cafeína nas 24h anteriores aos testes, bem como a realizarem um recordatório alimentar no mesmo período. Esse recordatório foi disponibilizado para as atletas para que fosse repetido antes da terceira visita. Os testes de uma dada atleta foram realizados sempre no mesmo horário para evitar qualquer efeito do ritmo circadiano.

3.4 PROCEDIMENTOS

3.4.1 Mensuração da fase de maturação

Para a mensuração da fase de maturação sexual das participantes foram utilizados os critérios propostos por Tanner (1962), esses critérios foram aplicados pela pesquisadora e não através de auto-avaliação. Esses critérios foram amplamente testados e validados por diferentes pesquisadores (RASMUSSEN et al, 2015; MENESES, OCAMPOS, de TOLEDO, 2008; CHIPKEVITCH, 2001), e consistem em parâmetros visuais para a determinação do estágio maturacional do indivíduo, nesta pesquisa foi observado o desenvolvimento dos pelos pubianos dos indivíduos para determinação do estágio maturacional das participantes.

3.4.2 Avaliações antropométricas

Para a aferição da massa corporal será utilizada uma balança antropométrica digital 200kg com visor de LED e para estatura um estadiometro acoplado à balança, ambos da marca WELMY.

3.4.3 Controle do período ovulatório

Esse controle foi iniciado três meses antes da coleta pelas próprias participantes, com a orientação da pesquisadora, através do método conhecido por “tabelinha”, onde as atletas marcam no calendário o seu período menstrual. Através dessa marcação Foi contabilizado 14 a 15 dias antes da próxima menstruação. para determinar o início da fase lútea (pós-ovulatória), que têm a duração de aproximadamente 12 dias. Todos os testes foram realizados durante a fase lútea das participantes.

3.4.4 Administração de cafeína e placebo

Capsulas contendo cafeína pura (5 mg.kg^{-1} de massa corporal) ou placebo (celulose), ambas iguais em aparência e tamanho, foram confeccionadas pela farmácia de manipulação Dermo manipulações – Loja 3 – Curitiba, Rua Castro, 215. A administração das mesmas foi feita uma hora antes dos testes, tempo suficiente para absorção e desempenhar efeito ergogenico (NEWTON et al, 1981).

3.5 TESTES

As atletas foram instruídas a utilizar seus trajes normais de treinamento (maiô ou sunquine, touca e óculos próprio) em todos os testes. As atletas foram marcadas com canetas permanentes nos seguintes pontos anatômicos: linha medial da coxa (linha feita no ponto medial entre o início da coxa e a borda superior da patela, essa medida foi realizada com fita métrica) e a borda superior da patela. Essas marcações foram importantes para posterior determinação do desempenho nos testes (ver mais detalhes a frente).

Antes de iniciar a bateria de testes, as atletas realizaram um aquecimento de 20 minutos contendo exercícios de alongamento dos membros inferiores, superiores e coluna. Todos os exercícios selecionados para fazer parte do aquecimento são realizados diariamente pelas atletas durante as sessões de treinamento da equipe.

Um suporte de marcação foi posicionado no campo de filmagem, ao lado de onde as atletas executaram os testes. Essa marcação possuía 75 cm acima do nível da água presa em um suporte apoiado no fundo da piscina. Essa marcação foi usada para quantificação do desempenho nos testes 3 e 4. Não foi realizada calibragem junto ao software.

3.5.1 Teste de flexibilidade de membros inferiores

Esse teste, que foi o único a ser realizado fora do âmbito aquático, avaliou a condição de flexibilidade passiva da articulação coxofemoral. O mesmo consiste no posicionamento de dois apoios de alturas condizentes com a amplitude que cada atleta era capaz de alcançar para apoio dos tornozelos das mesmas (Figura 4), essa altura era necessária para que nenhuma atleta conseguisse encostar no chão para uma melhor quantificação das diferenças obtidas no pré e pós testes. A participante deveria, sem flexionar os joelhos, atingir a máxima amplitude de três aberturas dos membros inferiores, sendo duas antero-posteriores, uma com a perna direita à frente e outra com a esquerda (APD e APE) e uma latero-lateral (LL). Para garantir que a mesma não desencanaixasse a posição, dois voluntários estavam fixando os pés das atletas na posição correta, caso acontecesse um desencanaixe a tentativa seria anulada. Nas aberturas antero-posteriores, o pé de trás ficou fixo com a região dorsal encostada na superfície do apoio, enquanto que na abertura latero-lateral apenas os calcanhares deveriam estar apoiados.

A distância da crista ilíaca superior até o chão foi aferida através de uma fita métrica. Todas as atletas tiveram três tentativas em cada abertura, sendo a ordem das aberturas determinada de forma randomizada para cada participante. Foram dados 15 segundos de intervalo entre cada tentativa, sendo usada para análise estatística a média das três tentativas.

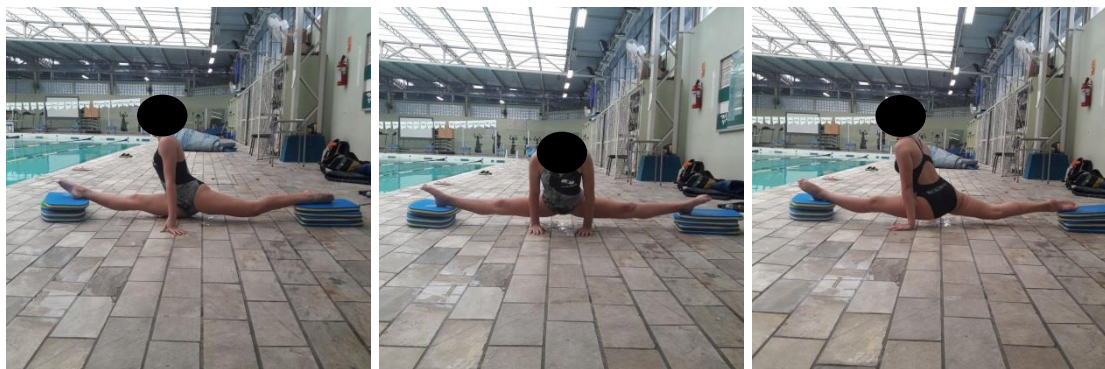


Figura 4. Teste de abertura realizado com a perna direita à frente (imagem esquerda), com a perna esquerda a frente (imagem direita) e com a abertura latero-lateral (imagem do meio)

3.5.2 Teste do “giro de ariana”

O giro de ariana é um movimento que exige um alto grau de flexibilidade ativa. As atletas assumiram a posição invertida enquanto projetar uma perna à frente, e a outra é movimentada de forma estendida à trás, formando um ângulo de 180° entre elas, conhecida na modalidade como *Split*, com qualquer uma das pernas à frente, se posicionando no plano sagital em relação à câmera (Figura 5). As atletas executaram o giro com o corpo passando pela abertura latero-lateral até chegar na abertura antero-posterior com a perna oposta. Para esse teste foi utilizada uma câmera subaquática da marca *Go Pro* para a verificação do ângulo quadril-coxa através do software *Kinovea*. Através do software é possível determinar o ângulo da articulação coxo-femoral em cada uma das posições invertidas. Cada atleta teve três tentativas, com 15 segundos de intervalo entre uma e outra, sendo usada para análise estatística a média das três tentativas. O posicionamento da atleta foi mantido com as costas encostadas à parede da piscina e com dois voluntários mantendo os pés submersos para uma melhor visualização dos ângulos de abertura pela câmera e, portanto, do software. Para determinação do ângulo exato da articulação coxofemoral foi utilizado como base os maléolos interno e externo e onde finalizava o traje de banho das atletas.



Figura 5. Imagens demonstrando as três posições de *Split* dentro da água. Quando executadas em sequencia recebe o nome de *giro de ariana*.

3.5.3 Teste de “alçada de tronco”

A alçada de tronco consiste em um elemento coreográfico onde a atleta deve lançar seu tronco para cima e fora d’água o mais alto que puder, estendendo os dois braços acima da cabeça, devendo manter um momento estático no ponto mais alto (Peric et al, 2012). A câmera ficou posicionada de frente para a atleta e o ponto mais alto atingido e sustentado analisado através do software *Kinovea*. Para a análise foi utilizado o ponto central do queixo das atletas. Cada atleta teve três tentativas, com 15 segundos de intervalo entre uma e outra, sendo a média delas usada para análise estatística.



Figura 6. Posição inicial: preparação (imagem da esquerda) e posição final na maior altura com os braços estendidos (imagem da direita).

3.5.4 Teste de “barracuda”

O teste de barracuda tem como objetivo analisar a impulsão dos membros inferiores de forma explosiva e linear acima do nível da água (Peric et al, 2012). Neste teste, a participante se posicionou de uma forma que ao executar a estocada seus joelhos fiquem de frente para a câmera (Crossover Technique). A altura que o

marcador da linha medial da patela atingiu foi mensurado através do software *Kinovea*. Para essa análise deste teste foi utilizada a marcação da linha medial da coxa. Cada atleta terá três tentativas, com 15 segundos de intervalo entre uma e outra, sendo a média delas usada para análise estatística.

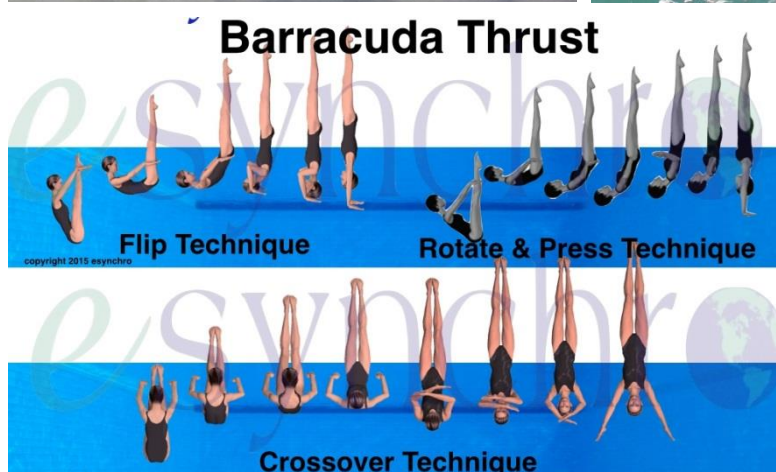


Figura 7. Posição inicial (imagem superior esquerda) e final (imagem superior direita) da barracuda. A imagem inferior representa as três técnicas mais utilizadas para execução da barracuda, sendo a “Flip” usada no presente estudo.

3.5.5 Teste de “can-can”

O teste de manutenção de can-can consiste em um teste de resistência de força. As atletas assumiram a posição de can-can e mantiveram a máxima altura o maior tempo possível evitando oscilação de altura. Os critérios para encerrar o teste foram: a) a participante encerrar o teste por exaustão, caracterizando o tempo máximo de manutenção de posição; b) a participante desencaixe a posição, trazendo a perna que está acima da água para cima do tronco, ou seja, tirando a característica da posição de can-can que exige que a coxa esteja à 90° em relação à água; c) quando foi verificada uma queda de altura, nesse caso, o ponto limite foi a borda superior da patela. Caso ocorresse desalinhamento ou perda de altura (pontos “b” e “c”), um sinal

sonoro foi emitido para que a atleta volte à posição ideal. Se ela não conseguisse retornar ou se ocorresse pela segunda vez o mesmo erro, o teste seria encerrado. Um treinador experiente, mas que não saberá a condição experimental (se cafeína ou placebo) fiscalizou a execução do movimento e emitiu o sinal de correção, quando necessário. Neste teste foi mensurado o tempo de manutenção do movimento.

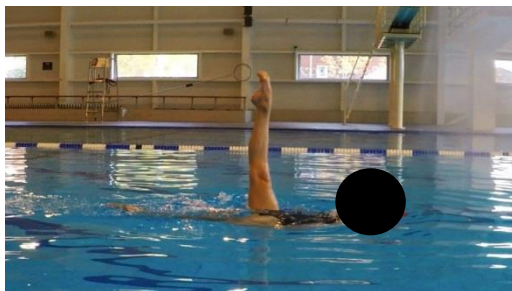


Figura 8. Posição de can-can. Foi mensurado o tempo máximo de permanência nessa posição.

3.5.6 Teste incremental máximo.

O último teste que foi realizado foi o teste de resistência aeróbia. As atletas executaram uma coreografia pré-determinada englobando as principais partes de uma coreografia de nado artístico. A sequência que as participantes deveriam executar é a seguinte: a) inicia com as costas em uma das raias; b) executa duas braçadas de crawl com a cabeça para fora marcando os cotovelos altos; c) realiza uma sequência de egg-beater com os dois braços para fora; d) deitada lateral, braçada de costas, veleiro e em seguida can-can, alternando ambos os membros inferiores; e) posição de “bolinha”, f) batida de esquadro com um deslize até os pés encostarem na raia oposta. O estágio inicia com a nuca em uma das raias e termina com os pés encostados na raia oposta (10m de distância). Cada volta caracteriza um estágio, iniciando com uma velocidade de $0,41 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ e aumentando $0,025 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a cada estágio. Um aparelho autofalante subaquático emitiu o sinal sonoro para manutenção da cadencia. O teste encerraria quando as voluntárias atingirem exaustão voluntária ou quando não conseguirem encostar os pés na raia no tempo estipulado por duas vezes consecutivas. A maior velocidade atingida no teste foi usada como indicador de potencia aeróbia.

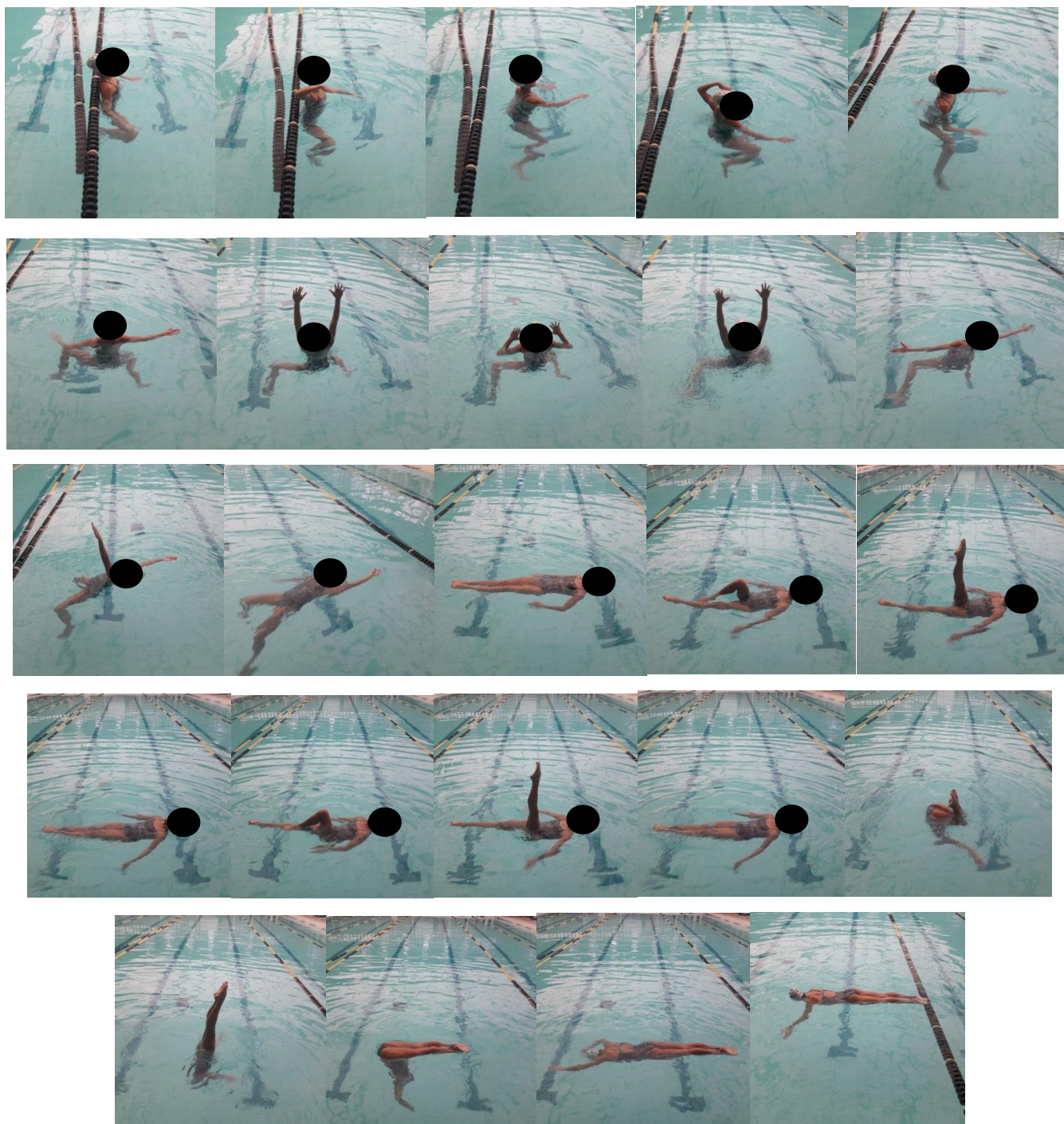


Figura 9. Sequencia do teste incremental máximo.

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk para a verificação da normalidade dos dados. Uma vez confirmada normalidade, foi realizada uma análise estatística descritiva, com determinação da média e desvio padrão, e uma estatística inferencial,

através do teste t para amostras dependentes, com intuito de comparar cada variável dependente entre placebo e cafeína. O nível de significância adotado será de $P < 0.05$.

4 RESULTADOS

Durante as coletas as atletas não apresentaram nenhum efeito colateral, com exceção de uma delas que conseguiu identificar qual capsula estava tomando pois estava sentindo taquicardia quando sob efeito da cafeína.

No teste de flexibilidade de membros inferiores realizado fora da água foram verificadas diferenças significativas ($p < 0,05$) nas duas posições de aberturas antero-posteriores (AP direita e AP esquerda), apresentando maior amplitude (isto é, menor distância do chão) quando utilizada a cafeína. Na abertura latero-lateral, as diferenças não foram significativas ($p > 0,05$), conforme figura 10.

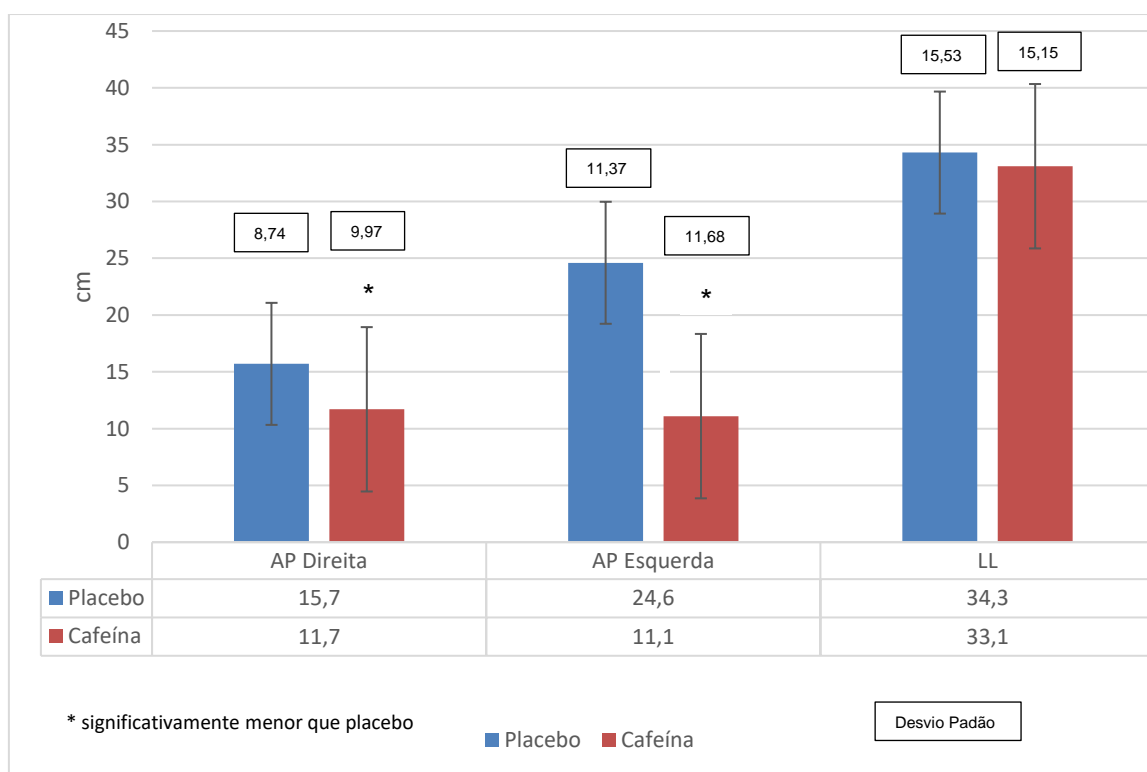


Figura 10 Resultados obtidos no teste de flexibilidade passiva fora d'água. * Significativamente menor que placebo ($p < 0,05$). $N=16$ e foi realizada uma análise estatística descritiva, com determinação da média e desvio padrão, e uma estatística inferencial, através do teste t para amostras dependentes.

O segundo teste analisado foi o giro de ariana. Os resultados dessa vez se mostraram diferentes do que vimos anteriormente uma vez que a melhora significativa ocorreu apenas na abertura latero-lateral (LL), conforme figura 11.

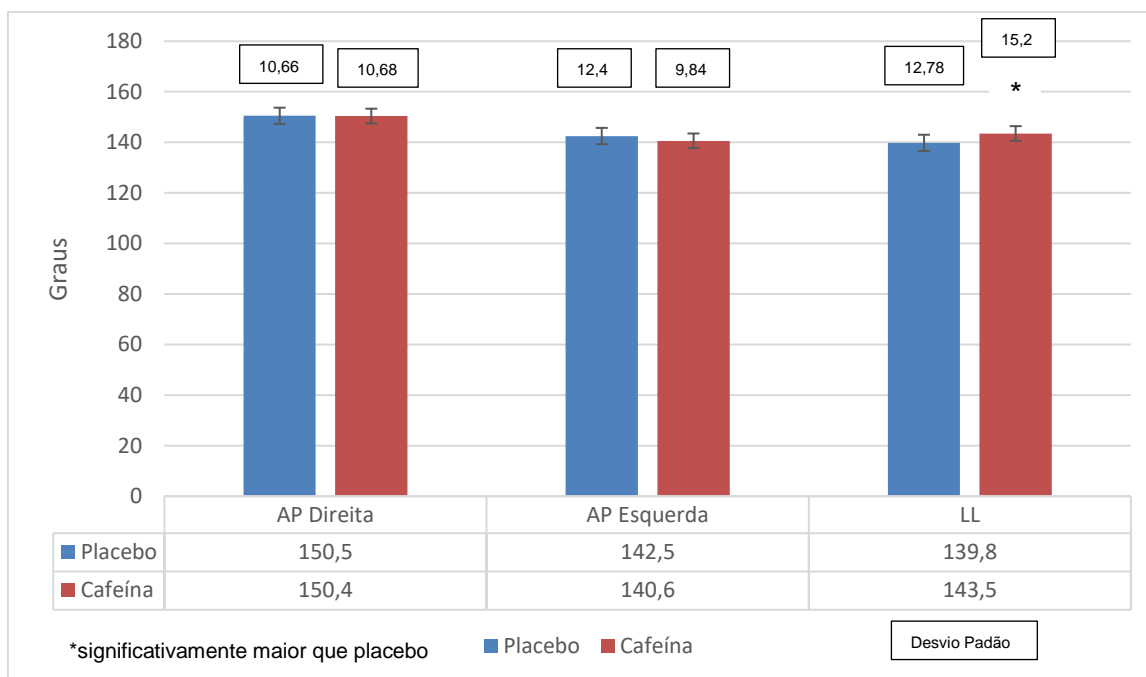


Figura 11 – Resultados obtidos no teste giro de ariana. Todos os ângulos analisados são da articulação coxo-femoral * Significativamente maior que placebo ($p < 0,05$). $N=16$ e foi realizada uma análise estatística descritiva, com determinação da média e desvio padrão, e uma estatística inferencial, através do teste t para amostras dependentes.

O teste de alçada de tronco foi o terceiro a ser realizado, e foi possível verificar uma diferença significativa ($p < 0,05$) quando comparamos os resultados obtidos pelas atletas sob influência da cafeína e placebo, sendo que com cafeína as atletas conseguiram uma maior altura do ponto fixo analisado (marcado nas atletas como descrito na metodologia) em comparação à superfície da água, conforme figura 12.

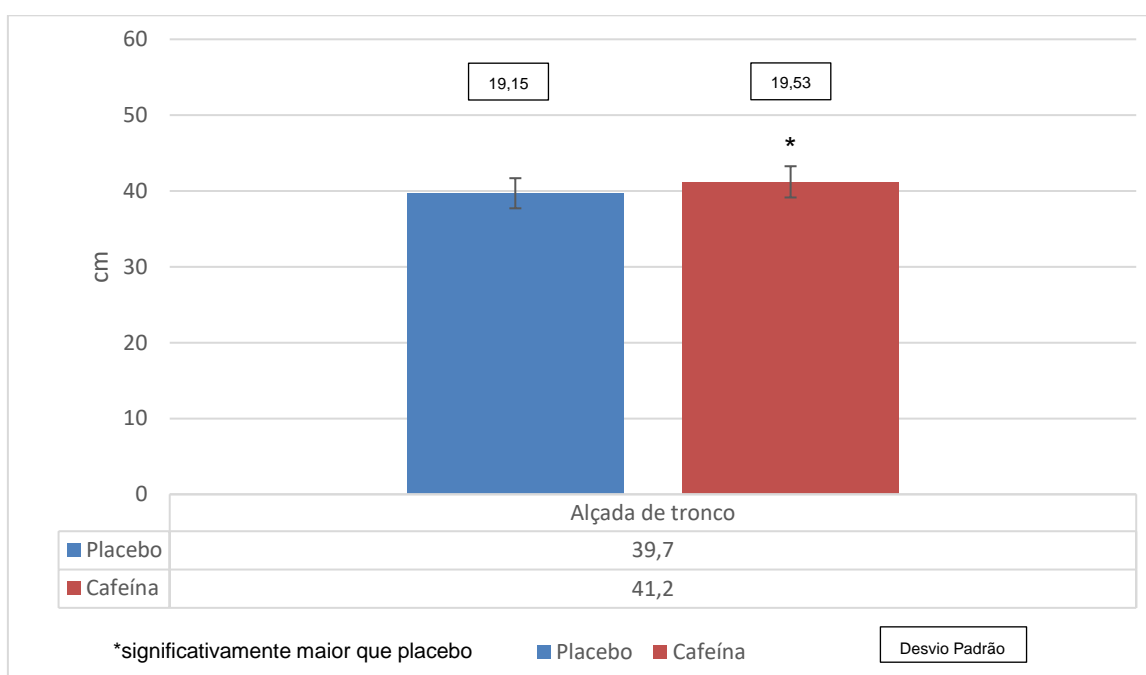


Figura 12 – Resultados obtidos no teste de alçada de tronco. * Significativamente maior que placebo ($p < 0,05$). $N=16$ e foi realizada uma análise estatística descritiva, com determinação da média e desvio padrão, e uma estatística inferencial, através do teste t para amostras dependentes.

No teste número 4, a barracuda, novamente foi possível observar uma melhora dos índices alcançados quando utilizada a cafeína, nesse caso a cafeína aumentou a altura obtida na execução da barracuda (figura 13), conforme figura 13.

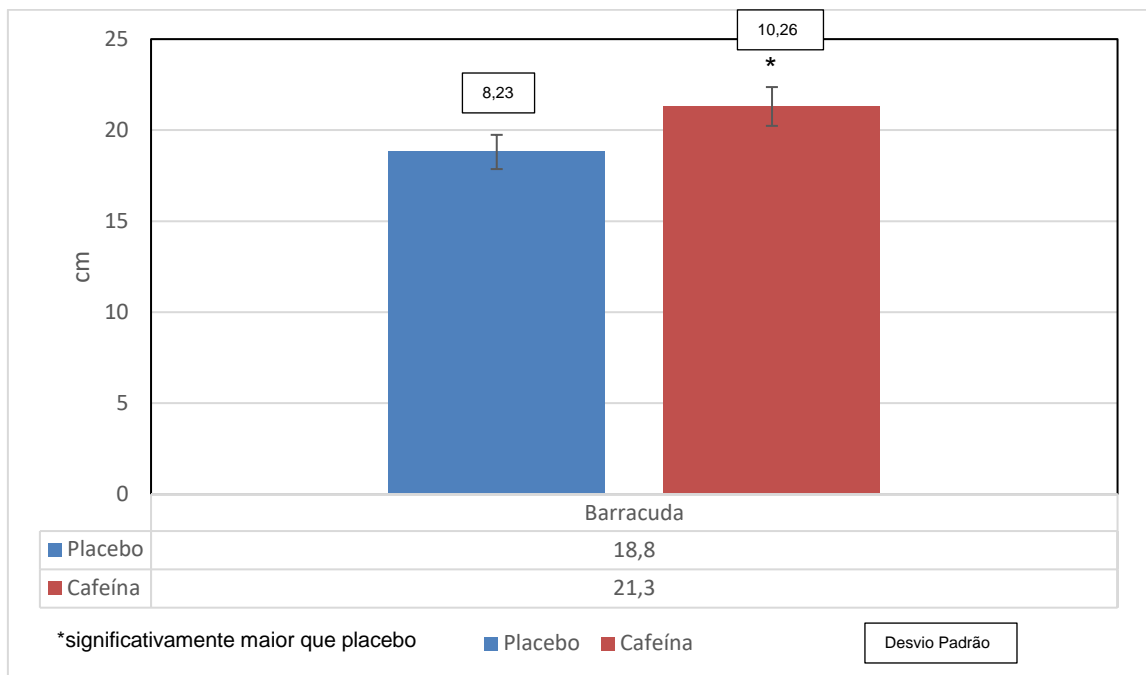


Figura 13 – Resultados obtidos no teste de Barracuda. * Significativamente maior que placebo ($p < 0,05$). $N=16$ e foi realizada uma análise estatística descritiva, com determinação da média e desvio padrão, e uma estatística inferencial, através do teste t para amostras dependentes.

O teste 5 foi o teste de manutenção na posição de can-can. Nesse teste também houve uma melhora significativa nos resultados quando utilizado a cafeína ($p < 0,05$). Com a suplementação as atletas foram capazes de aumentar o tempo máximo de manutenção da posição de can-can (Figura 14), conforme figura 14.

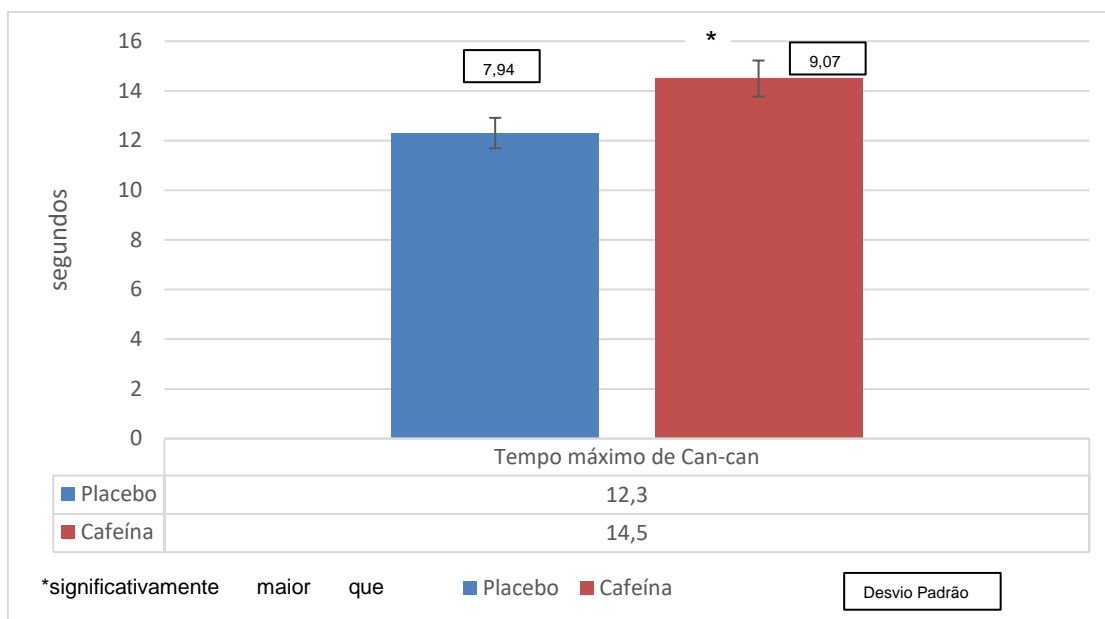


Figura 14 – Resultados obtidos no teste de tempo máximo de can-can. * Significativamente maior que placebo ($p < 0,05$). $N=16$ e foi realizada uma análise estatística descritiva, com determinação da média e desvio padrão, e uma estatística inferencial, através do teste t para amostras dependentes.

No último teste que foi realizado durante as baterias da coleta de dados analisamos a resistência aeróbia das atletas através de um teste incremental máximo modificado para se adaptar à realidade do nado artístico. Nesse teste não foi encontrada nenhuma diferença significativa ($p > 0,05$), conforme figura 15.

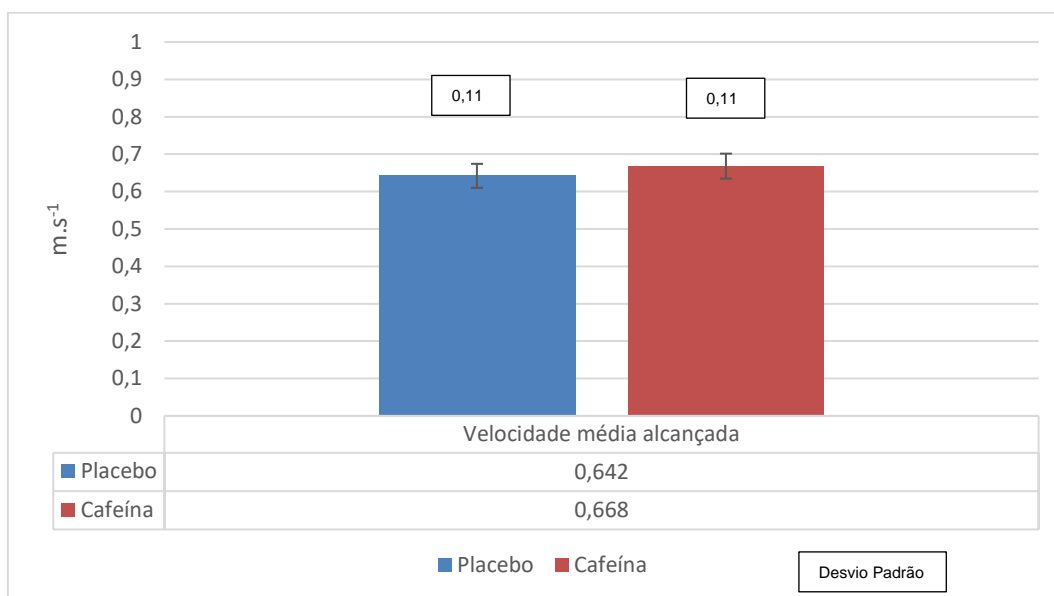


Figura 15 – Resultados da velocidade média obtido no teste incremental máximo. $N=16$ e foi realizada uma análise estatística descritiva, com determinação da média e desvio padrão, e uma estatística inferencial, através do teste t para amostras dependentes.

5 DISCUSSÃO

O principal objetivo dessa pesquisa foi determinar a influência que a substância cafeína detêm sob a performance de atletas de nado artístico. A cafeína melhorou os índices de flexibilidade passiva e ativa, potência de membros inferiores e superiores e a resistência de força de membros superiores, com base nos resultados alguns pontos podem ser destacados.

5.1 CAFEÍNA E FLEXIBILIDADE

Ao início da pesquisa não tinha-se certeza de como a flexibilidade se comportaria quando as atletas seriam expostas à cafeína, uma vez que um dos grandes limitadores relatados pelos praticantes de exercícios de alongamento é justamente a dor gerada pelo estiramento e a cafeína demonstra um efeito analgésico em outras situações além de que um dos efeitos da suplementação com termogênicos é o aumento da temperatura corporal e isso pode facilitar o alongamento tornando-o mais confortável e possivelmente aumentando a amplitude do movimento (COELHO, 2007). Porém quando analisado mais afundo como o processo doloroso desse tipo de exercício ocorre deixou-se uma dúvida sobre a eficácia da cafeína nessa realidade já que outro efeito esperado após a ingestão de cafeína é a sensibilização do retículo sarcoplasmático aumentando a eficiência da contração muscular e dessa forma podendo aumentar a ação reflexa dos músculos antagonistas ao movimento dificultando o ganho de amplitude.

Nas figuras 1 e 2, onde vemos uma melhora das aberturas antero-posteriores direita e esquerda quando utilizada a cafeína, podemos ver que existe uma grande possibilidade que sob a influência da cafeína a flexibilidade dos membros inferiores pode ser afetada positivamente, um dos mecanismos que pode explicar o aumento da flexibilidade observada nos resultados da presente pesquisa é o aumento do limiar da dor. Em estudos realizados nota-se que uma diminuição na percepção de dor quando ingerida a substância cafeína é bem documentada, um desses estudos demonstrou esse comportamento quando analisado os músculos dos membros inferiores em homens durante sessões de exercícios submáximos (MOLT, O'CONNOR & DISHMAN, 2003). Posteriormente, esses mesmos resultados foram encontrados por outro grupo de pesquisadores, que comparou as diferenças na percepção de dor do grupo muscular quadríceps durante o exercício quando ingerido uma dose alta

(10mg/kg) e uma dose média (5mg/kg) de cafeína em um grupo de sujeitos treinados, os resultados mostraram que a percepção de dor foi menor em ambos os casos quando comparados com placebo (O'CONNOR et al, 2004).

Durante a análise de estudos mais recentes foi percebido que os mesmos demonstram resultados contrários a esses encontrados. Astorino e colaboradores (2011) encontraram que a ingestão aguda de cafeína 30 minutos antes de um exercício de alta intensidade (40 repetições de extensão de joelho) melhorou o desempenho de homens treinados em diversos aspectos, porém, a percepção de dor não foi significativamente diferente quando comparado cafeína e placebo. Em outra oportunidade resultados semelhantes foram encontrados, dessa vez em um teste de ciclismo contra o relógio de 10 km, nesse caso foi demonstrada uma melhora de aproximadamente 3% no resultado final do teste quando o mesmo foi feito sob a influência de 5 mg/kg de cafeína contudo, a percepção de dor se manteve parecida tanto com cafeína quanto placebo (ASTORINO et al, 2012).

Sob outro ponto de vista, a cafeína por ser uma substância termogênica tem como um de seus efeitos colaterais o aumento da temperatura corporal, e conseqüentemente a temperatura do tecido muscular. Coelho (2007) em sua revisão cita o trabalho de Fukami e Wilkinson (1977) que traz a informação de que através do aumento da temperatura intramuscular, o tecido conectivo cede mais facilmente ao alongamento e dessa forma a sensibilidade dos órgãos tendinosos de Golgi tende a aumentar levando à uma inibição muscular maior explicando a melhora encontrada no presente estudo.

Apesar de todas essas evidências científicas relacionando a percepção de dor de um indivíduo e o aumento da temperatura corporal com a ingestão aguda de cafeína, até o presente momento não foram encontradas situações onde a dor em questão tenha sido gerada por exercícios de alongamento, onde a flexibilidade é a capacidade física explorada, ou onde a termogênese da mesma tenha sido testada para comprovar seus efeitos sob essa capacidade física. Com base nos resultados obtidos nesse estudo é possível imaginar que assim como nos exercícios resistidos e aeróbios, a percepção de dor nos músculos anteriores e posteriores dos membros inferiores pode ser diminuída o suficiente para que os índices de flexibilidade das atletas de nado artístico possam melhorar consideravelmente, sendo auxiliados pelo aumento da temperatura corporal.

Um aspecto interessante que pode ser abordado foi o comportamento oposto que a flexibilidade demonstrou quando comparados os resultados do primeiro e do segundo teste, acredita-se que isso se deve ao fato de que o teste de número um utilizava a flexibilidade de forma passiva que por definição é a maior amplitude de movimento possível da articulação obtida por meio da atuação de forças externas, no caso, o próprio peso corporal da atleta (BADARO, DA SILVA E BECHE, 2007), enquanto que no teste de número dois a flexibilidade ativa era solicitada. Acredita-se que enquanto na flexibilidade passiva o principal limitador é a dor gerada pelo alongamento extremo das estruturas que envolvem a articulação, principalmente os músculos e tendões, na flexibilidade ativa o grande limitador é a falta de força em um determinado grupamento muscular para atingir a maior amplitude daquela articulação. Uma vez que a cafeína já demonstrou um efeito analgésico em estudos anteriores entende-se o motivo da possível melhora no teste de flexibilidade passiva, enquanto que no giro de ariana seria necessária um aumento na força para obter melhores resultados.

Graham (2001) nos traz a informação de que a cafeína possui um efeito ergogênico principalmente com atividades aeróbias e anaeróbias que necessitam repetições, sendo que não foram encontrados indícios científicos que a mesma influencia na força máxima exercida por um músculo ou grupamento muscular. Esses achados foram confirmados mais tarde por outro grupo de pesquisadores que em seu estudo encontraram que a suplementação de cafeína não aumentou a performance de atletas treinados em testes de uma repetição máxima (WILLIAMS et al, 2008), essas evidências corroboram os achados na presente pesquisa.

Outro fator relevante é o fato da amostra ser constituída somente por atletas do sexo feminino, existem obras que indicam que o rendimento esportivo pode ser maior durante o período pós-menstrual devido à alterações hormonais enquanto que no período pré-menstrual esse desempenho tende a ser inferior devido aos sintomas que são apresentados nessa fase, contudo os autores relatam que essa alteração tem um caráter individual (FLECK e KRAEMER, 2014 apud NEIS e PIZZI, 2018). Relacionando essas alterações hormonais diretamente com o desempenho da capacidade física da flexibilidade não foi encontrada diferença significativa nos estudos encontrados, sugerindo que os efeitos hormonais relacionados com as fases do ciclo menstrual não afetam os índices de flexibilidade (CHAVES, SIMÃO e ARAÚJO, 2002; MELEGARIO et al, 2006). Todavia, todas as atletas que foram

avaliadas na presente pesquisa foram analisadas no mesmo período do ciclo menstrual (mais informações no tópico da metodologia), anulando assim qualquer efeito que o mesmo possa ter em ganhos de performance.

Com a relação flexibilidade x cafeína, o conhecimento científico abordando essa relação está sendo realizada de forma pioneira nesse estudo e nossos resultados indicam pela primeira vez que a cafeína pode melhorar a flexibilidade.

5.2 CAFEÍNA E TÉCNICAS EXPLOSIVAS DO NADO ARTÍSTICO (ALÇADA DE TRONCO E BARRACUDA).

A potência muscular é uma capacidade física onde a velocidade de execução é aliada à força realizada durante um movimento, a cafeína por sua vez auxilia em ganhos em ambos os mecanismos de ação que envolvem a melhora dos índices de potência. Um dos seus efeitos principais ocorre no sistema nervoso central, onde seus efeitos analgésicos aumentam a excitabilidade dos motoneurônios, facilitando o recrutamento de unidades motoras gerando uma força maior no movimento realizado, além do efeito neuronal, ainda existe o efeito gerado diretamente no músculo esquelético, onde o maior aproveitamento dos íons de cálcio ajudam a acelerar o processo de contração muscular (ALTERMANN et al, 2008). Aliando esses dois efeitos é possível imaginar que o aumento da potência muscular gerada seja consequência.

Existem inúmeros estudos que demonstram uma relação positiva entre a ingestão aguda de cafeína e a potência muscular (GRGIC et al, 2018), porém pela primeira vez foi possível verificar se esse efeito pode ser aplicado à técnicas específicas do nado artístico, que por sua vez se utilizam dessa capacidade física para que os movimentos sejam executados com perfeição.

Na figura 3 (alçada de tronco) foi demonstrado uma melhora significativa quando analisada a técnica da alçada de tronco. Esse movimento exige movimentos rápidos de “egg-beater” seguido de uma forte impulsão dos membros inferiores, é nessa impulsão que a potência é essencial para a projeção do tronco da atleta acima da superfície. Anselme e colaboradores (1992) em um cicloergômetro demonstraram que um aumento na potência máxima anaeróbia ocorreu em um grupo de ciclistas treinados após a ingestão de cafeína. Resultados similares foram encontrados por outras pesquisas, foi apontado um aumento de 45 W no minuto final de um teste de 3

minutos realizado (DOHERTY et al, 2004) e também em um teste contra o relógio de 1 km, nesse houve uma melhora nos índices de potência média atingida (18,1 W) e no pico de potência (75,5 W) (WILES et al, 2006), ambos os estudos também foram realizados com um grupo de ciclistas treinados.

Bloms et al. (2016) aplicou em sua pesquisa o teste do salto vertical em um grupo de homens e mulheres, que se assemelha mais à realidade do exercício da alçada de tronco, nessa oportunidade foi verificada uma melhora tanto na altura quanto na qualidade do salto quando comparado com os resultados obtidos com placebo, embora os pesquisadores admitiram que a qualidade do salto pode estar muito mais relacionada à técnica do mesmo. Em um estudo realizado exclusivamente com mulheres Ali et al. (2016) encontrou também diferenças significativas na potência gerada em contrações excêntricas e concêntricas dos membros inferiores, a força e a potência das pernas foram avaliadas por meio de um dinamômetro isocinético.

Na figura 4 é visto que ocorreu uma melhora significativa também no teste de barracuda. Esse movimento é bem mais complexo de um ponto de vista técnico quando comparado à alçada de tronco, para uma boa execução do elemento barracuda a atleta precisa de um bom posicionamento do palmateio inicial bem como força para embalar o movimento, velocidade na transição do mesmo e potência dos membros superiores para executar o empurrão final acima na cabeça.

Um princípio importante do deslocamento no meio aquático é a aplicabilidade de alguns conceitos da física à natação, esses conceitos explicam que quanto mais rápido é o movimento realizado dentro da água maior será a resistência que a água oferecerá em retorno para o apoio da mão (lei teórica do quadrado) e que com movimentos sinuosos é possível se apoiar no que é chamado de “águas paradas” facilitando o processo descrito acima (princípio de Bernoulli) (MIRON, 2009; MANSOLDO, 2014). Dessa forma, é possível concluir que o palmateio realizado com velocidade permite à atleta uma maior possibilidade de gerar força, podendo assim melhorar a sua performance de vários elementos, dentre eles, a barracuda.

Pontifex et al. (2010) analisou o desempenho de 10 atletas do sexo masculino em um teste de habilidade de repetição de sprints, os resultados demonstraram uma melhora dos atletas quando sob efeito da cafeína em comparação com placebo. Em convergência à esses resultados outra pesquisa encontrou uma melhora nos índices de agilidade quando ingerido uma dose moderada de cafeína (6 mg.kg⁻¹), essa avaliação foi realizada também com 10 atletas homens porém com um protocolo

contendo um teste de agilidade reativa (DUVNJAK-ZAKNICH et al, 2011). Contudo, outros estudos mostram que não houveram influências da suplementação de cafeína na agilidade de atletas de ambos os sexos (LORINO et al, 2006; LEE et al. 2014; ARAZI, HOSEINIHAJI e EGHBALI, 2016) essas pesquisas foram realizadas com diferentes protocolos, 17 jovens adultos do sexo masculino através de um teste de pró-agilidade, 11 atletas do sexo feminino realizando por 4 vezes com uma semana de intervalo o teste de agilidade T e 10 atletas de karatê do sexo feminino realizando o teste RAST, respectivamente. Portanto a relação da agilidade e da cafeína não é clara podendo ou não ter contribuído para os resultados obtidos pelas atletas de nado artístico desta pesquisa.

A potência de membros superiores é outro aspecto importante para o aumento da altura da barracuda, em um estudo que utilizou uma dose média/alta de cafeína (6 – 9 mg/kg) foi realizado um teste simulado contra o relógio de 2000 metros com remadores, modalidade que exige muito dos membros superiores, em condições laboratoriais controladas foi demonstrada uma melhora de 1% na performance e de 3% na média de potência gerada, melhora essa considerada pelos pesquisadores valer o uso do suplemento para atletas de alto rendimento de remo (BRUCE et al, 2000). Del Coso et al. (2012) também encontrou diferenças importantes nos valores de potência de membros superiores, sua amostra contou com 17 homens e 3 mulheres, todos ativos, que foram avaliados através do supino power test, após uma carga baixa de cafeína (3 mg/kg), que foi ingerida através da bebida Redbull, os sujeitos apresentaram uma melhora de 7 +/- 2% na potência máxima gerada. Nesse mesmo estudo foi avaliado o efeito que a ingestão da cafeína teria na velocidade que o sujeito poderia alcançar no exercício supino, como vimos anteriormente a velocidade é outra parte importante para a realização da barracuda, através de uma equação de regressão foi quantificada a velocidade propulsiva do movimento do supino. Os resultados mostraram uma melhora de 0,6 +/- 0,1 m/s em 1 RM e 1,6 +/- 0,1 m/s utilizando 30% de 1 RM quando utilizada a bebida energética. Esses resultados são corroborados por Badillo e Medina (2010), que encontraram uma melhora com cafeína de 0,4 m/s e 1,5 m/s em 1 RM e 30% de 1 RM respectivamente.

A potência muscular nada mais é do que a relação entre a força e a velocidade geradas no momento do movimento, logo o aumento da força pode ser um ponto importante para o aumento da performance de elementos que têm a potência como capacidade física dominante. Grgic e Mikulic (2017), realizaram uma pesquisa com 20

sujeitos treinados, o achado principal deste estudo foi que a ingestão da cafeína aumenta agudamente o desempenho da força dos membros inferiores e este realce no desempenho é acompanhado de uma percepção reduzida do esforço, contudo nesse mesmo estudo não houve diferenças significativas na avaliação da força de membros superiores. Já Goldstein et al. (2010) realizou um estudo com 15 atletas do sexo feminino e verificou que após a suplementação de 6 mg/kg de cafeína elas obtiveram resultados positivos no teste de 1 RM no exercício supino com relação ao mesmo teste realizado sob a influência do placebo.

Baseado nas evidências científicas da literatura e dos resultados obtidos nesta pesquisa é possível acreditar que os efeitos ergogênicos da cafeína se estendem também às técnicas específicas de nado artístico com características explosivas para uma melhora da performance de suas atletas.

5.3 CAFEÍNA E RESISTÊNCIA MUSCULAR

Para a realização do teste de número 5 (tempo máximo na posição de can-can) a atleta precisava principalmente de resistência muscular nos membros superiores, devido ao palmateio ser contínuo para exercer pressão suficiente para manter a altura estipulada da perna para fora da água, e resistência de força isométrica do corpo como um todo, com mais ênfase na região abdominal para conseguir manter a posição de can-can com as linhas corretas e não encerrar o teste prematuramente.

Um dos primeiros estudos a trabalhar com a hipótese de que a cafeína poderia melhorar o desempenho de resistência de um músculo ou grupamento muscular foi Hudson et al. (2008), nesse caso eles encontraram que existia um aumento no número de repetições na primeira série dos exercícios avaliados porém esse aumento não era visto nas séries subsequentes. Duncan e Oxford (2011) confirmaram esse efeito positivo em seu estudo que analisou a realização do exercício supino até a fadiga, participaram desse estudo 13 homens que de acordo com os pesquisadores tinham experiência com exercícios resistidos. O principal achado dessa pesquisa foi a diferença positiva que o grupo obteve quando sob efeito da suplementação, houve uma melhora tanto no número de repetições quanto no peso levantado indicando que a cafeína pode ter um efeito ergogênico importante na resistência muscular até a fadiga. Em outro estudo conduzido por Duncan et al. (2013) ainda foram encontrados resultados significativos quando comparadas as performances de atletas de

musculação com relação à percepção relativa de esforço e à percepção de dor durante diversos exercícios resistidos até a fadiga, sob efeito da cafeína os atletas foram capazes de executar mais repetições até a exaustão quando comparado com placebo.

Os resultados citados acima confirmam os achados no presente estudo que demonstrou que quando estavam sob o efeito de cafeína as atletas de nado artístico conseguiram manter por mais tempo a posição de can-can quando comparadas com o efeito do placebo. Toda via alguns autores encontram resultados contrários aos aqui propostos, Goldstein et al. (2010) encontrou uma melhora na força máxima de mulheres que treinavam exercícios resistidos porém nenhuma diferença em seu nível de resistência muscular. Resultados semelhantes foram sugeridos por outro estudo que não encontrou melhora significativa na resistência muscular quando realizado o exercício de extensão de joelho (BECK et al, 2006).

Analisando outro aspecto que pode ter influenciado os resultados aqui obtidos foi encontrado que a cafeína possui efeitos positivos também em contrações isométricas submáximas, em um estudo realizado com 15 sujeitos foi registrado uma melhora de 17% no tempo de contração quando utilizada a suplementação (PLASKETT e CAFARELLI, 2001), esse estudo foi uma maneira de confirmar a melhora de 12% encontrada por Lopes et al. (1983) que não se mostrou significativa à época. Ainda avaliando o quesito da contração isométrica um novo estudo foi feito confirmando os achados anteriores, Meyers e Cafarelli (2005) encontraram uma melhora de 20,5% com uma margem de erro de 8,1% na média de tempo alcançado pela contração do quadríceps, bíceps femoral e vasto lateral. Tendo em vista que a contração isométrica é de suma importância para a realização da posição estática do can-can esses resultados sugerem que a cafeína tenha contribuído com mais esse efeito para a melhoria do desempenho no teste.

5.4 CAFEÍNA E RESISTÊNCIA AERÓBIA

Dentre todas as capacidades físicas aqui analisadas a resistência aeróbia é possivelmente a mais documentada. A cafeína possui um efeito estimulante que se dá através dos inibidores da adenosina a cafeína é capaz de aumentar a atividade celular além de aumentar a liberação de catecolaminas, como a adrenalina, e ainda aumentar a utilização dos triglicerídios musculares. Todos esses efeitos juntos resultam na maioria dos casos em um ganho da capacidade aeróbia de um indivíduo.

Porém o último teste deste estudo teve um resultado controverso se comparado a maioria dos casos encontrados na literatura.

Segundo as mais recentes revisões bibliográficas, em aproximadamente 75% dos casos a ingestão de cafeína foi relacionada com a melhora da resistência aeróbia, alternando os mais diversos protocolos (SANTOS et al, 2013; HIGGINS et al, 2016; STADHEIM, 2017; SOUTHWARD, RUTHERFURD-MARKWICK e ALI, 2018). Dentre esses estudos que demonstraram melhora com a utilização da cafeína alguns deles se utilizaram de protocolos de testes incrementais máximos (COX et al, 2002; ASTORINO et al, 2011; AZEVEDO et al, 2016; TALANIAN e SPRIET, 2016; BEAUMONT e JAMES, 2017; GUEST et al, 2018). Em contrapartida, alguns pesquisadores encontraram resultados negativos indicando que em alguns casos a cafeína pode não ter o efeito desejado, como evidenciado pelo presente estudo, no qual o teste incremental máximo não houve uma melhora significativa (COHEN et al, 1996; HUNTER et al, 2002; ROELANDS et al, 2011; BORTOLOTTI et al, 2011; MARQUES et al, 2018).

Algumas condições extra corporais podem afetar essa relação negativamente, duas delas evidenciadas pela bibliografia são as altas temperaturas do ambiente onde está sendo praticado o exercício e a alta umidade do local (COHEN et al, 1996; ROELANDS et al, 2011). Outros estudos demonstraram que mesmo em condições externas adequadas por vezes o efeito ergogênico da cafeína não ocorre como o esperado, Hunter et al. (2002) ao analisar um teste de 100 km na modalidade ciclismo evidenciou que não houve melhora no resultado quando utilizada a cafeína e Bortolotti et al. (2011) não encontrou diferenças nas variáveis performance, potência, velocidade, cadencia de pedaladas, frequência cardíaca ou resistência aeróbia em ciclistas durante um teste contra o relógio de 20 km quando comparadas cafeína e placebo. Um estudo feito com corredores encontrou resultados similares quando após um teste de 800 metros na pista não houveram diferenças significativas quando ingerida uma dose de 5,5 mg/kg de cafeína (MARQUES et al, 2018).

Devidos a esses poucos resultados que diferem dos demais alguns pesquisadores deram uma atenção especial para entender quais são os mecanismos que podem diminuir ou até mesmo anular os efeitos da suplementação de cafeína e com isso surgiram algumas explicações. Uma pesquisa trouxe a abordagem da individualidade, sendo que alguns sujeitos devido à sua genética podem ter mais pré-disposição para os efeitos de algumas substâncias, dentre elas o café (REIS, PERON

e VICENTINI, 2001), porém outra possível explicação para os resultados encontrados na presente pesquisa é a característica do teste em si, por ser uma sequência coreográfica que envolve diversos movimentos do nado artístico que devem ser realizados em deslocamento um grande dificultador foi justamente o fato das atletas não conseguirem completar os estágios mais rápidos executando os movimentos determinados o que ocasionava na saída da atleta do teste, não pela fadiga extrema, mas talvez pela falta de técnica necessária para poder finalizar os estágios na velocidade que o mesmo exigia.

6 CONCLUSÃO

A cafeína se mostrou eficaz ao aumentar os níveis de desempenhos das atletas na execução dos exercícios de flexibilidade passiva e ativa, alçada de tronco, barracuda, no tempo máximo que elas podem aguentar a posição de can-can, também abordadas pela primeira vez, ao nosso conhecimento, nesse estudo. Porém a mesma falhou em demonstrar melhora nos índices obtidos pelas atletas no teste incremental máximo modificado para conter as características individuais da modalidade nado artístico.

Acredita-se que a suplementação de cafeína em atletas de nado artístico pode ser importante para melhorar o desempenho tanto durante os treinamentos quanto em competições, contudo futuros estudos deveriam abordar o efeito da cafeína em figuras e rotinas, já que nessas situações todas as capacidades físicas aqui abordadas são utilizadas de forma sobrepostas podendo potencializar o efeito que a suplementação viria a ter e dessa forma se aproximaria ainda mais da situação encontrada pelas atletas durante campeonatos, onde a melhora da performance é o real objetivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENTEJANO, T.; MARSHALL, D.; BELL, G. **A time-motion analysis of elite solo synchronized swimming.** Int J Sports Physiol Perform. 2008 Mar;(3):31-40.

ALI, A. et al. **The effect of caffeine ingestion during evening exercise on subsequent sleep quality in females.** Int J Sports Med 2015; 36: 433–439. February 20, 2015.

ALI, A. et al. **The influence of caffeine ingestion on strength and power performance in female team-sport players.** Journal of the International Society of Sports Nutrition (2016).

ALMEIDA, D.; PEREIRA, N.; MOREIRA, D. **Efeitos cardiovasculares da cafeína: revisão de literatura.** Revista Ciências em Saúde v3, n2,abr–jun 2013.

ALTERMANN, A. et al. **A influência da cafeína como recurso ergogênico no exercício físico: sua ação e efeitos colaterais.** Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, São Paulo v. 2, n. 10, p. 225-239, Julho/Agosto, 2008. ISSN 1981-9927.

ANSELME, F. et al. **Caffeine increases maximal anaerobic power and blood lactate concentration.** Eur J Appl Physiol (1992) 65:188-191.

ARAZI, H.; HOSEINIHAJI, M.; EGHBALI, E. **The effects of different doses of caffeine on performance, rating of perceived exertion and pain perception in teenagers female karate athletes.** Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences vol. 52, n. 4, oct./dec., 2016.

ASTORINO, T. et al. **Effect of caffeine intake on pain perception during high-intensity exercise.** International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 21, 2011, 27-32.

ASTORINO, T. et al. **Effect of caffeine on RPE and perceptions of pain, arousal, and pleasure/displeasure during a cycling time trial in endurance trained and active men.** Physiology & Behavior 106 (2012) 211–217.

BADACHE, A.; DA SILVA, A.; BECHE, D. **Flexibilidade versus alongamento: esclarecendo as diferenças.** Revista Saúde, Santa Maria, vol 33, n 1: p 32-36, 2007.

BADARO, A.; SILVA, A.; BECHE, D. **Flexibilidade versus alongamento: esclarecendo as diferenças.** Revista Saúde, Santa Maria, vol 33, n 1: p 32-36, 2007.

BECK, T. et al. **The acute effects of a caffeine-containing supplement on strength, muscular endurance and anaerobic capabilities.** Journal of Strength and Conditioning Research, 2006, 20(3), 2006 National Strength & Conditioning Association.

BLOMS, L. et al. **The effects of caffeine on vertical jump height and execution in collegiate athletes.** Journal of Strength and Conditioning Research, 2015 National Strength and Conditioning Association, 30(7)/1855–1861.

BORTOLOTTI, H. et al. **Performance during a 20-km cycling time-trial after caffeine ingestion.** Journal of the International Society of Sports Nutrition 2014.

BRUCE, C. et al. **Enhancement of 2000-m rowing performance after caffeine ingestion.** MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS & EXERCISE® Copyright © 2000 by the American College of Sports Medicine.

BURKE, L. **Caffeine and sports performance.** Published on the NRC research press website at <apnm.nrc.ca> on 6 december 2008.

CHAVES, C.; SIMÃO, R.; ARAÚJO, C. **Ausência de variação da flexibilidade durante o ciclo menstrual em universitárias.** Rev Bras Med Esporte _ Vol. 8, Nº 6 – Nov/Dez, 2002.

CHIPKEVITCH, E. **Avaliação clínica da maturação sexual na adolescência.** Jornal de Pediatria Copyright © 2001 by Sociedade Brasileira de Pediatria.

CHO, N. et al. **Proprioception and flexibility profiles of elite synchronized swimmers.** Perceptual and Motor Skills 0(0) 1–13. The Author(s) 2017. Reprints and permissions: sagepub.com/journalsPermissions.nav.

COELHO, L. **O treino da flexibilidade muscular e o aumento da amplitude de movimento: uma revisão crítica da literatura** 4(3): 6 61-72. Revista de desporto e saúde da fundação técnica e científica do desporto, 2007.

COHEN, B. et al. **Effects of caffeine ingestion on endurance racing in heat and humidity.** Eur J Appl Physiol (1996).

CONSILMANN, J. **A Natação.** Rio de Janeiro: Editora Íbero-Americana, 1984.

CONSTANTINI, N.; DUBNOV, G.; LEBRUN, C. **The menstrual cycle and sport performance.** Clin Sports Med 24 (2005) e51– e82.

COSTILL, D.; DALSKY, G.; FINK, W. **Effects of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance.** 1978. Med Sci Sports, 10(3), 155-158.

DALL'ACQUA, J. L.; DALL'ACQUA, F. L. **A aprendizagem do nado sincronizado.** Editora CRV, 1ª. Edição, 2016.

DALL'ACQUA, F. L. **Alterações da frequência cardíaca em atletas de nado sincronizado** 2012. Trabalho de conclusão de curso para obtenção do título de bacharel em educação física. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Outubro de 2012.

DAVIES, B. N.; DONALDSON, G.C.; JOELS, N. **Do the competition rules of synchronized swimming encourage undesirable levels of hypoxia?** Br. J. Sp. Med., Vol. 29, No. 1, pp. 16-19, 1995.

DEL COSO, J. et al. **Dose response effects of a caffeine-containing energy drink in muscle performance:** a repeated measures design. Journal of the International Society of Sports Nutrition 2012, 9:21.

DESBROW, B.; LEVERITT, M. **Awareness and use of caffeine by athletes competing at the 2005 ironman triathlon world championships.** International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2006, 16, 545-558.

DESLANDES, A. et al. **Effects of caffeine on the electrophysiological, cognitive and motor responses of the central nervous system.** Brazilian Journal of Medical and Biological Research (2005) 38: 1077-1086.

DOHERTY, M. et al. **Caffeine lowers perceptual response and increases power output during high-intensity cycling.** Journal of Sports Sciences, 22:7, 637-643, 2004.

DUNCAN, M.; OXFORD, S. **The effect of caffeine ingestion on mood state and bench press performance to failure.** Journal of Strength and Conditioning Research, 2011 National Strength and Conditioning Association. 25(1)/178–185.

DUNCAN, M. et al. **Acute caffeine ingestion enhances strength performance and reduces perceived exertion and muscle pain perception during resistance exercise.** European Journal of Sport Science, 2013 Vol. 13, No. 4, 392, 399.

DUVNJAK-ZAKNICH, D. et al. **Effect of Caffeine on Reactive Agility Time When Fresh and Fatigued.** MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS & EXERCISE Copyright _____ 2011 by the American College of Sports Medicine.

ERDMAN, K.; FUNG, T.; REIMER, R. **Influence of performance level on dietary supplementation in elite Canadian athletes.** 0195-9131/06/3802-0349/0 medicine & science in sports & exercise. 2006.

FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE NATAÇÃO AMADORA (FINA). **Regras de natação sincronizada (2014-2017).** Disponível em: <http://www.fina.org>. Acesso em: 10 de abril de 2017.

GLAISTER, M. et al. **Caffeine supplementation and peak anaerobic power output.** European Journal of Sport Science, DOI: 10.1080/17461391.2014.962619, 2014.

GOLDSTEIN, E. et al. **Caffeine enhances upper body strength in resistance-trained women.** Journal of the international society of sports nutrition 2010, 7:18.

GOLDSTEIN, E. et al. **International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance.** Journal of the International Society of Sports Nutrition 2010, 7:5.

GONZÁLEZ-BADILLO, J. J.; SÁNCHEZ-MEDINA, L. **Movement Velocity as a Measure of Loading Intensity in Resistance Training.** Int J Sports Med 2010; 31: 347– 352.
GOODS, P.; LANDERS, G.; FULTON, S. **Caffeine Ingestion Improves Repeated Freestyle Sprints in Elite Male Swimmers.** Journal of Sports Science and Medicine (2017) 16, 93-98.

GRAHAM, T. **Caffeine, coffee and ephedrine: Impact on exercise performance and metabolism.** Can J Appl Physiol 26S: 103–119, 2001.

GUERRA, R.; BERNARDO, G.; GUTTIERREZ, C. **Cafeina y deporte.** Rev Bras Med Esporte _ Vol. 6, Nº 2 – Mar/Abr, 2000.

GRGIC, J.; MIKULIC, P. **Caffeine ingestion acutely enhances muscular strength and power but not muscular endurance in resistance-trained men.** European Journal of Sport Science, 2017.

GRGIC, J. et al. **Effects of caffeine intake on muscle strength and power: a systematic review and meta-analysis.** Journal of the International Society of Sports Nutrition (2018) 15:11.

GUTTIERRES, A. et al. **Efeito ergogênico de uma bebida esportiva cafeinada sobre a performance em testes de habilidades específicas do futebol.** Rev Bras Med Esporte – Vol. 15, No 6 – Nov/Dez, 2009.

HACKNEY, A. **Effects of the menstrual cycle on resting muscle glycogen content.** Horm. metab. Res. 22 (1990) 647 © Georg Thieme Verlag Stuttgart • New York.

HIGGINGS, S.; STRAIGHT, C.; LEWIS, R. **The Effects of Preexercise Caffeinated Coffee Ingestion on Endurance Performance: An Evidence-Based Review.** International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2016, 26, 221 -239.

HUDSON, G. et al. **Effects of caffeine and aspirin on light resistance training performance, perceived exertion, and pain perception.** Journal of Strength and Conditioning Research, 2008 National Strength and Conditioning Association. 22(6)/1950–1957.

JACOBSON, B. et al. **Effect of caffeine on maximal strength and power in elite male athletes.** Br J Sp Med 1992; 26(4).

JORDAN, J. et al. **Caffeine supplementation and reactive agility in elite youth soccer players.** Pediatric Exercise Science, 2014, 26, 168-176 © 2014 Human Kinetics, Inc.

KIM, J. et al. **Dietary supplementation of high-performance Korean and Japanese judoists.** International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2013, 23, 119-127.

KLAR, A.; URIZZI, W. **Atividades aquáticas: pedagogia universitária.** 1ª. Ed. Vol 1. São Paulo: Editora Literativa, 2005.

KONDRIC, M. et al. **Sport Nutrition and Doping in Tennis: An Analysis of Athletes' Attitudes and Knowledge.** Journal of Sports Science and Medicine (2013) 12, 290-297.

LANE, J. D. et al. **Menstrual cycle effects on caffeine elimination in the human female.** Eur J Clin Pharmacol 43: 543–546, 1992.

LANE, S. et al. **Caffeine ingestion and cycling power output in a low or normal muscle glycogen state.** 0195-9131/13/4508-1577/0 Copyright 2013 by the American College of Sports Medicine.

LEBRUN, C. **Effect of the different phases of the menstrual cycle and oral contraceptives on athletic performance.** Sports Medicine 16 (6): 400-430, 1993.

LEBRUN, C. et al. **Effects of menstrual cycle phase on athletic performance.** Medicine & Science in Sports & Exercise · April 1995.

LEE, C. et al. **Effects of carbohydrate combined with caffeine on repeated sprint cycling and agility performance in female athletes.** Journal of the International Society of Sports Nutrition 2014, 11:17.

Li, Y.; MCCLURE, P.; PRATT, N. **The effect of hamstring muscle stretching on standing posture and on lumbar and hip motions during forward bending.** Physical Therapy, 1996. 76, 836–845.

LORINO, A. et al. **The effects of caffeine on athletic agility.** Journal of Strength and Conditioning Research, 2006, 20(4), 851–854.

LOPES, J. et al. **Effect of caffeine on skeletal muscle function before and after fatigue.** J Appl Physiol 54: 1303–1305, 1983.

LUNDY, B. **Nutrition for synchronized swimming: a review.** International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2011, 21, 436-445.

MAGLISHO, E. **Nadando ainda mais rápido.** 1ª. Ed. São Paulo: Editora Manole, 1999.

MANDIC, G. et al. **Sports nutrition and doping factors in synchronized swimming: parallel analysis among athletes and coaches.** Journal of Sports Science and Medicine (2013) 12, 753-760.

MANSOLDO, A. **Fatores hidrodinâmicos de interferência no rendimento da natação.** EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires - Año 19 - Nº 194 - Julio de 2014.

MARQUES, A. et al. **Acute Caffeinated Coffee Consumption Does not Improve Time Trial Performance in an 800-m Run: A Randomized, Double-Blind, Crossover, Placebo-Controlled Study.** Nutrients 2018, 10, 657.

MCLEAN, C.; GRAHAM, T. **Effects of exercise and thermal stress on caffeine pharmacokinetics in men and eumenorrheic women.** J Appl Physiol 93: 1471–1478, 2002; 10.1152/jappphysiol.00762.2000.

MELEGARIO, S. et al. **The influence of the menstrual cycle on the flexibility in practitioners of gymnastics at fitness centers.** Rev Bras Med Esporte _ Vol. 12, Nº 3 – Mai/Jun, 2006.

MENESES, C; OCAMPUS, D; de TOLEDO, T. **Estagiamento de Tanner: um estudo de confiabilidade entre o referido e o observado.** Adolescência e saúde. volume 5 ■ nº 3 ■ outubro 2008

MEYERS, B.; CAFARELLI, E. **Caffeine increases time to fatigue by maintaining force and not by altering firing rates during submaximal isometric contractions.** J Appl Physiol 99: 1056–1063, 2005.

MIRON, A. **A física da natação.** Trabalho de conclusão de curso. Curso Licenciatura em Física. Universidade federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009.

MOLT, R.; O'CONNOR, P.; DISHMAN, R. **Effect of Caffeine on Perceptions of Leg Muscle Pain During Moderate Intensity Cycling Exercise.** The Journal of Pain, Vol 4, No 6 (August), 2003: pp 316-321.

NEIS, C; PIZZI, J. **Influências do ciclo menstrual na performance de atletas: revisão de literatura.** Arq. Cienc. Saúde UNIPAR, Umuarama, v. 22, n. 2, p. 123-128, maio/ago. 2018.

NESBITT, S. Remadas Básicas, Transições e Habilidades. **Synchro**, Columbus, v.5, n.2, p. 23-27, abr./mai. 1991.

NEWTON, R. et al. **Plasma and salivary pharmacokinetics of caffeine in man.** Eur J Clin Pharmacol (1981) 21: 45-52.

O'CONNOR, J. et al. **Dose-dependent effect of caffeine on reducing leg muscle pain during cycling exercise is unrelated to systolic blood pressure.** Pain 109 (2004) 291–298.

PERIC, M. et al. **The reliability, validity and applicability of two sport-specific power tests in synchronized swimming.** *Journal of Human Kinetics* volume 32/2012, 135-145.

PLASKETT, C.; CAFARELLI, E. **Caffeine increases endurance and attenuates force sensation during submaximal isometric contractions.** *J Appl Physiol* 91: 1535–1544, 2001.

PONCIANO, K. et al. **Physiological responses during the practice of synchronized swimming: a systematic review.** *Clin Physiol Funct Imaging*. 2017 Scandinavian Society of Clinical Physiology and Nuclear Medicine. Published by John Wiley & Sons Ltd.

PONTIFEX, K. et al. **Effects of caffeine on repeated sprint ability, reactive agility time, sleep and next day performance.** *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2010. 50(4):455-464.

PRUSCINO, C. et al. **Effects of sodium bicarbonate, caffeine, and their combination on repeated 200-m freestyle performance.** *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2008, 18, 116-130.

RADZI, J.; YUSOF, S.; ZAKARIA, A. **Pre-competition anxiety levels in individual and team sports athletes.** *Proceeding of the international conference on social science research, ICSSR 2013 (e-ISBN 978-967-11768-1-8)*. 4-5 June 2013, Penang, Malaysia.

RASMUSSEN, A. et al. **Validity of self-assessment of pubertal maturation.** *PEDIATRICS* (ISSN Numbers: Print, 0031-4005; Online, 1098-4275). Copyright © 2015 by the American Academy of Pediatrics.

REIS, M.; PERON, A.; VICENTINI, V. **Ação do café e da cafeína no organismo.** *Arq. Apadec*, 5(2): jul. dez., 2001.

RICKENLUND, A. et al. **Hyperandrogenicity is an alternative mechanism underlying oligomenorrhea or amenorrhea in female athletes and may improve physical performance.** *Fertility and sterility*. Vol. 79, no. 4, april 2003.

ROBERTSON, S.; BENARDOT, D.; MOUNTJOY, M. **Nutritional recommendations for synchronized swimming.** *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2014, 24, 404-413.

ROELANDS, B. et al. **No effect of caffeine on exercise performance in high ambient temperature.** Eur J Appl Physiol (2011).

ROSAS, M. **Análise e comparação das rotinas na COPA FINA de 2009.** Saquarema. 14 de dezembro de 2009.17 slides. Apresentação em Power-point.

SANTOS, V. et al. **Efeito da suplementação de cafeína no desempenho de exercícios intermitentes de alta intensidade.** Rev. Acta Brasileira do Movimento Humano – Vol.3, n.2, p.75-89– Abril/Junho, 2013.

SHEPHARD, R. **Exercise and training in women, Part II:** Influence of menstrual cycle and pregnancy. Can J Appl Physiol. 2000 Feb;25(1): 35-54. Review.

SOUTHWARD, K.; RUTHERFURD-MARKWICK, K.; ALI, A. **The Effect of Acute Caffeine Ingestion on Endurance Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis.** Sports Med. Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2018.

STADHEIM, H. **Caffeine and Endurance Performance in Athletes.** Tese de doutorado. Dissertation from the norwegian school of sport sciences 2017.

STUART, G.R. et al. **Multiple effects of caffeine on simulated high-intensity team sport performance.** Med. Sci. Sports Exerc. 37, 2005.

TANNER J. **Growth at adolescence.** Oxford: Blackwell; 1962.

TARNOPOLSKY, M. **Effect of caffeine on the neuromuscular system:** potential as an ergogenic aid. Appl. Physiol. Nutr. Metab. 33:1284-1289 (2008).

THOMAS, D. **Natação: Etapas para o sucesso.** 2ª. Ed. São Paulo: Editora Manole, 1999.

TIMMINS, T.; SAUNDERS, D. **Effect of caffeine ingestion on maximal voluntary contraction strength in upper- and lower-body muscle groups.** Journal of strength and conditioning research, 2014, national strength and conditioning association.

TREXLER, E.T.; SMITH-RYAN, A. E. **Creatine and caffeine:** considerations for concurrent supplementation. International journal of sport nutrition and exercise metabolism, 2015 Human kinetics, Inc.

TUDINI, S. et al. **Synchronised swimming manual for judges, coaches & referees.** 5a. edição. Paris, FINA Editorial, 2010.

WADEY, R.; HANTON, S. **Basic Psychological Skills Usage and Competitive Anxiety Responses:** Perceived Underlying Mechanisms, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 79:3, 363-373, DOI: 10.1080/02701367.2008.10599500

WARREN, G. et al. **Effect of Caffeine Ingestion on Muscular Strength and Endurance:** A Meta-Analysis. 0195-9131/10/4207-1375/0. 2010 American College of Sports Medicine.

WILLIAMS, A.; CRIBB, B.; COOKE, M.; HAYES, A. **The effect of ephedra and caffeine on maximal strength and power in resistance-trained athletes.** *Journal of Strength and Conditioning Research* 2008 National Strength and Conditioning Association, 22(2)/464–470.

WOOLF, K.; BIDWELL, W.; CARLSON, A. **The effect of caffeine as an ergogenic aid in anaerobic exercise.** *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2008 Aug; 18(4): 412-29.

YAMAMURA, C. et al. **Physiological characteristics of well-trained synchronized swimmers in relation to performance scores.** 1999. *International Journal of Sports Medicine*, 20, 246–251.