

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO**

Rogério José Freire Barros

**EFEITO IMEDIATO E 1 HORA APÓS DO ENXAGUE BUCAL DE CAFEÍNA
DE MANEIRA ISOLADA OU COMBINADA COM A INGESTÃO SOBRE O
DESEMPENHO DE FORÇA MÁXIMA E POTÊNCIA MUSCULAR**

MACEIÓ

2024

Rogério José Freire Barros

**EFEITO IMEDIATO E 1 HORA APÓS DO ENXAGUE BUCAL DE CAFEÍNA DE
MANEIRA ISOLADA OU COMBINADA COM A INGESTÃO SOBRE O
DESEMPENHO DE FORÇA MÁXIMA E POTÊNCIA MUSCULAR**

Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Alagoas como requisito à obtenção do título de Mestre em Nutrição.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Gomes de Araújo

Co-orientador: Prof. Dr. Marcos David da Silva Cavalcante

MACEIÓ

2024

Catalogação na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

B277e Barros, Rogério José Freire.
Efeito imediato e 1 hora após do enxague bucal de cafeína de maneira isolada ou combinada com a ingestão sobre o desempenho de força máxima e potência muscular / Rogério José Freire Barros. – Maceió, 2024.
66 f. : il.

Orientador: Gustavo Gomes de Araújo.
Co-orientador: Marcos David da Silva Cavalcante.
Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Universidade Federal de Alagoas.
Faculdade de Nutrição. Programa de Pós-Graduação em Nutrição, 2024.

Bibliografia: f. 56-66.

1. Antissépticos bucais. 2. Ingestão de alimentos. 3. Cafeína. 4. Força muscular. 5. Potência muscular. I. Título.

CDU: 612.311:663.93



**MESTRADO EM NUTRIÇÃO
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**



Campus A. C. Simões
BR 104, km 14, Tabuleiro dos Martins
Maceió-AL 57072-970
Fone/fax: 81 3214-1160

**PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE
DISSERTAÇÃO**

**“EFEITO IMEDIATO E 1 HORA APÓS DO ENXAGUE BUCAL DE
CAFEÍNA DE MANEIRA ISOLADA OU COMBINADA COM A
INGESTÃO SOBRE O DESEMPENHO DE FORÇA MÁXIMA E
POTÊNCIA MUSCULAR”**

por

Rogério José Freire Barros

A Banca Examinadora, reunida aos 06/02/2024, considera o candidato
APROVADO.

Documento assinado digitalmente
gov.br THAYS DE ATAÍDE E SILVA
Data: 19/02/2024 09:35:35-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof^a Dr^a Thays de Ataíde e Silva
Programa de Pós-Graduação em Nutrição - PPGNUT
Universidade Federal de Alagoas - Ufal
Examinadora Interna

Documento assinado digitalmente
gov.br FILIPE ANTONIO DE BARROS SOUSA
Data: 19/02/2024 10:07:07-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Filipe Antônio de Barros Sousa
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde -
PPGCS Universidade Federal de Alagoas - Ufal
Examinador Externo

Documento assinado digitalmente
gov.br GUSTAVO GOMES DE ARAUJO
Data: 21/02/2024 13:54:51-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dr. Gustavo Gomes de Araujo
Programa de Pós-Graduação em Nutrição - PPGNUT
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Presidente

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por ter me dado esta oportunidade de realizar um de meus maiores sonhos que era conseguir realizar um mestrado. Era sem dúvida, um dos maiores objetivos da minha vida e sinceramente, eu não imaginava que pudesse concretizar este sonho, ainda mais na Universidade Federal de Alagoas.

Agradeço em especial a minha amada esposa “Sandrinha”, por me aguentar, em nível alto de stress em todo esse período de mestrado. Peço desculpas a minha filha Bia de apenas 9 anos atuais, que muitas vezes me perguntava se realmente eu precisava fazer este mestrado, pois achava que eu não precisava mais, e que sempre me dizia que eu precisava ter mais tempo para ela. Certa vez ela me disse: “Pai, esse mestrado é mais importante do que ficar comigo?” Meus olhos se encheram de lágrimas, pois nunca que o mestrado seria mais importante do que ficar com ela, o fato é que eu precisava ter foco naqueles dois anos iniciais (entre 2021 a 2022, onde ela teria entre 6 a 8 anos) que no final das contas se prolongou até o início de 2024. Tentei dizer a ela: “Filha, papai precisa melhorar profissionalmente, daqui a pouco acaba e vou voltar a ter muito tempo com você”.

Minha história de realização no mestrado iniciou desde meados de 2016, quando consegui ingressar em uma pós-graduação na própria Universidade, onde neste período, tive a oportunidade de além de aprender muito, ter também bons relacionamentos (network), estes que facilitaram minha entrada para um excelente grupo de estudo capitaneado pelo professor Gustavo Gomes de Araújo, este que futuramente seria meu orientador de mestrado, onde aproveito para agradecer imensamente as oportunidades que a mim foram colocadas. Aproveito para pedi-lo, minhas sinceras desculpas por não ter correspondido a sua altura em diversos momentos, pois por incrível que pareça, no mesmo período de realização do projeto de mestrado, Deus me presenteou com um dos maiores momentos profissionais de minha vida, este que na realidade foi o maior motivo do mestrado ter se prolongado tanto, que foi a de ser o Diretor do maior Complexo Esportivo do Estado de Alagoas, no Município do Pilar, fato este que comprometeu o andamento do meu projeto.

Vale registrar, que o período em que esse mestrado ocorreu foi um momento atípico e muito difícil para Humanidade, pois foi o período da COVID 19. Porém, mesmo nas dificuldades, nós seres humanos temos que tentar ao máximo analisar os momentos vividos e nos esforçar para tirarmos proveito das situações. Esse mestrado foi de muito aprendizado, penso que tanto para os mestrandos, como para os próprios professores, estes que tiveram que se apropriar de novas metodologias de ensino que em sua maioria, desconheciam. Aproveito para agradecer a todos os professores que contribuíram em todas as disciplinas.

Agradeço aos companheiros de laboratório que me ajudaram nesta caminhada, onde destaco Higor Spinelli pelas suas enormes contribuições durante as coletas, pois sem ele com certeza não conseguiria finalizar; e também a Maryssa Pontes, esta que pode até não lembrar, mais sua atitude em 2018 em me ceder seus livros para que eu pudesse estudar foi essencial (não esqueço esse dia, pois poucas pessoas fazem isso, e sua atitude foi de enorme grandeza). Agradeço aos outros integrantes que também contribuíram como Alisson Marinho e principalmente ao Professor Marcos Cavalcante, este que foi meu co-orientador, e foi peça fundamental no meu projeto.

Agradeço a Farmácia de manipulação Ao Farmacêutico, na pessoa do Giovani Carnaúba, por ter me fornecido sem custo algum as substâncias que utilizei no projeto de pesquisa. Agradeço ao nutricionista Jean Marcos, por também sem custo algum ter me fornecido a solicitação de uso das substâncias.

Agradeço a todos integrantes do Complexo Esportivo do Pilar que contribuíram de alguma forma para esta realização. Aqueles que incentivaram, e principalmente aqueles que participaram como destaque aos professores Jedean e Wesley, estes que além de tudo, se dispuseram a ser sujeitos da pesquisa. Além disso me ajudaram muito na parte logística durante as coletas a quem eu deixo o meu muito obrigado.

Agradeço por fim, a todos meus amigos e familiares pelos incentivos. Agradeço aos participantes do projeto, sujeitos, voluntários que se disponibilizaram a irem sem custo algum ao laboratório para poder realizar os testes da pesquisa. Agradecimento especial ao meu amigo Carlos Alberto, que um dia foi meu ex aluno, e que agora é meu companheiro de trabalho, sem ele não seria possível esta realização. Sua contribuição foi peça fundamental.

A todos os meus mais sinceros agradecimentos.

RESUMO

Os efeitos ergogênicos causados pela utilização da suplementação de cafeína em exercícios de baixa intensidade já são amplamente aceitos. No entanto, ainda não há consenso sobre seu real efeito nos exercícios de alta intensidade. O objetivo do presente estudo foi investigar os efeitos imediatos e 1 hora após do enxágue de cafeína de maneira isolada ou combinada com a ingestão sobre o desempenho de força máxima e potência muscular. A pesquisa foi realizada com uma amostra de dezessete voluntários do sexo masculino, treinados e sem lesões. A pesquisa teve um desenho randomizado, duplo-cego e contrabalanceado. Os voluntários foram submetidos a cinco condições experimentais, nas quais fizeram enxágue bucal – combinada ou não – com ingestão de soluções de cafeína ou de placebo: 1) realização de testes imediatamente após (ENX CAF IMEDIATO) e 1 hora após o enxágue com cafeína (ENX CAF PÓS 1h); 2) realização de testes imediatamente após (ENX PLA IMEDIATO) e 1 hora após o enxágue com placebo (ENX PLA PÓS 1h); 3) realização de testes imediatamente após (ENX+ING CAF IMEDIATO) e 1 hora após a combinação do enxágue e ingestão de cafeína (ENX+ING CAF PÓS 1h); 4) realização de testes imediatamente após (ENX+ING PLA IMEDIATO) e 1 hora após a combinação do enxágue e ingestão de placebo (ENX+ING PLA PÓS 1h); 5) realização de testes imediatamente (CONTROLE IMEDIATO) e 1 hora após, sem a utilização de cafeína ou placebo (CONTROLE PÓS 1h). Os voluntários foram instruídos, a depender da condição, a realizar um enxágue bucal (25 mL) durante 10 seg, seguido da ingestão de uma solução contendo CAF (1,2% - equivalente a 300 mg) ou PLA (amargo) composto por solução de cloreto de Magnésio na concentração de 33g/l (3,3%). Em cada visita os participantes realizaram testes de potência muscular (salto vertical com contramovimento e sem contramovimento) e testes de força muscular (contração voluntária máxima e prensão manual). Os resultados obtidos mostraram que a estratégia de usar o enxágue bucal de CAF de maneira isolada ou combinada com a ingestão não resultou em melhora do desempenho de potência e/ou força muscular. A conclusão deste estudo foi a que a utilização do enxágue bucal (25 mL) com CAF (1,2% - equivalente a 300 mg), combinada ou não com a ingestão, não foi eficaz para melhoria do desempenho em exercícios do tipo anaeróbio, seja de forma imediata ou 1 hora após a utilização da suplementação.

Palavras-chave: Enxágue bucal, Ingestão, Cafeína, Força Muscular e Potência Muscular.

ABSTRACT

The ergogenic effects caused by the use of caffeine supplementation in low-intensity exercise are already widely accepted. However, there is still no consensus on its real effect on high-intensity exercise. The objective of the present study was to investigate the immediate effects and 1 hour after rinsing caffeine alone or combined with ingestion on the performance of maximum strength and muscular power. The research was carried out with a sample of seventeen male volunteers, trained and without injuries. The research had a randomized, double-blind and counterbalanced design. The volunteers were subjected to five experimental conditions, in which they rinsed their mouth – combined or not – with ingestion of caffeine or placebo solutions: 1) tests were carried out immediately after (ENX CAF IMMEDIATE) and 1 hour after rinsing with caffeine (ENX CAF IMMEDIATE) and 1 hour after rinsing with caffeine (ENX COFFEE POST 1h); 2) carrying out tests immediately after (ENX PLA IMMEDIATE) and 1 hour after rinsing with placebo (ENX PLA POST 1h); 3) carrying out tests immediately after (ENX+ING CAF IMMEDIATE) and 1 hour after the combination of rinsing and caffeine ingestion (ENX+ING CAF POST 1h); 4) carrying out tests immediately after (ENX+ING PLA IMMEDIATE) and 1 hour after the combination of rinsing and placebo ingestion (ENX+ING PLA POST 1h); 5) carrying out tests immediately (IMMEDIATE CONTROL) and 1 hour later, without the use of caffeine or placebo (CONTROL POST 1h). The volunteers were instructed, depending on the condition, to rinse their mouth (25 mL) for 10 seconds, followed by ingesting a solution containing CAF (1.2% - equivalent to 300 mg) or PLA (bitter) composed of a solution of Magnesium chloride at a concentration of 33g/l (3.3%). At each visit, participants performed muscle power tests (vertical jump with countermovement and without countermovement) and muscle strength tests (maximum voluntary contraction and hand grip). The results obtained showed that the strategy of using CAF mouthwash alone or combined with ingestion did not result in an improvement in power performance and/or muscle strength. The conclusion of this study was that the use of mouthwash (25 mL) with CAF (1.2% - equivalent to 300 mg), combined or not with ingestion, was not effective in improving performance in anaerobic type exercises, either immediately or 1 hour after using the supplement.

Keywords: Mouthwash, Ingestion, Caffeine, Muscle Strength and Muscle Power.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Tipos de Receptores para Adenosina	17
Figura 2	Esquema do Desenho Experimental	23
Figura 3	Representação do Salto Vertical Contramovimento (CMJ).....	26
Figura 4	Representação do Salto Vertical Squat Jump (SJ)	26
Figura 5	Avaliação da Força de Preensão Manual	32
Figura 6	Avaliação da Altura Máxima do Salto Vertical Contramovimento (CMJ)	33
Figura 7	Avaliação da Potência Máxima do Salto Vertical Contramovimento (CMJ)	34
Figura 8	Variação da Potência Relativa do Salto Vertical Contramovimento (CMJ)	35
Figura 9	Avaliação da Força Pico do Salto Vertical Contramovimento (CMJ)	36
Figura 10	Avaliação do Tempo de Força Pico do Salto Vertical Contramovimento (CMJ)	37
Figura 11	Avaliação da Altura Máxima do Salto Vertical Squat Jump (SJ)	38
Figura 12	Avaliação da Potência Máxima do Salto Vertical Squat Jump (SJ)	39
Figura 13	Variação da Potência Relativa do Salto Vertical Squat Jump (SJ)	40
Figura 14	Avaliação da Força Pico do Salto Vertical Squat Jump (SJ)	41
Figura 15	Avaliação do Tempo de Força Pico do Salto Vertical Squat Jump (SJ)	42
Figura 16	Avaliação da Contração Voluntária Máxima (CVM)	43

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	10
1.1 Objetivos	13
2. REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 Contexto Histórico da Cafeína	15
2.2 Formas de Administração	16
2.3 Metabolismo e Mecanismo de Ação da Cafeína	19
2.4 Exercícios Físicos e Cafeína	21
3. MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1 Voluntários da Pesquisa	25
3.2 Protocolo Experimental.....	25
3.3 Preparação das soluções para o enxágue bucal e ingestão.....	27
3.4 Medidas Antropométricas.....	27
3.5 Protocolo de Teste de salto.....	28
3.6 Protocolo do teste de contração voluntária máxima (CVM).....	30
3.7 Protocolo de Teste de Preensão Manual.....	31
3.8 Análise Estatística	31
4. RESULTADOS	34
5. DISCUSSÃO	48
6. CONCLUSÃO	54
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Os ergogênicos nutricionais estão sendo cada vez mais utilizados no ambiente esportivo com o objetivo de melhorar o desempenho (GUEST, 2021). Dentre os ergogênicos, a cafeína (CAF) tem um grande destaque, principalmente, após a sua remoção da lista de substâncias controladas em 2004 pela Agência Mundial Antidoping e o Comitê Olímpico Internacional (AGUILAR et al., 2019; GUEST, 2021).

A melhora no desempenho aeróbio promovida pela ingestão da CAF é largamente conhecida (AGUILAR et al., 2019) e acontece em doses entre 3 e 6 mg/kg de massa corporal (GRGIC, 2020). Seu efeito ergogênico tem sido atribuído, principalmente, às alterações funcionais no Sistema Nervoso Central (SNC) (MAGKOS; KAVOURAS, 2005). Após atingir a corrente sanguínea, a CAF atravessa a barreira hematoencefálica e promove uma ação antagonista nos receptores de adenosina localizados no SNC, aumentando ou mantendo a excitabilidade do sistema nervoso (FREDHOLM, 1995). Neste sentido, a suplementação com CAF diminui a dor durante o exercício, resultando em menor percepção subjetiva de esforço (PSE) (DUNCAN; OXFORD, 2012; DUNCAN et al., 2013). Além disso, a cafeína também pode melhorar a contração muscular mediado por mecanismos de liberação de cálcio (Ca^{2+}) pelo retículo sarcoplasmático (LINDINGER; GRAHAM; SPRIET, 1993; TARNOPOLSKY; CUPIDO, 2000).

O modo mais comum de utilização da CAF como recurso ergogênico é através da ingestão de cápsulas. No entanto, existem evidências científicas mostrando possíveis efeitos adversos associados à ingestão, principalmente o desconforto gástrico (EHLERT; TWIDDY; WILSON, 2020). No entanto, outros efeitos podem estar relacionados à absorção da CAF após sua ingestão, tais como a taquicardia, ansiedade, dores de cabeça e insônia (RETEY et al., 2007; CHILDS et al., 2008; PALLARES et al., 2013; RAMOS-CAMPO et al., 2019). Com o intuito de evitar o possível desconforto gástrico causado pela ingestão, outras formas de administração da CAF têm sido sugeridas (WICKHAM; SPRIET, 2018). Um dos métodos alternativos é a utilização enxágue bucal realizado por alguns segundos (5 a 20 segundos) sem que ocorra a ingestão (WICKHAM; SPRIET, 2018). Embora não sejam completamente conhecidos, dois possíveis mecanismos envolvidos no potencial efeito ergogênico do enxágue bucal com CAF têm sido propostos. O

primeiro mecanismo envolve a absorção mais rápida da CAF pela mucosa bucal (KAMIMORI et al., 2002), antagonizando os receptores de adenosina no SNC. O segundo mecanismo sugerido envolve a ativação de receptores de sabor amargo localizados na boca que conectam regiões do cérebro que estão relacionadas ao processamento de informações e recompensa (ZALD; HAGEN; PARDO, 2002; GAM; GUELFÍ; FOURNIER, 2014; PICKERING, 2019).

No entanto, estudo realizado com quinina, uma substância que ativa receptores para o sabor amargo, sugere que apenas a ativação de receptores localizados na boca não é suficiente para melhorar o desempenho (GAM; GUELFÍ; FOURNIER, 2014). Seguindo este contexto, em estudo realizado por GAM e colaboradores (2015b) foi apontado que apenas após o enxágue bucal seguido da ingestão de quinina, houve o aumento do desempenho anaeróbio em decorrência do aumento na excitabilidade corticomotora em ciclistas, facilitando o drive neural para os músculos e, conseqüentemente, o recrutamento muscular (GAM; GUELFÍ; FOURNIER, 2016). Embora acredite-se que a CAF também poderia acionar um mecanismo semelhante ao da quinina, os resultados da utilização do enxágue bucal ainda são conflitantes. Enquanto alguns estudos apresentaram melhora no desempenho, seja em exercícios aeróbios (BOTTOMS et al., 2014; SINCLAIR; BOTTOMS, 2014; MELO et al., 2021) ou em exercícios do tipo anaeróbio (KIZZI et al., 2016; PAK et al., 2020), outros não encontraram nenhuma melhoria, principalmente, em exercícios de alta intensidade e curta duração (KARAYÍĞÍT et al., 2017; MARINHO et al., 2020; DA SILVA et al. 2023). Dessa forma, assim como acontece com a quinina, talvez seja necessária a ingestão da CAF após o enxágue bucal, para que aconteça um efeito imediato sobre o desempenho.

Outro fator relevante para os possíveis benefícios da CAF no desempenho é o tempo de efeito para se observar os resultados. Neste sentido, a grande parte dos trabalhos mostram os possíveis efeitos ergogênicos após 1 hora da ingestão, tempo necessário para atingir o pico nas concentrações sanguíneas. (GRAHAM; SPRIET, 1985). Um dos primeiros estudos que mostrou tais efeitos foi realizado por Costill e colaboradores (1978) que observaram um aumento significativo no desempenho de ciclistas de longa distância após 1 hora de ingestão de CAF. Estudos posteriores comprovaram que os exercícios de resistência aeróbia são os mais sensíveis aos efeitos da CAF após 1 hora de ingestão (SPRIET et al., 1992; GRAHAM, 2001; SOUTHWARD; RUTHERFURD-MARKWICK; ALI, 2018; GRGIC, 2021). Quanto aos

exercícios de alta intensidade e de curta duração, os efeitos da CAF são controversos.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi investigar os efeitos da cafeína, combinando enxágue bucal e a ingestão sobre o desempenho de força máxima (contração voluntária máxima e prensão manual) e potência (salto vertical) em indivíduos treinados, imediatamente após e 1h após a suplementação. Nesse sentido, temos como hipóteses: 1) o enxágue de CAF isolado não melhora o desempenho de forma imediata e 1 hora após a suplementação; 2) a combinação do enxágue e ingestão de CAF melhora o desempenho de forma imediata e 1 hora após a suplementação;

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivos Gerais

Investigar os efeitos imediatos e 1 hora após do enxágue bucal com cafeína de maneira isolada ou combinada com a ingestão sobre o desempenho de força máxima e potência muscular.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o nível de mascaramento das soluções de cafeína e placebo utilizadas no estudo;
- Caracterizar os voluntários do estudo quando a composição corporal através da determinação do percentual de gordura corporal (%G) e índice de massa corporal (IMC);
- Analisar os efeitos imediatos e 1 hora após do enxágue bucal com cafeína, de maneira isolada ou combinada com a ingestão, no desempenho de força máxima através da prensão manual e contração voluntária máxima (CVM) com extensão de joelhos;
- Analisar os efeitos imediatos e 1 hora após do enxágue bucal com cafeína, de maneira isolada ou combinada com a ingestão, no desempenho de potência muscular nos saltos com e sem contramovimento (CMJ e SJ, respectivamente);

2. REVISÃO DA LITERATURA

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Contexto Histórico da Cafeína

A 1,3,7-trimetilxantina, mais conhecida como cafeína (CAF), é uma substância branca e inodora, solúvel em água e possui um sabor amargo. Seu uso para melhoria do desempenho vem de longa data, desde meados dos anos de 1900 existem registros de que a substância foi utilizada com esse objetivo, mais especificamente para melhorar exercícios de baixa intensidade e de longa duração (RIOS; WEBBER, 1907). Porém, somente no final da década de 1970, uma série de estudos liderados por David Costill foram desenvolvidos para detectar os benefícios da CAF em esportes de resistência, ocasionando o aumento do interesse nesta temática e desencadeando o avanço das pesquisas sobre os efeitos da mesma no metabolismo do exercício e no desempenho esportivo (COSTILL; DALSKY; FINK, 1978).

Estas pesquisas iniciais levaram a um aumento do interesse da comunidade científica em elucidar os possíveis efeitos ergogênicos da suplementação de CAF, como também seus possíveis mecanismos de ação. Os primeiros achados identificaram que a ingestão de CAF antes da realização do exercício poderia ser capaz de aumentar significativamente a concentração plasmática de ácidos graxos livres e sua oxidação (COSTILL; DALSKY; FINK, 1978; ESSIG; COSTILL; VAN HANDEL, 1980). Esta teoria pôde ser explicada quando se descobriu que a CAF aumentava potencialmente a liberação de adrenalina e noradrenalina a partir de sua ingestão (ROBERTSON et al., 1978). Devido a estes estudos iniciais, acreditou-se que o efeito adrenérgico que causava o aumento da concentração plasmática de ácidos graxos livres e sua oxidação e poupava os estoques de glicogênio, era o principal mecanismo de ação da CAF (SPRIET et al., 1992). No entanto, um estudo de Mohr e colaboradores (1998) apontou uma nova hipótese para a participação do SNC nos efeitos ergogênicos da CAF. No estudo, foi mostrado que os efeitos ergogênicos da CAF poderiam acionar outros mecanismos centrais em indivíduos tetraplégicos, uma vez que estes possuem concentrações de adrenalina e noradrenalina quase que nulas (MATHIAS et al 1975). Posteriormente, outros estudos realizados, identificaram outros possíveis mecanismos de ação, porém a nível periférico, onde a CAF poderia atuar na liberação de cálcio do retículo

sarcoplasmático facilitando o processo de contração muscular (TARNOPOLSKY; CUPIDO, 2000) e, também, exercendo um efeito estimulador sobre a atividade da bomba sódio-potássio (MOHR; NIELSEN; BANGSBO, 2011).

2.2 Formas de Administração

Em humanos, a farmacocinética da CAF não é afetada pela via de administração (NEHLIG, 2018). Nesse sentido, o modo mais comum de administração é a via oral através do uso em cápsulas (KAMIMORI et al., 2002). A literatura atual tem demonstrado, através de diversas pesquisas, que a dosagem de CAF necessária para gerar melhoria de desempenho quando administrada através de cápsulas, é entre 3 e 6 mg/kg da massa corporal do indivíduo (DESBROW et al, 2012; GRAHAM-PAULSON; PERRET; GOOSEY-TOLFREY, 2016). Em contrapartida, evidências apontam que a utilização de doses acima 9 mg/kg, podem ser consideradas muito altas, podendo ter uma forte correlação com a elevada taxa de efeitos colaterais causados com o uso dessa dosagem, além de parecer não ser necessária para provocar um efeito ergogênico positivo (ELY, B.; ELY, M.; CHEUVRONT, 2011).

O uso de outras formas de administração pode ser vantajoso, principalmente para evitar possíveis efeitos colaterais ocasionados pela ingestão da substância. Além disso, outro motivo interessante é quando existe a necessidade de se obter uma estimulação rápida, onde a forma mais comum de administração de CAF, através de cápsula, pode não ser a mais indicada e eficaz (KAMIMORI et al., 2002). Algumas possíveis formas alternativas de administração são através do uso da substância como forma de goma de mascar, aerossóis, bebidas energéticas, géis, pastilhas ou barras ou até mesmo com a realização apenas do enxágue da substância (WICKHAM; SPRIET, 2018).

Essas formas alternativas de administração caracterizam-se, em sua maioria, pela existência de um contato direto da CAF, desde o momento que a substância é inserida na boca, iniciando a sua absorção já na cavidade oral, pela mucosa bucal, esta que é extremamente vascularizada, acelerando assim a taxa de liberação de CAF para o sangue, diferente do uso através do modo tradicional de administração, em cápsula, que se utiliza apenas da via intestinal como forma de absorção (WICKHAM; SPRIET, 2018).

Estudos mostraram que quando a substância é inserida no organismo como forma de goma de mascar parece alterar a farmacocinética, isso devido à absorção rápida da CAF pela cavidade bucal fruto da mastigação realizada (GUEST et al., 2021). A taxa de absorção da CAF em forma de goma de mascar é significativamente mais rápida quando comparada ao uso da substância quando ingerida em cápsulas, (KAMIMORI et al., 2002). Mesmo que pesquisas envolvendo goma de mascar com exercícios sejam escassas, esta formulação tem mostrado resultados animadores tanto em exercícios de alta intensidade e curta duração (PATON; LOWE; IRVINE, 2010) quanto em exercícios de resistência aeróbia (RYAN, et al., 2013; PATON; COSTA; GUGLIELMO, 2015). Um estudo de Venier e colaboradores (2019a) mostrou que o uso de goma de CAF (300 mg) 10 minutos antes dos exercícios foi capaz de melhorar significativamente o desempenho anaeróbio em diversos parâmetros, principalmente torque isocinético e salto vertical. Quanto aos exercícios aeróbios, os estudos sugerem que dosagens entre 200 mg e 300 mg são suficientes para induzir resultados positivos no desempenho (GUEST, 2021). No entanto, Ryan e colaboradores (2012) mostraram que quantidades de até 200 mg de CAF na goma não são eficientes em promover efeitos ergogênicos em exercícios aeróbios.

Os estudos existentes explorando os potenciais efeitos ergogênicos do uso de barras e géis cafeinados como forma de administração possuem poucas evidências. Nesse sentido, um estudo mostrou que 100 mg de CAF associado a carboidratos 60 min antes de sprints intermitentes não resultou em melhora do desempenho (COOPER, 2014). Em contrapartida, quando o uso do gel cafeinado associado a carboidratos foi utilizado 10 min antes do exercício gerou melhoria significativa de desempenho, sugerindo o efeito ergogênico do uso da CAF em gel depende do tempo para o início do exercício (SCOTT et al., 2015; VENIER; GRGIC; MIKULIC, 2019b).

Outra forma de administração utilizada, sendo uma das mais recentes nas tentativas de gerar melhoria do desempenho, é através do uso via aerossol. Embora o modo de administração em aerossol apresente um perfil farmacocinético comparável à administrada em forma de solução oral (LAIZURE et al., 2017), os estudos que analisaram os efeitos ergogênicos não demonstraram melhoria do desempenho com esta forma de administração (DE PAUW et al., 2017a; DE PAUW et al., 2017b).

Devido, principalmente, a possibilidade de tornar a ingestão desnecessária, pois prováveis distúrbios gastrointestinais podem ser evitados (DE PAUW, 2015), pesquisas com o uso de formas alternativas de administração, mais especificamente o uso do enxágue bucal com CAF, estão cada vez mais sendo estudadas. No que se refere aos estudos desenvolvidos para avaliar os efeitos da CAF em exercícios de alta intensidade e de curta duração, algumas pesquisas sugerem possíveis ganhos com essa forma de administração (BEAVEN et al, 2013; BOTTOMS et al, 2014; KIZZI et al, 2016; MELO et al, 2021), apesar de seus resultados não possuírem consenso em relação a seu efeito ergogênico.

Uma das variáveis que podem ter influenciado os resultados das pesquisas sobre os efeitos da utilização da CAF é o nível de treinamento, uma vez que os estudos que sugerem uma melhoria do desempenho através do enxágue bucal com CAF utilizaram em seus estudos indivíduos não treinados (BEAVEN et al, 2013; BOTTOMS et al, 2014; KIZZI et al, 2016; MELO et al, 2021). Em contrapartida, pesquisa que utilizou sujeitos treinados, como o ciclismo de contra-relógio não obteve melhoria de desempenho com o enxágue (DOERING et al, 2014).

A via de administração por meio de enxágue bucal tem como mecanismo de ação os receptores do gosto amargo que estão localizados na cavidade oral, pressupondo que a ativação desses receptores ativa as vias neurais associadas ao processamento de informações e recompensa dentro do cérebro (POOLE; TORDOFF, 2017). No entanto, há evidências de que o mecanismo mencionado pode ser influenciado pelos diferentes tipos de receptores encontrados, bem como, por suas afinidades moleculares pelas distintas substâncias amargas, sugerindo que os efeitos ergogênicos podem ou não ser desencadeados em função destas condições (GAM; GUELF; FOURNIER, 2014).

A utilização do enxágue bucal com CAF pode ser muito interessante para pessoas que possuem efeitos colaterais com o uso da ingestão da substância. No entanto, seus resultados ainda são incertos, principalmente quando administradas com o objetivo de obter melhoria de desempenho em exercícios de alta intensidade, uma vez que, até o presente momento, não se observou tais efeitos nestes tipos de exercícios (DA SILVA et al., 2023). É possível que apenas o enxágue bucal não seja suficiente para ativar a quantidade mínima dos receptores de gosto amargo para gerar efeito ergogênico, sendo necessário associar o enxágue à ingestão imediata, para assim resultar numa possível melhoria na performance em exercícios de alta

intensidade (GAM; GUELF; FOURNIER, 2014). Esta hipótese surgiu a partir de estudo realizado com exercícios de alta intensidade que identificou que a melhoria do desempenho durante o teste de Wingate só apresentou resultados positivos quando o enxágue bucal foi associado com a ingestão de substância amarga, sugerindo a necessidade desta associação, para se obter ganhos de rendimento nesse tipo de exercício (GAM; GUELF; FOURNIER, 2014).

2.3 Metabolismo e Mecanismo de Ação da Cafeína

A metabolização da CAF acontece principalmente no fígado, no entanto, pesquisas também sugerem a participação do cérebro e dos rins neste processo (ALTIMARI, 2001). No fígado, a maior parte da CAF é metabolizada por desmetilação, sendo transformada nos metabolitos paraxantina (85%), teobromina (10%) e teofilina (5%) (TAVARES; SAKATA, 2012). Logo depois de ser metabolizada, os produtos da desmetilação da CAF são distribuídos rapidamente por todos os tecidos do corpo (ALTIMARI, 2001). A paraxantina e teofilina que correspondem a maior parte do processo de metabolização por desmetilação da CAF, são potentes antagonistas dos receptores de adenosina (GRAHAM, 2001).

O pico de concentração plasmática dos metabolitos da CAF, após a administração oral, varia entre 30 a 120 minutos (MAGKOS; KAVOURAS, 2005), com seus efeitos no organismo acontecendo por um período variando até 6 h, podendo se estender em alguns indivíduos a até 10 h de efeitos (BLANCHARD; SAWERS, 1983). Fatores como genética, dieta, sexo, peso corporal, estado de hidratação, tipo de exercício físico praticado e o consumo habitual de CAF, podem afetar o metabolismo da CAF (SINCLAIR; GEIGER, 2000).

A metabolização hepática da CAF depende da ação da citocromo P450 (CYP), uma enzima responsável por controlar a biodisponibilidade de diversas substâncias ingeridas, principalmente fármacos (MANIKANDAN; NAGINI, 2018). Dentre as diferentes isoformas da CYP, destaca-se a CYP1A2 que é específica para metabolização da CAF (JANDOVA et al., 2019). Esta isoforma é responsável por catalisar reações de desmetilação e oxidação da CAF e, dessa forma, influenciar na biodisponibilidade dos seus metabolitos (KOT; DANIEL, 2008). Nesse sentido, a concentração ingerida de CAF é um fator a se considerar. Estudo realizado por Jandova e colaboradores (2019) mostrou que em baixas concentrações de CAF, há

maior formação de paraxantina, enquanto altas concentrações de CAF favorece a produção de teofilina e ácido trimetilurético.

A formação dos metabólitos da CAF pode ser influenciada pelas condições dos possíveis polimorfismos genéticos da CYP. A literatura atual classifica os polimorfismos genéticos da CYP1A2 em três genótipos: Genótipo AA, quando o indivíduo recebe um A do pai e um A da mãe, Genótipo do tipo AC quando o indivíduo recebe um A do pai ou da mãe e o C do pai ou da mãe e também o genótipo do tipo CC quando o indivíduo recebe um C do pai e um C da mãe. Os diferentes genótipos da CYP1A2 resultam em diferentes manifestações fenotípicas da enzima, podendo classifica-los em três situações distintas quanto a influência da CAF para esses genótipos. Sendo assim, temos: O genótipo AA que é considerado um metabolizador rápido, onde a CAF é quebrada rapidamente no fígado ao ser ingerida; O genótipo AC, sendo este classificado como um metabolizador intermediário ou metabolizador lento e o genótipo CC, considerado um metabolizador lento e de baixa frequência na população (SPINELLI et al., 2020).

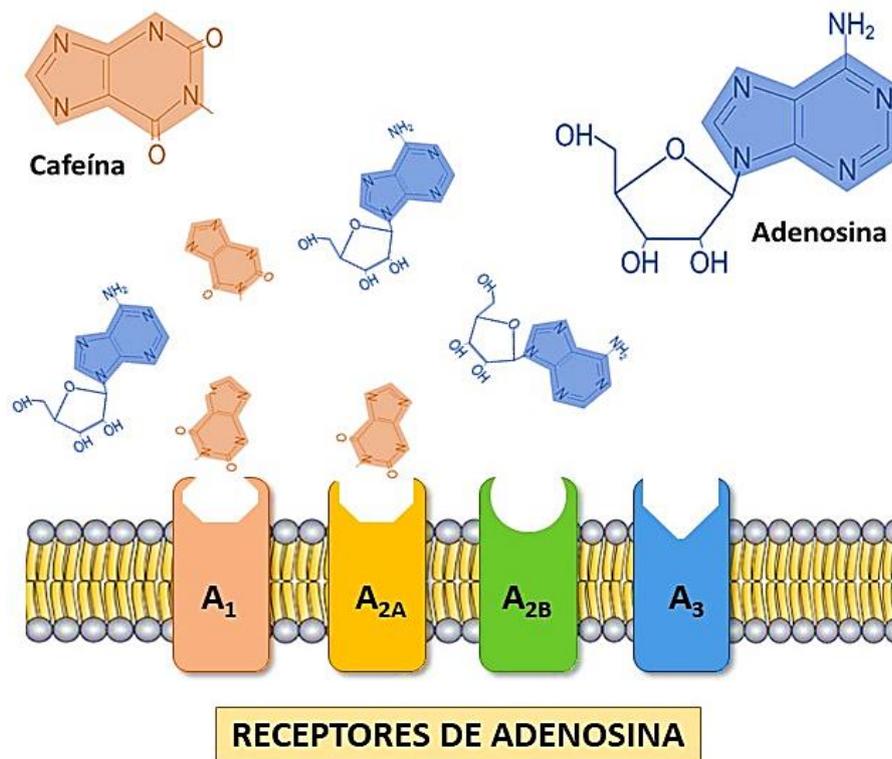


Figura 1 – Tipos de Receptores para Adenosina. Existem 4 subtipos de receptores que são acoplados a proteína G, os quais A₁/A₃ são inibitórios e A_{2A}/A_{2B} são estimulatórios. Os subtipos A₁/A_{2A} são de alta afinidade para adenosina enquanto os subtipos A_{2B}/A₃ são de baixa afinidade. Fonte: Autor, 2024.

O antagonismo dos receptores de adenosina (AR) é o principal mecanismo de ação da CAF (FREDHOLM, 1995). Os receptores de adenosina fazem parte da classe de receptores acoplados a proteína G, dos quais existem 4 subtipos específicos para adenosina: A₁/A₃ (inibitórias) e A_{2A}/A_{2B} (estimulatórias) (COLLIS; HOURANI, 1993). A interação do ligante com o receptor pode modular a concentração intracelular do AMP_C. Sendo assim, enquanto a estimulação dos receptores A₁ e A₃ resulta em diminuição da concentração intracelular do AMP_C, a ativação dos subtipos A_{2A} e A_{2B} promove aumento da concentração (ALNOURI et al, 2015).

Um dos principais efeitos da modulação da concentração intracelular do AMP_C é a regulação do transiente de cálcio através da membrana celular. Concentrações elevadas do AMP_C é capaz de ativar canais para Ca²⁺ voltagem-dependentes e aumentar a concentração citoplasmática deste íon (CHAD; KALMAN; ARMSTRONG, 1987). Tal efeito foi demonstrado, primeiramente, em células musculares esqueléticas, de modo que o AMP_C em elevadas concentrações foi capaz de acionar canais de membrana que permitiu a entrada do cálcio na célula, provocando a estimulação das células (NEHLIG, 2018). Nesse sentido, a ligação da CAF aos receptores de adenosina pode ativar esse mecanismo e, dessa forma, estimular a atividade contrátil do músculo esquelético (MÜLLER; JACOBSON, 2011). Outro possível mecanismo através do qual a CAF pode modular a concentração citoplasmática de AMP_C é regulando a atividade da enzima fosfodiesterase (PDE) que é responsável pela degradação do AMP_C no citosol celular (CHEN; YAN, 2021). Em concentrações elevadas, a CAF pode inibir a atividade da PDE e induzir aumentos nas concentrações intracelulares de AMP_C de forma independente da ativação dos receptores de adenosina (RIBEIRO; SEBASTIÃO, 2010).

2.4 Exercícios Físicos e Cafeína

A literatura atual apresenta uma série de pesquisas que evidenciam os potenciais efeitos ergogênicos com o uso da CAF em exercícios do tipo aeróbio (DESBROW et al, 2012; SOUTHWARD; RUTHERFURD-MARKWICK; ALI, 2018). Em um estudo que foi realizado para determinar os efeitos da ingestão de CAF com ciclistas que realizaram duas horas de exercício de bicicleta ficou caracterizado que a suplementação utilizada, gerou um efeito ergogênico aos participantes 7,3% maior

de potência total no exercício (IVY et al., 1979). Já em pesquisa realizada na modalidade de natação, foi identificada uma redução de 23 segundos no tempo do nado de 1500 metros, após a suplementação de CAF (MACINTOSH; WRIGHT, 1995). Além destes estudos apresentados, e apoiando as pesquisas anteriormente citadas, comprovando a eficácia da utilização da CAF como recurso ergogênico, uma revisão sistemática com metanálise descobriu que a CAF teve efeito significativo quando ingerida em doses moderadas (3 a 6 mg/kg) (SOUTHWARD; RUTHERFURD-MARKWICK; ALI, 2018).

As pesquisas no que se refere ao uso da CAF na tentativa de melhoria de desempenho nos exercícios de alta intensidade e curta duração, possui até o presente momento, resultados conflitantes. Pesquisa realizada com este tipo de exercício, envolvendo nadadores de 100 metros, apresentou melhorias significativas com a suplementação de CAF apenas nos atletas altamente treinados, diferentemente de indivíduos não treinados (COLLOMP et al., 1992). No entanto, estudos com exercícios de alta intensidade apresentaram resultados favoráveis em relação ao efeito ergogênico da CAF, independente se eram indivíduos treinados ou não treinados, melhorando seu tempo de corrida (DOHERTY, 1998; DOHERTY et al. 2002). Somando a estes, pesquisas que se utilizaram dos testes de saltos, que são um dos melhores mecanismos de avaliação dos níveis de potência muscular em membros inferiores (DAL PUPO; DETANICO; SANTOS, 2012) apresentaram resultados positivos, tanto em indivíduos treinados, como em não treinados (BERJISIAN et al., 2022). Tais diferenças de resultados entre os estudos, provavelmente, podem ser devido a melhora potencial ser muito pequena, e muitas vezes, difícil de medir, devido à condição breve e intensa do exercício (GRAHAM, 2001).

Ao analisarmos as pesquisas existentes com saltos verticais, a maioria dos estudos realizados identificaram melhorias significativas com uso de suplementação de CAF (GALVIS; ARABIA; CASTRO, 2007; GRGIC; VENIER; MIKULIC, 2021). Corroborando com estes resultados, metanálise realizada sugere efeitos ergogênicos significativos na potência muscular com a ingestão de cafeína (GRGIC et al, 2018). Estes resultados podem ser confirmados em estudos com atletas de basquete que obtiveram melhoria do salto com a suplementação de CAF (PUENTE et al, 2017; RAYA-GONZÁLEZ et al, 2021). No entanto, pesquisa realizada com mulheres sugere que o fator sexo pode ser determinante para os resultados da

ingestão de CAF no desempenho, uma vez que não ocorreu melhora significativa na altura do salto vertical (STOJANOVIĆ et al., 2019). Uma revisão recente sugere que o resultado da ingestão de CAF no desempenho do salto vertical de mulheres pode estar relacionado com o ciclo menstrual, sendo a fase folicular do ciclo considerada a melhor para o desempenho (GRGIC; VAROVIC, 2023). Corroborando com esta teoria, Norum e colaboradores (2020) mostraram que mulheres na fase folicular do ciclo menstrual apresentaram aumento significativo em diversos parâmetros de desempenho muscular, principalmente resistência e força máxima.

Pesquisas mostram os efeitos da suplementação com CAF na contração voluntária máxima (CVM). Um estudo mostrou que a ingestão de $5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de CAF resultou em melhorias no desempenho em extensão isométrica de joelho (FRANCO-ALVARENGA, et al., 2019). Estes resultados reforçam os achados prévios de Pethick e colaboradores (2018), onde o uso de CAF ($6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) foi capaz de melhorar o desempenho isométrico da CVM. Além das características isométricas da contração voluntária máxima, a ingestão de CAF também pode refletir nos parâmetros cinéticos, tais como potência e ativação voluntária no início da contração, de modo que a CAF é capaz de aumentar o desempenho (BEHRENS et al., 2015). Sendo assim, é evidente a possibilidade dos efeitos ergogênicos da CAF em exercícios de alta intensidade e curta duração, sugerindo que a sua suplementação pode ser aplicada para esportes ou exercícios com características predominantemente anaeróbias, não sendo aplicada apenas para atividades de resistência aeróbia.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Voluntários da Pesquisa

A amostra requerida para realização do presente estudo foi estimada usando o software G*Power (versão 3.1.9.2). A amostra foi composta por dezessete voluntários do sexo masculino, treinados (atletas recreacionais de voleibol) e sem lesões, com idade entre 18 a 38 anos. A seleção dos voluntários foi realizada através de convite para compor a amostra do estudo. Foi adotado como critérios de exclusão: 1) ocorrência de lesão durante os procedimentos experimentais ou treinos; 2) fazer uso de substâncias ergogênicas e 3) demorar mais de 15 dias para realizar os testes subsequentes. Os voluntários foram informados sobre os riscos e benefícios associados ao estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido antes de iniciar os experimentos. O estudo foi realizado de acordo com a Declaração de Helsinque (2008) e submetido ao comitê de ética da Universidade Federal de Alagoas. Possui registro na Plataforma Brasil, com o seguinte número de CAEE gerado automaticamente pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP): 40062214.1.0000.5013.

3.2 Protocolo Experimental

O desenho experimental do trabalho foi classificado como duplo-cego, randomizado e contrabalançado. Os sujeitos visitaram o laboratório em seis ocasiões. A primeira visita foi destinada à realização de uma avaliação antropométrica (massa corporal, estatura, dobras cutâneas e circunferências corporais) e de uma familiarização com a bateria de testes de desempenho. Na ocasião, foi feita a leitura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), para que os participantes tomassem ciência dos procedimentos e pudessem assinar os termos de autorização. Todos os procedimentos demonstrados na familiarização dos sujeitos foram repetidos em todas as demais visitas realizadas. Além da familiarização com os testes adotados para o estudo, os participantes experimentaram as soluções de cafeína e placebo com o objetivo de garantir o mascaramento do sabor da cafeína e evitar os possíveis efeitos antecipatórios da identificação da substância. Após experimentar a solução de CAF, os participantes

realizaram a primeira bateria de testes de desempenho e repetiram os mesmos procedimentos após 1 hora da ingestão da solução.

Nas visitas seguintes (visitas dois a seis), todos os procedimentos realizados na familiarização foram rigorosamente repetidos, acrescentando-se as condições de enxágue bucal, com ou sem ingestão, das soluções de cafeína ou de placebo, as quais foram: 1) realização de testes imediatamente após (ENX CAF IMEDIATO) e 1 hora após o enxágue bucal com cafeína (ENX CAF PÓS 1h); 2) realização de testes imediatamente após (ENX PLA IMEDIATO) e 1 hora após o enxágue bucal com placebo (ENX PLA PÓS 1h); 3) realização de testes imediatamente após (ENX + ING CAF IMEDIATO) e 1 hora após a combinação do enxágue bucal e ingestão de cafeína (ENX + ING CAF PÓS 1h); 4) realização de testes imediatamente após (ENX + ING PLA IMEDIATO) e 1 hora após a combinação do enxágue bucal e ingestão de placebo (ENX + ING PLA PÓS 1h); 5) realização de testes imediatamente (CONTROLE IMEDIATO) e 1 hora após, sem a utilização de cafeína ou placebo (CONTROLE PÓS 1h). Os participantes foram informados que não poderiam lavar a boca, nem ingerir nenhuma bebida até o final da visita.

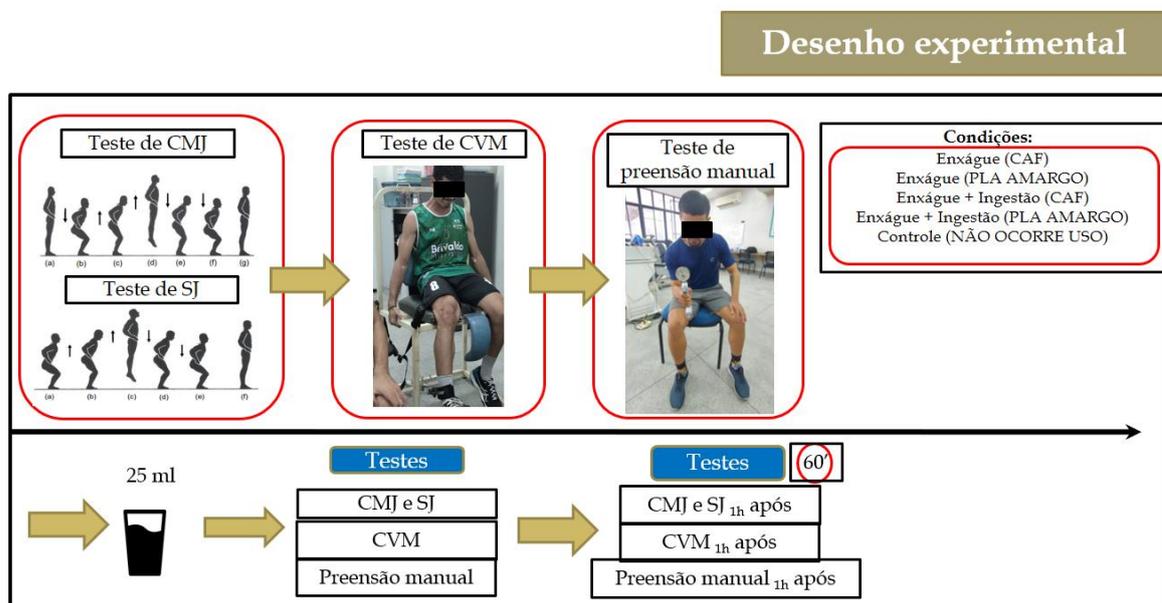


Figura 2 – Esquema do desenho experimental. Fonte: Autor, 2024.

As soluções CAF e PLA foram testadas várias vezes em outro estudo do grupo de pesquisa com o objetivo de atingirem características de fluido idênticas. O objetivo foi fazer com que os participantes do estudo não fossem capazes de

identificar quaisquer diferenças entre as soluções após os ensaios. Os participantes foram orientados também a antes de cada visita, realizar uma boa hidratação. Antes do início dos testes em cada visita, os participantes realizaram um aquecimento de 5 minutos, onde o mesmo aquecimento foi repetido por ocasião das outras visitas. Os testes foram realizados com um intervalo mínimo de 48h entre eles, no mesmo período do dia e com a temperatura do laboratório mantida à 21°C. Os sujeitos foram orientados a se abster de exercícios exaustivos, álcool e cafeína ou alimentos que continham a substância 24 horas antes de cada teste. Após a ingestão e/ou enxágue bucal foi feito um questionamento sobre a percepção dos indivíduos a respeito da substância que foi enxaguada e/ou ingerida.

3.3 Preparação das Soluções para o Enxágue Bucal e Ingestão

Antes da realização dos primeiros testes, os participantes, a depender da condição, foram submetidos ao enxágue bucal (25 mL) durante 10 seg seguido da ingestão de uma solução de cafeína (CAF - 1,2% - equivalente a 300 mg) ou placebo (PLA - Cloreto de Magnésio 3,3%). Durante o enxague bucal, os sujeitos foram orientados a fazer movimentos com a língua, manter a solução na boca por 10 segundos e, na sequência, ingerir a solução para a condição específica de enxague bucal + ingestão. Para a condição onde os indivíduos fizeram apenas o enxague bucal, os mesmos foram instruídos a expelir a solução ao fim dos 10 segundos recomendados.

3.4 Medidas Antropométricas

Medidas de peso corporal e estatura foram mensuradas por meio de balança digital G-Tech® Glass 11 e estadiômetro fixo/portátil Welmy®, respectivamente. A espessura das dobras cutâneas (tórax, abdômen e coxa) foi medida por meio de adipômetro clínico de marca Cescorf®. A densidade corporal e a gordura corporal foram estimadas usando as equações generalizadas de Jackson e Pollock (1985) e Siri (1961), respectivamente.

3.5 Protocolo de Teste de Salto

Os testes de salto vertical com contramovimento, também chamado de Counter Movement Jump (CMJ) e sem contramovimento, mais conhecido de Squat Jump (SJ) foram realizados na plataforma de equilíbrio e salto da EMG system do Brasil, número de série: BIO00490-09, versão: BIOMECA400/412, do Laboratório de Ciências Aplicada ao Esporte (LACAE) do Instituto de Educação Física (IEFE) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

Durante as visitas, os participantes foram instruídos sobre a técnica correta de execução dos testes de CMJ e SJ. Para a realização de ambos os saltos os participantes ficaram de pé utilizando tênis sobre a plataforma, com o peso distribuído uniformemente sobre ambos os pés. Os participantes realizaram, inicialmente, um teste de CMJ, que incluiu cinco tentativas máximas com intervalo entre 7 a 10 segundos entre cada salto e imediatamente após, foi solicitado que executassem o salto SJ, que também consistiu de cinco tentativas máximas com intervalo entre 7 a 10 segundos entre cada salto. Os mesmos saltos foram realizados novamente após 1 hora da execução dos primeiros saltos. Os saltos foram registrados e armazenados no computador para análise através do programa MATLAB. O MATLAB fornece como resultados, entre outros, a altura e a potência dos saltos, dados estes que foram utilizados nesta pesquisa.

Na execução do teste de CMJ os participantes ficaram em pé com o tronco reto e os joelhos totalmente estendidos com os pés afastados na largura dos ombros. Foram orientados a permanecer com as mãos colocadas sobre os quadris, onde deveriam ficar durante todo o teste. Assim, o salto começava a partir de uma posição em pé e após o comando, deveria agachar, flexionando os joelhos em um ângulo de até 90 graus, tentando saltar verticalmente o mais alto possível, mantendo os joelhos em extensão durante todo o voo e caindo sobre a plataforma com os dois pés ao mesmo tempo, mantendo os braços presos e sem tirar as mãos da cintura. O salto deveria ser com ambos os pés, sem passos iniciais (BOSCO; LUHTANEN; KOMI, 1983).

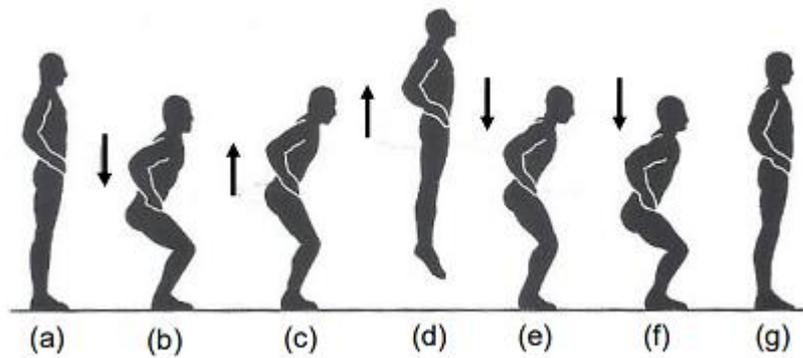


Figura 3 – Salto vertical com contramovimento (CMJ). (a) Posição Inicial; (b) Fase de contramovimento; (c) Fase de Impulsão (d) Fase de vôo; (e/f) Fase de aterrissagem; (g) Posição final. Adaptado de <http://athlon-esportes.com/salto-contramovimento/>

A execução do teste de SJ obedeceu aos mesmos padrões do CMJ, porém exigiu que o indivíduo começasse o movimento partindo de uma posição agachada com os joelhos flexionados a aproximadamente 90°, imóvel, com o tronco ereto, olhando para frente e tendo as mãos sobre os quadris. O avaliado deveria efetuar uma forte e rápida extensão dos membros inferiores sem contramovimento e mantendo as mãos na cintura durante a execução do salto.

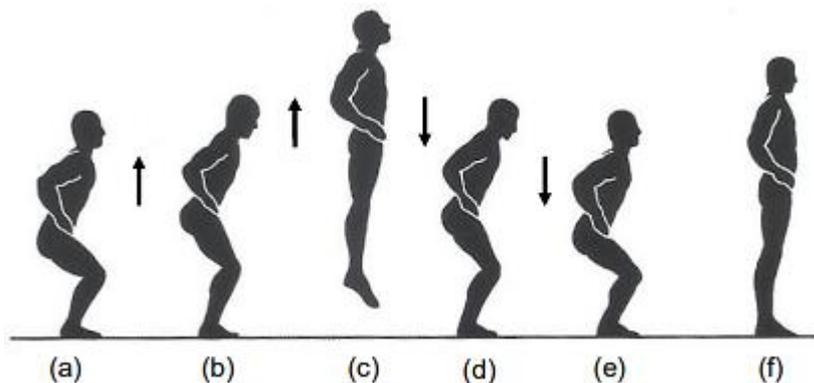


Figura 4 – Salto vertical Squat Jump (SJ). (a) Posição Inicial; (b) Fase de Impulsão (c) Fase de vôo; (d/e) Fase de aterrissagem; (f) Posição final. Fonte: Adaptado de <http://athlon-esportes.com/salto-contramovimento/>

Tanto para o CMJ, como para o SJ o desempenho máximo de altura máxima e de potência máxima exercida, foi o resultado da média dos cinco saltos executados. Os testes de salto CMJ e SJ possuem uma grande relação, sendo

considerados testes validados para testar a potência explosiva ($r = 0.87$ e $r > 0.76$). (MARKOVIC et al. 2004).

3.6 Protocolo do Teste de Contração Voluntária Máxima (CVM)

Após a realização dos testes de salto vertical, os participantes realizaram imediatamente o teste de contração voluntária máxima (CVM). Para o teste de CVM foi utilizado um sistema de aquisição de sinais do Laboratório de Ciências Aplicada ao Esporte (LACAE) do Instituto de Educação Física (IEFE) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), que consiste em um módulo DAQ usb (DAQ USB-6000, National Instruments), um amplificador de sinais (EMG systems Brasil) e uma célula de carga (CSLZL-250, MK controle e instrumentação, SP, Brasil). O módulo DAQ acondiciona os sinais oriundos da célula de carga e do amplificador, mandando para armazenamento pelo computador, por meio de software específico (DAQexpress, National Instruments). A célula de carga responde aos estímulos de extensão provocados pela extensão na cadeira.

Para realização do teste de CVM, os participantes se acomodaram em uma cadeira de extensão de joelho unipodal construída sob medida acoplada a uma célula de carga para medir uma força de frequência 1000Hz, tendo seus quadris e joelhos a 90° e 60° do eixo horizontal, respectivamente. O tórax e os quadris deveriam ser cuidadosamente fixados para evitar movimentos acessórios. Em cada visita os participantes realizaram dois testes de CVM que consiste da realização de três forças de contrações máximas de extensão na cadeira com intervalo de 15 segundos entre as séries, em cada perna. Ao terminar as três tentativas com a perna direita, o procedimento era repetido com a perna esquerda. Um teste aconteceu imediatamente após o uso da suplementação ou controle e o outro teste aconteceu 1 hora após a execução do primeiro teste. Cada série consistiu de força de contração isométrica máxima de 5 segundos onde o participante tentou manter ou aumentar a força de extensão da perna durante todo o tempo da série.

Os testes de CVM foram capturados e armazenados em computador para análise através do programa MATLAB, que extraia os resultados de força pico das pernas direita e esquerda nos testes realizados imediatamente após a suplementação e no teste realizado 1 hora após. Foi calculado a média das três forças geradas em cada perna para se ter o dado da força máxima exercida em cada

teste. Para efeitos de calibragem da célula de carga, foram utilizadas as cargas de 0kg, 2kg, 5kg, 7kg, 10,4kg e 12,4kg.

3.7 Protocolo de Teste de Preensão Manual

Imediatamente após a realização dos testes de salto vertical (CMJ e SJ) e do teste CVM, os participantes realizaram o teste de preensão manual.

O protocolo do teste de preensão manual consistiu da realização de três séries de 5 segundos de força máxima concêntrica, com a mão direita, com 15 segundos de descanso entre as séries. Foram coletados os valores máximos em cada série, onde o maior escore registrado, foi considerado como força máxima realizada. O teste foi realizado 2 vezes em cada visita, uma imediatamente após o uso da suplementação ou controle e o outro teste aconteceu 1 hora após a execução do primeiro teste. Para a execução do teste, os participantes ficaram sentados e com o braço direito posicionado a 90°. A força máxima foi verificada apenas do braço direito segurando um dinamômetro hidráulico, da marca Saehan (modelo SH5001, Saehan Corporation, Masan, Coréia), entre os dedos com a palma da mão no nível da base do polegar. A abertura do dinamômetro foi ajustada durante visita de familiarização de modo que a segunda articulação dos dedos encaixasse na alça do dinamômetro. Durante as outras visitas o mesmo ajuste do dinamômetro foi utilizado para cada participante.

3.8 Análise Estatística

Os dados foram apresentados como Média \pm DP. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a normalidade dos dados. Para os conjuntos de dados com distribuição normal, o teste ANOVA de dois caminhos (condição x momento) foi aplicado para analisar as diferenças entre médias nas condições experimentais para as variáveis dependentes (Altura máxima, variação da altura máxima, potência, variação da potência, potência relativa, variação da potência relativa, força pico, força pico relativa, tempo de força pico, variação do tempo de força pico, RFD pico e variação de RFD pico para os testes de CMJ e SJ; Força máxima e variação da força máxima para os testes de CVM e força de preensão manual) seguido do pós-teste de Tukey para comparações múltiplas. Quando os dados não apresentaram

distribuição normal, foi utilizado o teste Kruskal-Wallis seguido pós-teste de Dunn para comparações múltiplas. O nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$. Todas as análises foram realizadas no programa GraphPad Prism, versão: 10.2.2 (397).

4. RESULTADOS

4. RESULTADOS

Após a avaliação antropométrica realizada na primeira visita os participantes apresentaram uma média de idade de $21,7 \pm 5,0$ anos. Quanto a massa corporal, a média foi de $76,4 \pm 9,6$ kg. Referindo-se ao percentual de gordura (%G), os participantes apresentaram uma média de $11,6 \pm 4,6$ % de gordura corporal. O Índice de Massa Corporal (IMC) foi $23,5 \pm 2,5$ kg/m².

Tabela 1: Caracterização dos voluntários da pesquisa.

Idade (anos)	Massa Corporal (kg)	Estatura (cm)	%G	IMC (kg/m ²)
$21,7 \pm 5,0$	$76,4 \pm 9,6$	$180 \pm 9,0$	$11,6 \pm 4,6$	$23,5 \pm 2,5$

Nota - %G – Percentual de gordura corporal; IMC – Índice de massa corporal. Os resultados são apresentados como Média \pm DP.

A percepção do sabor da cafeína foi avaliada com o objetivo de demonstrar o grau de mascaramento da solução utilizada nas condições experimentais testadas. Foi observado que todos os voluntários que participaram da pesquisa (100%) foram capazes de identificar a solução utilizada na condição controle (Tabela 2). No entanto, nas condições experimentais testadas, quando utilizada a solução placebo (ENX PLA), 52,9% dos voluntários identificaram o sabor da solução, enquanto 41,2% perceberam o sabor da cafeína (ENX CAF). Quando combinados a ingestão de CAF e/ou PLA com o enxágue bucal (ENX+ING CAF e/ou ENX+ING PLA), 23,5% dos voluntários da pesquisa foram capazes de identificar os sabores das substâncias utilizadas nas soluções (Tabela 2).

Tabela 2: Avaliação do nível de mascaramento da solução de cafeína.

Condições	Controle	ENX CAF	ENX PLA	ENX + ING CAF	ENX + ING PLA
% de Acertos	100	41,18	52,94	23,53	23,53

Nota - ENX = Enxágue Bucal; ING = Ingestão; CAF = Cafeína; PLA = Placebo.

Avaliação da preensão manual (Figura 5), mostrou que a suplementação com CAF de forma imediata ou 1h após, seja ela realizada apenas com o enxágue bucal ou combinada com a ingestão, não diferiu significativamente quando comparadas às condições CONTROLE IMEDIATO ($49,56 \pm 8,76$ Kgf) ou PÓS 1h ($48,75 \pm 9,24$ Kgf).

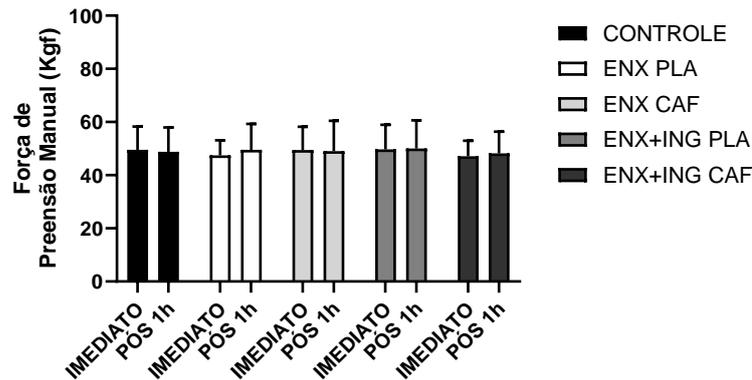


Figura 5: Avaliação da Preensão Manual imediatamente e após 1h da estratégia de suplementação. CONTROLE (n=16 – IMEDIATO; n=16 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM PLACEBO (ENX PLA; n=13 – IMEDIATO; n=14 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM CAFEÍNA (ENX CAF; n=16 – IMEDIATO; n=16 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO DE PLACEBO (ENX+ING PLA; n=16 – IMEDIATO; n=16 – PÓS 1h) e ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO DE CAFEÍNA (ENX+ING CAF; n=15 – IMEDIATO; n=15 – PÓS 1h). Resultados são apresentados como Média \pm DP. Foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade da distribuição dos dados seguido do pós-teste de comparações múltiplas de Tukey (teste paramétrico) considerando-se significativo quando $p < 0,05$.

Ao analisar a altura máxima alcançada pelos voluntários no salto com contramovimento (CMJ) (Figura 6A), foi possível observar que as condições ENX PLA ($36,9 \pm 4,2$ cm; $^{aa}p < 0,01$), ENX CAF ($36,1 \pm 3,9$ cm; $^ap < 0,05$), ENX+ING PLA ($36,1 \pm 3,1$ cm; $^ap < 0,05$) e ENX+ING CAF ($37,0 \pm 3,4$ cm; $^{aaa}p < 0,0001$) imediatamente após a suplementação diferiram significativamente em comparação a condição CONTROLE PÓS 1h ($33,3 \pm 3,9$ cm). Adicionalmente, a altura máxima do salto CMJ imediatamente após o enxágue bucal com placebo (ENX PLA IMEDIATO - $36,9 \pm 4,2$ cm) foi estatisticamente maior que as condições ENX PLA ($32,1 \pm 3,2$ cm; $^{bb}p < 0,01$), ENX CAF ($33,4 \pm 2,9$ cm; $^bp < 0,05$) e ENX+ING CAF ($34,7 \pm 3,5$ cm; $^bp < 0,05$) após 1 hora de suplementação. Também foi observado que nas condições ENX CAF IMEDIATO ($36,1 \pm 3,9$ cm; $^cp < 0,05$), ENX+ING PLA IMEDIATO ($36,1 \pm 3,1$ cm; $^{ccc}p < 0,0001$) e ENX+ING CAF IMEDIATO ($37,0 \pm 3,4$ cm; $^{ccc}p < 0,0001$) a altura máxima foi significativamente maior quando comparada à condição ENX PLA PÓS 1h ($32,1 \pm 3,2$ cm). Somado ao exposto, quando submetidos às condições de ENX CAF IMEDIATO ($36,1 \pm 3,9$ cm; $^{dd}p < 0,01$), ENX+ING PLA IMEDIATO ($36,1 \pm 3,2$ cm; $^{dd}p < 0,01$) e ENX+ING CAF IMEDIATO ($37,0 \pm 3,4$ cm; $^{ddd}p < 0,0001$), os voluntários atingiram alturas máximas do salto CMJ mais elevadas quando

comparadas a condição ENX CAF PÓS 1h (33,4 ± 2,9 cm). Ainda foi possível observar que a altura máxima foi significativamente mais elevada na condição ENX+ING CAF IMEDIATO (37,0 ± 3,4 cm) do que na condição ENX+ING CAF PÓS 1h (34,7 ± 3,5 cm; #p<0,05). Quando analisadas as variações das alturas máximas nos dois momentos (IMEDIATO e PÓS 1h) (Figura 6B), foi observado que não houve diferença estatística em nenhuma das condições testadas.

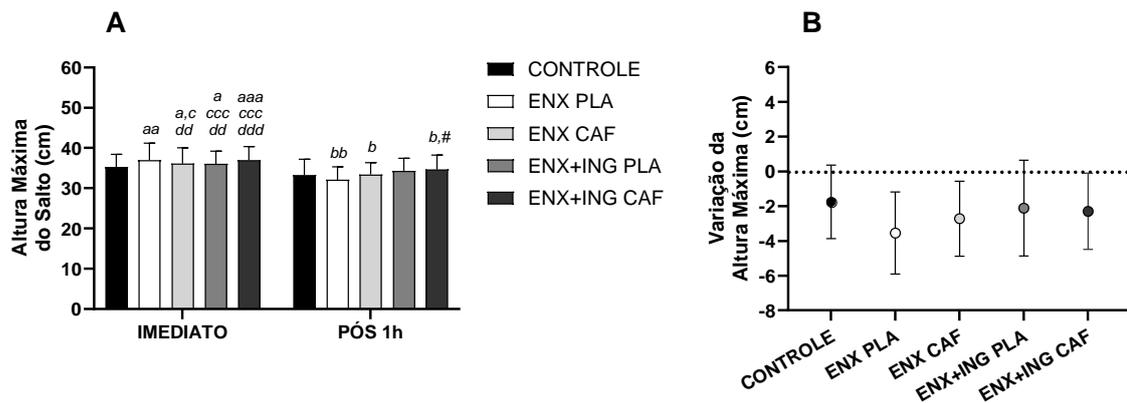


Figura 6 - Avaliação da Altura Máxima (A) e da Variação da Altura Máxima (B) entre os momentos PRÉ e PÓS 1h do Salto Vertical com Contramovimento (CMJ). CONTROLE (n=16 – IMEDIATO; n=17 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM PLACEBO (ENX PLA; n=17 – IMEDIATO; n=16 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM CAFEÍNA (ENX CAF; n=17 – IMEDIATO; n=15 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO DE PLACEBO (ENX+ING PLA; n=16 – IMEDIATO; n=17 – PÓS 1h) e ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO DE CAFEÍNA (ENX+ING CAF; n=16 – IMEDIATO; n=14 – PÓS 1h). Resultados são apresentados como Média ± DP. Foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade da distribuição dos dados. Na sequência, foi aplicado o teste ANOVA TWO-WAY seguido do pós-teste de comparações múltiplas de Tukey (teste paramétrico; Figura A) ou teste de Kruskal-Wallis seguido do pós-teste de Dunn para comparações múltiplas (não paramétrico; Figura B), considerando-se significativo quando $p < 0,05$ ($^ap < 0,05$, $^{aa}p < 0,01$ e $^{aaa}p < 0,001$ vs CONTROLE PÓS 1h; $^bp < 0,05$ e $^{bbb}p < 0,001$ vs ENX PLA IMEDIATO; $^cp < 0,05$ e $^{ccc}p < 0,001$ vs ENX PLA PÓS 1h; $^dp < 0,05$ vs ENX CAF PÓS 1h; $^{\#}p < 0,05$ vs ENX+ING CAF IMEDIATO).

Os resultados da avaliação da potência desenvolvida no salto CMJ são apresentados na figura 7. De acordo com os resultados obtidos, na condição ENX PLA IMEDIATO (1012,1 ± 105,8 W), a potência máxima foi estatisticamente maior quando comparada às condições ENX PLA PÓS 1h (945,9 ± 103,3 W; $^{aa}p < 0,01$) e ENX CAF PÓS 1h (954,4 ± 106,8 W; $^{aaa}p < 0,001$) (Figura 7A). Também foi observado que a potência desenvolvida nas condições ENX CAF IMEDIATO (991,9 ± 97,3 W; $^bp < 0,05$), ENX+ING PLA IMEDIATO (992,2 ± 101,9 W; $^{bbb}p < 0,001$) e ENX+ING CAF IMEDIATO (1004,7 ± 105,5 W; $^{bbb}p < 0,001$) foi estatisticamente superior quando comparada à condição ENX PLA PÓS 1h (945,9 ± 103,3 W). Do mesmo modo, estas

condições IMEDIATAS citadas anteriormente diferiram significativamente em relação a condição ENX CAF PÓS 1h ($954,4 \pm 106,8$ W; $^c p < 0,05$, $^{ccc} p < 0,001$ e $^{ccc} p < 0,001$). Adicionalmente, os voluntários submetidos à condição ENX+ING CAF IMEDIATO apresentaram potência significativamente superior à condição ENX+ING CAF PÓS 1h ($1004,7 \pm 105,5$ W vs $973,4 \pm 110,9$ W, respectivamente; $^{\#} p < 0,05$). Ao se analisar a variação da potência em relação à condição CONTROLE, foi observado que nenhuma das condições experimentais testadas diferiram significativamente. No entanto, a condição ENX PLA foi a que mais variou em relação a condição CONTROLE ($-45,9 \pm 31,7$ W), enquanto as condições ENX+ING PLA e ENX+ING CAF variaram menos ($-15,0 \pm 40,0$ W e $-17,9 \pm 29,6$ W, respectivamente) (Figura 7B).

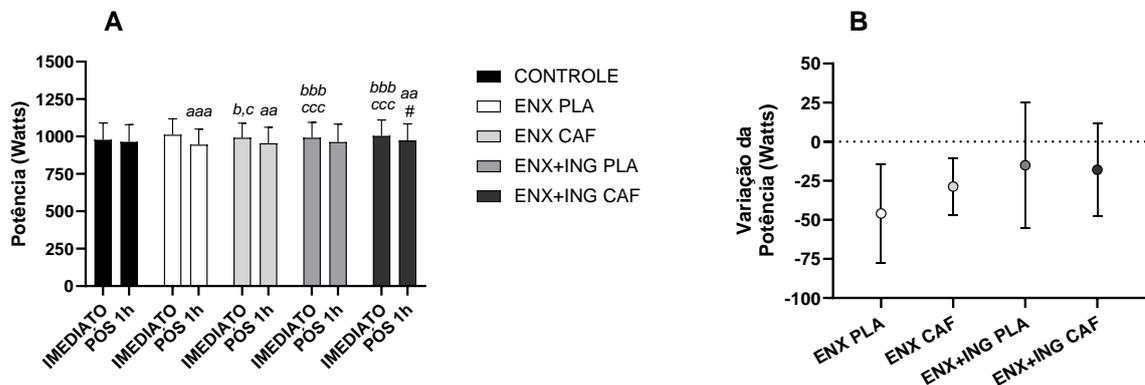


Figura 7 - Avaliação da Potência (A) e da Variação da Potência em relação a condição CONTROLE (B) do Salto com Contramovimento (CMJ). CONTROLE (n=15 – IMEDIATO; n=16 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM PLACEBO (ENX PLA; n=14 – IMEDIATO; n=15 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM CAFEÍNA (ENX CAF; n=17 – IMEDIATO; n=17 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO DE PLACEBO (ENX+ING PLA; n=17 – IMEDIATO; n=16 – PÓS 1h) e ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO DE CAFEÍNA (ENX+ING CAF; n=17 – IMEDIATO; n=17 – PÓS 1h). Resultados são apresentados como Média \pm DP. Foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade da distribuição dos dados. Na sequência, foi aplicado o teste ANOVA TWO-WAY seguido do pós-teste de comparações múltiplas de Tukey (teste paramétrico; Figura A) ou teste de Kruskal-Wallis seguido do pós-teste de Dunn para comparações múltiplas (não paramétrico; Figura B), considerando-se significativo quando $p < 0,05$ ($^{aa} p < 0,01$ e $^{aaa} p < 0,001$ vs ENX PLA IMEDIATO; $^b p < 0,05$ e $^{bbb} p < 0,001$ vs ENX PLA PÓS 1h; $^c p < 0,05$ e $^{ccc} p < 0,001$ vs ENX CAF PÓS 1h; $^{\#} p < 0,05$ vs ENX+ING CAF IMEDIATO).

Na sequência, foi avaliada a potência relativa nas diferentes condições experimentais imediatamente após a suplementação e 1 hora após (Figura 8). De acordo com os resultados, excetuando-se a condição CONTROLE, todas as demais condições IMEDIATAS – ENX PLA ($13,2 \pm 0,7$ W·Kg $^{-1}$; $^{aa} p < 0,01$), ENX CAF ($13,0 \pm 0,7$ W·Kg $^{-1}$; $^a p < 0,05$), ENX+ING PLA ($13,0 \pm 0,6$ W·Kg $^{-1}$; $^a p < 0,05$) e ENX+ING CAF ($13,2 \pm 0,6$ W·Kg $^{-1}$; $^{aaaa} p < 0,0001$) – diferiram significativamente quando comparadas à condição CONTROLE PÓS 1h ($12,5 \pm 0,7$ W·Kg $^{-1}$) (Figura 8A). Quando

comparadas à condição ENX PLA IMEDIATO ($13,2 \pm 0,7 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$), as condições ENX PLA PÓS 1h ($12,3 \pm 0,6 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$; $^{bbb}p<0,001$), ENX CAF PÓS 1h ($12,5 \pm 0,5 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$; $^{bb}p<0,01$) e ENX+ING CAF PÓS 1h ($12,8 \pm 0,6 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$; $^{bb}p<0,01$) apresentaram potências relativas significativamente inferiores. Semelhantemente, foi observado que os voluntários na condição ENX PLA PÓS 1h ($12,3 \pm 0,6 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$) desenvolveram potência relativa estatisticamente menor em relação às condições ENX CAF IMEDIATO ($13,0 \pm 0,7 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$; $^c p<0,05$), ENX+ING PLA IMEDIATO ($13,0 \pm 0,6 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$; $^{ccc}p<0,001$) e ENX+ING CAF IMEDIATO ($13,2 \pm 0,6 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$; $^{ccc}p<0,001$). Somando-se, quando os voluntários foram submetidos à condição de ENX CAF PÓS 1h ($12,5 \pm 0,6 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$), a potência relativa foi significativamente menor do que nas condições ENX+ING PLA IMEDIATO ($13,0 \pm 0,7 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$; $^{ee}p<0,01$) e ENX+ING CAF IMEDIATO ($13,2 \pm 0,6 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$; $^{eee}p<0,001$). Também foi constatado que na condição ENX CAF IMEDIATO os voluntários apresentaram potência relativa maior do que na condição ENX CAF PÓS 1h ($13,0 \pm 0,7 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$ vs $12,5 \pm 0,5 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$, respectivamente; $^{ddd}p<0,001$). Adicionalmente, na condição ENX+ING CAF IMEDIATO os voluntários desenvolveram potência relativa mais elevada quando comparada a condição ENX+ING CAF PÓS 1h ($13,2 \pm 0,6 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$ vs $12,8 \pm 0,6 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$, respectivamente; $^{\#}p<0,05$). Quando avaliada a variação da potência relativa com relação à condição CONTROLE, não foi observada diferença estatística significativa entre as condições experimentais abordadas (Figura 8B). No entanto, a condição ENX PLA foi a que mais variou ($-0,65 \pm 0,40 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$), enquanto as condições ENX+ING PLA e ENX+ING CAF foram as que variaram menos em relação a condição CONTROLE ($-0,26 \pm 0,50 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$ e $-0,29 \pm 0,39 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$).

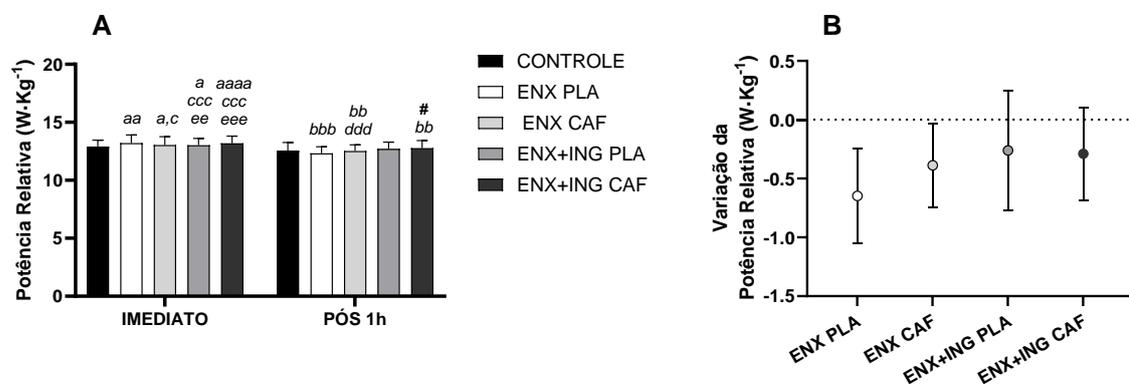


Figura 8 - Avaliação da Potência Relativa (A) e da Variação da Potência Relativa em relação a condição CONTROLE (B) do Salto com Contramovimento (CMJ). CONTROLE (n=15 – IMEDIATO; n=15 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM PLACEBO (ENX PLA; n=14 – IMEDIATO; n=15 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM CAFÉINA (ENX CAF; n=17 – IMEDIATO; n=17 – PÓS 1h), ENXÁGUE

BUCAL + INGESTÃO DE PLACEBO (ENX+ING PLA; n=17 – IMEDIATO; n=16 – PÓS 1h) e ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO DE CAFEÍNA (ENX+ING CAF; n=17 – IMEDIATO; n=17 – PÓS 1h). Resultados são apresentados como Média \pm DP. Foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade da distribuição dos dados. Na sequência, foi aplicado o teste ANOVA TWO-WAY seguido do pós-teste de comparações múltiplas de Tukey (teste paramétrico; Figura A) ou teste de Kruskal-Wallis seguido do pós-teste de Dunn para comparações múltiplas (não paramétrico; Figura B), considerando-se significativo quando $p < 0,05$ (^a $p < 0,05$, ^{aa} $p < 0,01$ e ^{aaa} $p < 0,0001$ vs CONTROLE PÓS 1h; ^b $p < 0,01$ e ^{bb} $p < 0,001$ vs ENX PLA IMEDIATO; ^c $p < 0,05$ e ^{ccc} $p < 0,001$ vs ENX PLA PÓS 1h; ^{ddd} $p < 0,001$ vs ENX CAF IMEDIATO; ^{ee} $p < 0,01$ e ^{eee} $p < 0,001$ vs ENX CAF PÓS 1h; [#] $p < 0,05$ vs ENX+ING CAF IMEDIATO).

Na figura 9 são apresentados os resultados da avaliação da força pico e força pico relativa. De acordo com os resultados, quando comparada à condição CONTROLE IMEDIATO, a força pico foi significativamente menor na condição ENX+ING PLA PÓS 1h ($1007,0 \pm 113,8$ N vs $956,2 \pm 135,0$ N; ^{aa} $p < 0,01$) (Figura 9A). De forma semelhante, as condições ENX CAF IMEDIATO ($1007,0 \pm 158,2$ N; ^b $p < 0,05$) e ENX+ING CAF IMEDIATO ($1030,0 \pm 184,7$ N; ^b $p < 0,05$) resultaram em força pico estatisticamente mais elevada quando comparadas à condição ENX PLA PÓS 1h ($976,2 \pm 146,5$ N). Também foi observado que na condição ENX+ING PLA PÓS 1h os níveis de força pico foram estatisticamente mais baixos comparados à condição ENX+ING CAF IMEDIATO ($956,2 \pm 135,0$ N vs $1030,0 \pm 184,7$ N; ^c $p < 0,05$). Adicionalmente, a força pico relativa (Figura 9B) nas condições CONTROLE IMEDIATO ($13,3 \pm 1,5$ N·Kg⁻¹; ^{##} $p < 0,01$), ENX PLA IMEDIATO ($13,4 \pm 1,7$ N·Kg⁻¹; [#] $p < 0,05$) e ENX+ING CAF IMEDIATO ($13,5 \pm 2,2$ N·Kg⁻¹; [#] $p < 0,05$) apresentou-se significativamente mais elevada em comparação à condição ENX+ING PLA PÓS 1h ($12,7 \pm 1,7$ N·Kg⁻¹).

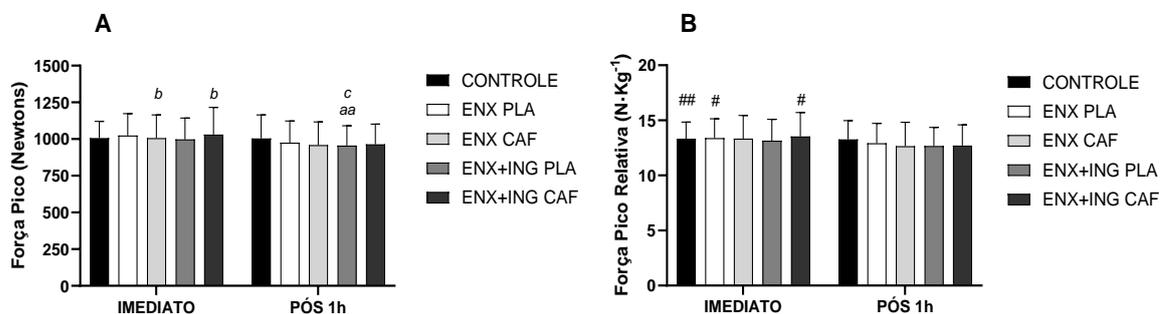


Figura 9 - Avaliação da Força Pico (A) e Força Pico Relativa (B) desenvolvida durante o Salto com Contramovimento (CMJ). CONTROLE (n=15 – IMEDIATO; n=16 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM PLACEBO (ENX PLA; n=14 – IMEDIATO; n=14 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM CAFEÍNA (ENX CAF; n=16 – IMEDIATO; n=17 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO DE PLACEBO (ENX+ING PLA; n=17 – IMEDIATO; n=16 – PÓS 1h) e ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO DE CAFEÍNA (ENX+ING CAF; n=17 – IMEDIATO; n=17 – PÓS 1h). Resultados são apresentados como

Média \pm DP. Foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade da distribuição dos dados. Na sequência, foi aplicado o teste ANOVA TWO-WAY seguido do pós-teste de comparações múltiplas de Tukey (teste paramétrico), considerando-se significativo quando $p < 0,05$ (^{aa} $p < 0,01$ vs CONTROLE IMEDIATO; ^b $p < 0,05$ vs ENX PLA PÓS 1h; ^c $p < 0,05$ vs ENX+ING CAF IMEDIATO; [#] $p < 0,05$ e ^{##} $p < 0,01$ vs ENX+ING PLA PÓS 1h).

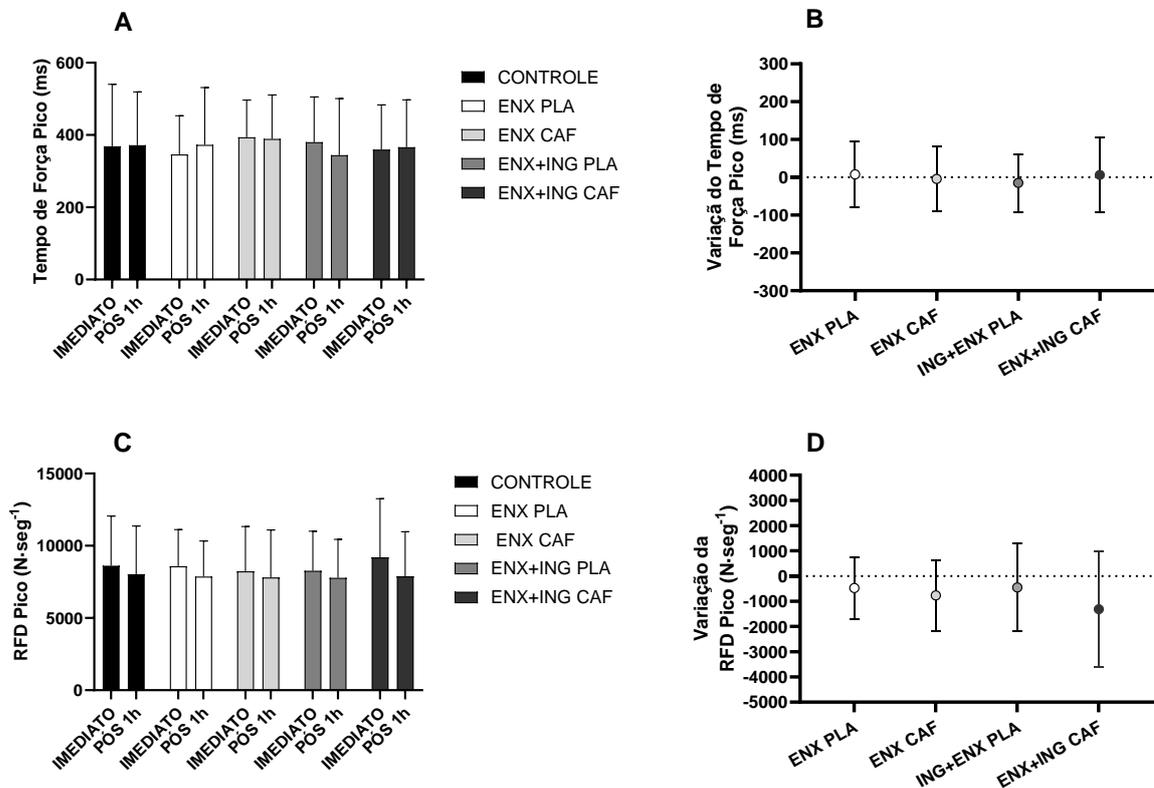


Figura 10 - Avaliação do Tempo de Força Pico (TForça Pico – A), Variação do Tempo de Força Pico (B), Taxa de Desenvolvimento de Força Pico (RFD Pico – C) e Variação da RFD Pico do Salto com Contramovimento (CMJ). CONTROLE (n=15 – IMEDIATO; n=16 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM PLACEBO (ENX PLA; n=14 – IMEDIATO; n=15 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM CAFEÍNA (ENX CAF; n=17 – IMEDIATO; n=17 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO DE PLACEBO (ENX+ING PLA; n=17 – IMEDIATO; n=17 – PÓS 1h) e ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO DE CAFEÍNA (ENX+ING CAF; n=17 – IMEDIATO; n=17 – PÓS 1h). Resultados são apresentados como Média \pm DP. Foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade da distribuição dos dados. Na sequência, foi aplicado o teste ANOVA TWO-WAY seguido do pós-teste de comparações múltiplas de Tukey (teste paramétrico), considerando-se significativo quando $p < 0,05$.

As avaliações do tempo de força pico (TForça Pico) e da taxa de desenvolvimento de força pico (RFD Pico) foram apresentadas na figura 10. De acordo com os resultados de TForça Pico obtidos (Figura 10A), não foi observada diferença estatística significativa entre as condições experimentais testadas nos momentos especificados (IMEDIATAMENTE e PÓS 1h). Ao se avaliar a variação do tempo de força pico em relação à condição CONTROLE, constatou-se que as demais condições experimentais não apresentaram diferenças significativas (Figura 10B). Do mesmo modo, também não houve diferença estatística na RFD Pico

(Figura 10C). Quando se avaliou a variação da RFD Pico em relação à condição CONTROLE, não se observou diferença significativa entre as condições testadas, sendo a condição ENX+ING CAF a que mais variou em relação ao CONTROLE ($-1310,3 \pm 2273,4 \text{ N}\cdot\text{seg}^{-1}$), enquanto as que menos variaram foram as condições ENX PLA ($-477,4 \pm 1235,9 \text{ N}\cdot\text{seg}^{-1}$) e ENX+ING PLA ($-453,4 \pm 1740,6 \text{ N}\cdot\text{seg}^{-1}$) (Figura 10D).

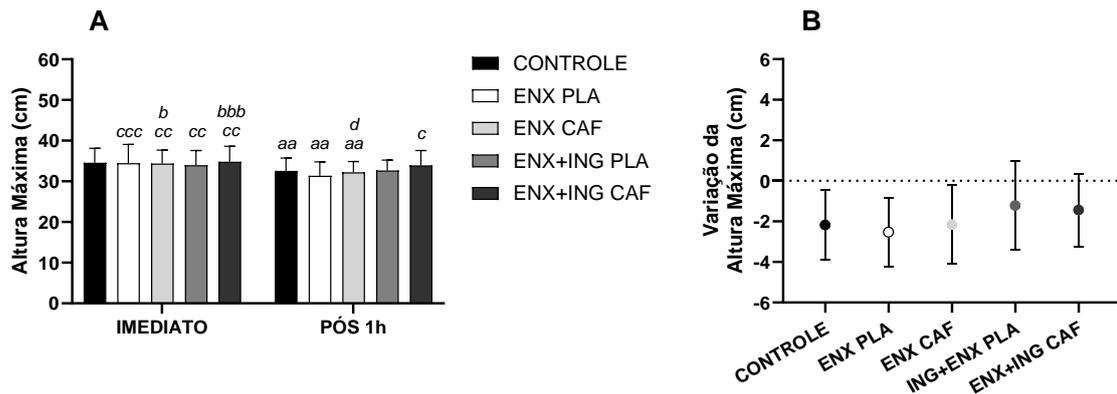


Figura 11 - Avaliação da Altura máxima (A) e da Variação da altura máxima entre os momentos PRÉ e PÓS 1h (B) do Salto sem Contramovimento (*Squat Jump* – SJ). CONTROLE (n=15 – IMEDIATO; n=16 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM PLACEBO (ENX PLA; n=14 – IMEDIATO; n=14 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM CAFEÍNA (ENX CAF; n=16 – IMEDIATO; n=17 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO DE PLACEBO (ENX+ING PLA; n=17 – IMEDIATO; n=16 – PÓS 1h) e ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO DE CAFEÍNA (ENX+ING CAF; n=17 – IMEDIATO; n=17 – PÓS 1h). Resultados são apresentados como Média \pm DP. Foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade da distribuição dos dados. Na sequência, foi aplicado o teste ANOVA TWO-WAY seguido do pós-teste de comparações múltiplas de Tukey (teste paramétrico), considerando-se significativo quando $p < 0,05$ ($^{aa}p < 0,01$ vs CONTROLE IMEDIATO; $^b p < 0,05$ e $^{bb}p < 0,01$ vs CONTROLE PÓS 1h; $^c p < 0,05$, $^{cc}p < 0,01$ e $^{ccc}p < 0,001$ vs ENX PLA PÓS 1h; $^d p < 0,05$ vs ENX CAF IMEDIATO).

As avaliações da altura máxima alcançada e da variação da altura máxima do salto sem contramovimento (SJ) foram apresentadas na figura 11. De acordo com os resultados obtidos, na condição CONTROLE IMEDIATO ($34,6 \pm 3,5 \text{ cm}$) os voluntários alcançaram altura significativamente maior que nas condições CONTROLE PÓS 1h ($32,5 \pm 3,1 \text{ cm}$; $^{aa}p < 0,01$), ENX PLA PÓS 1h ($31,3 \pm 3,4 \text{ cm}$; $^{aa}p < 0,01$) e ENX CAF PÓS 1h ($32,2 \pm 2,7 \text{ cm}$; $^{aa}p < 0,01$). Também foi constatado que nas condições ENX CAF IMEDIATO ($34,4 \pm 3,3 \text{ cm}$; $^b p < 0,05$) e ENX+ING CAF IMEDIATO ($34,8 \pm 3,8 \text{ cm}$; $^{bbb}p < 0,001$) os voluntários atingiram alturas estatisticamente superiores quando comparadas à condição CONTROLE PÓS 1h ($32,5 \pm 3,1 \text{ cm}$). Quando submetidos à condição ENX PLA PÓS 1h ($31,3 \pm 3,4 \text{ cm}$), a altura máxima foi significativamente menor em comparação às condições ENX PLA PRÉ ($34,4 \pm 4,6 \text{ cm}$; $^{ccc}p < 0,001$), ENX CAF IMEDIATO ($34,4 \pm 3,3 \text{ cm}$; $^{cc}p < 0,01$),

ENX+ING PLA IMEDIATO ($34,0 \pm 3,6$ cm; $^{cc}p < 0,01$), ENX+ING CAF IMEDIATO ($34,8 \pm 3,8$ cm; $^{cc}p < 0,01$) e ENX+ING CAF PÓS 1h ($33,9 \pm 3,6$ cm; $^c p < 0,05$). Ainda se destaca a condição ENX CAF IMEDIATO ($34,4 \pm 3,3$ cm) que apresentou altura máxima estatisticamente mais elevada quando comparada à condição ENX CAF PÓS 1h ($32,2 \pm 2,7$ cm; $^d p < 0,05$). Embora não tenha se observado diferença estatística significativa entre as condições experimentais na análise da variação da altura máxima do salto SJ, a condição ENX PLA apresentou a maior variação da altura em relação ao momento PRÉ ($-2,5 \pm 1,7$ cm), enquanto a condição ENX+ING PLA apresentou a menor variação da altura máxima ($-1,2 \pm 2,2$ cm) (Figura 11B).

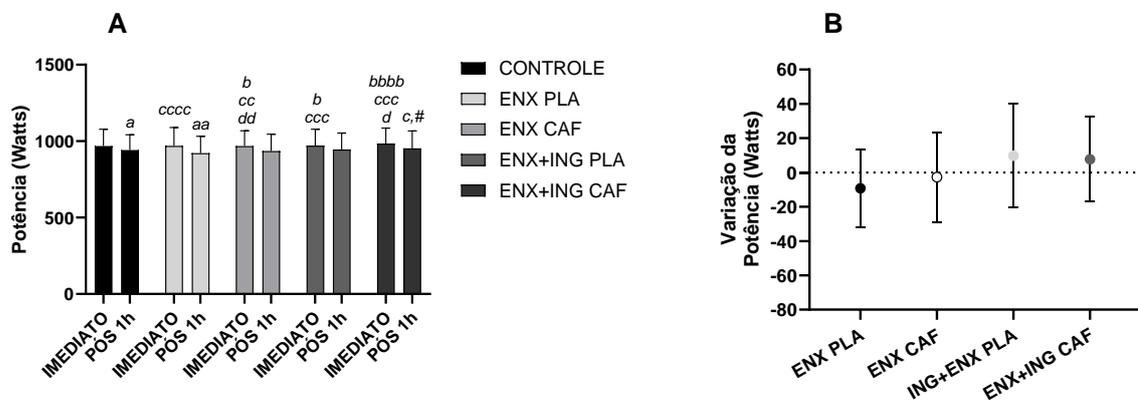


Figura 12 - Avaliação da Potência (A) e da Variação da Potência em relação a condição CONTROLE (B) do Salto sem Contramovimento (*Squat Jump* – SJ). CONTROLE (n=16 – IMEDIATO; n=17 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM PLACEBO (ENX PLA; n=17 – IMEDIATO; n=16 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM CAFEÍNA (ENX CAF; n=17 – IMEDIATO; n=15 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO DE PLACEBO (ENX+ING PLA; n=16 – IMEDIATO; n=17 – PÓS 1h) e ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO DE CAFEÍNA (ENX+ING CAF; n=16 – IMEDIATO; n=14 – PÓS 1h). Resultados são apresentados como Média \pm DP. Foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade da distribuição dos dados. Na sequência, foi aplicado o teste ANOVA TWO-WAY seguido do pós-teste de comparações múltiplas de Tukey (teste paramétrico), considerando-se significativo quando $p < 0,05$ ($^a p < 0,05$ e $^{aa} p < 0,01$ vs CONTROLE IMEDIATO; $^b p < 0,05$ e $^{bbb} p < 0,0001$ vs CONTROLE PÓS 1h; $^c p < 0,05$, $^{cc} p < 0,01$, $^{ccc} p < 0,001$ e $^{cccc} p < 0,0001$ vs ENX PLA PÓS 1h; $^d p < 0,05$ e $^{dd} p < 0,01$ vs ENX CAF PÓS 1h; $^{\#} p < 0,01$ vs ENX+ING CAF IMEDIATO).

A análise da potência máxima produzida durante o salto SJ mostrou que a condição CONTROLE IMEDIATO ($968,0 \pm 110,7$ W) apresentou níveis significativamente mais elevados quando comparados às condições CONTROLE PÓS 1h ($941,6 \pm 100,5$ W; $^a p < 0,05$) e ENX PLA PÓS 1h ($922,0 \pm 110,5$ W; $^{aa} p < 0,01$) (Figura 12A). Semelhantemente, a potência máxima desenvolvida nas condições ENX CAF IMEDIATO ($968,2 \pm 99,8$ W; $^b p < 0,05$), ENX+ING PLA IMEDIATO ($970,9 \pm 107,7$ W; $^b p < 0,05$) e ENX+ING CAF IMEDIATO ($984,9 \pm 101,1$ W; $^{bbb} p < 0,0001$)

diferiu significativamente em relação à condição CONTROLE PÓS 1h ($941,6 \pm 100,5$ W). Também foi observado que a potência máxima desenvolvida na condição ENX PLA PÓS 1h ($922,0 \pm 110,5$ W) foi significativamente inferior em comparação às condições ENX PLA IMEDIATO ($969,5 \pm 119,9$ W; $^{cccc}p < 0,0001$), ENX CAF IMEDIATO ($968,2 \pm 99,8$ W; $^{cc}p < 0,01$), ENX+ING PLA IMEDIATO ($970,9 \pm 107,7$ W; $^{ccc}p < 0,001$), ENX+ING CAF IMEDIATO ($984,9 \pm 101,1$ W; $^{ccc}p < 0,001$) e ENX+ING CAF PÓS 1h ($953,5 \pm 112,8$ W; $^{\circ}p < 0,05$). Em comparação à condição ENX CAF PÓS 1h ($935,2 \pm 110,8$ W), observou-se que a potência máxima desenvolvida nas condições ENX CAF IMEDIATO ($968,2 \pm 99,8$ W; $^{dd}p < 0,01$) e ENX+ING CAF IMEDIATO ($984,9 \pm 101,1$ W; $^d p < 0,05$) foi estatisticamente maior. Adicionalmente, foi constatado que na condição ENX+ING CAF IMEDIATO ($984,9 \pm 101,1$ W) a potência máxima desenvolvida foi significativamente maior que na condição ENX+ING CAF PÓS 1h ($953,5 \pm 112,8$ W; $^{\#}p < 0,05$). Quando avaliada a variação da potência máxima em relação à condição CONTROLE, foi constatado que as demais condições experimentais testadas não diferiram estatisticamente entre si. No entanto, foi observado que as condições ENX PLA ($-9,2 \pm 22,5$ W) e ENX CAF ($-2,6 \pm 26,2$ W) variam negativamente em relação à condição CONTROLE, enquanto as condições ENX+ING PLA e ENX+ING CAF variaram positivamente ($+9,7 \pm 30,3$ W e $+7,7 \pm 24,8$ W, respectivamente).

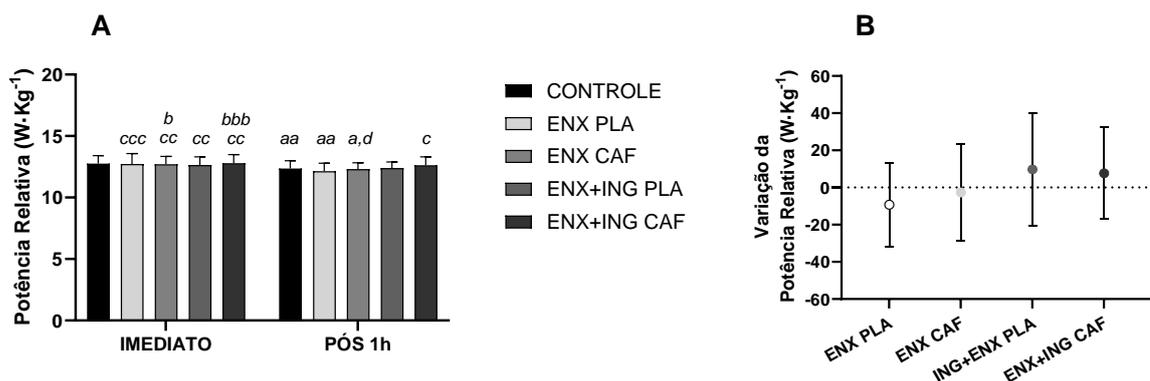


Figura 13 - Avaliação da Potência Relativa (A) e da Variação da Potência Relativa em relação a condição CONTROLE (B) do Salto sem Contramovimento (*Squat Jump* – SJ). CONTROLE (n=16 – IMEDIATO; n=17 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM PLACEBO (ENX PLA; n=17 – IMEDIATO; n=16 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM CAFEÍNA (ENX CAF; n=17 – IMEDIATO; n=15 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO DE PLACEBO (ENX+ING PLA; n=16 – IMEDIATO; n=17 – PÓS 1h) e ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO DE CAFEÍNA (ENX+ING CAF; n=16 – IMEDIATO; n=14 – PÓS 1h). Resultados são apresentados como Média ± DP. Foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade da distribuição dos dados. Na sequência, foi aplicado o teste ANOVA TWO-WAY seguido do pós-teste de comparações múltiplas de Tukey (teste paramétrico), considerando-se significativo quando $p < 0,05$ ($^a p < 0,05$ e $^{aa} p < 0,01$ vs CONTROLE IMEDIATO; $^b p < 0,05$ e $^{bbb} p < 0,001$ vs

CONTROLE PÓS 1h; ^cp<0,05, ^{cc}p<0,01 e ^{ccc}p<0,001 vs ENX PLA PÓS 1h; ^dp<0,05 vs ENX CAF IMEDIATO).

Ao se avaliar a potência relativa, foi observado que na condição CONTROLE IMEDIATO ($12,7 \pm 0,65 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$) os voluntários desenvolveram níveis mais altos quando comparados às condições CONTROLE PÓS 1h ($12,30 \pm 0,62 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$; ^{aa}p<0,01), ENX PLA PÓS 1h ($12,1 \pm 0,65 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$; ^{aa}p<0,01) e ENX CAF PÓS 1h ($12,31 \pm 0,52 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$; ^ap<0,05) (Figura 13A). Quando comparadas à condição CONTROLE PÓS 1h, tanto na condição ENX PLA IMEDIATO ($12,70 \pm 0,85 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$; ^bp<0,05) quanto na condição ENX CAF IMEDIATO ($12,70 \pm 0,62 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$; ^{bbb}p<0,001) a potência relativa foi estatisticamente maior. Adicionalmente, a condição ENX PLA PÓS 1h ($12,10 \pm 0,65 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$;) diferiu significativamente das condições ENX PLA IMEDIATO ($12,7 \pm 0,85 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$; ^{ccc}p<0,001) ENX CAF IMEDIATO ($12,7 \pm 0,62 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$; ^{cc}p<0,01), ENX+ING PLA IMEDIATO ($12,6 \pm 0,67 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$; ^{cc}p<0,01), ENX+ING CAF IMEDIATO ($12,8 \pm 0,70 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$; ^{cc}p<0,01) e ENX+ING CAF PÓS 1h ($12,6 \pm 0,68 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$; ^cp<0,05). Comparando-se a condição ENX CAF IMEDIATO com a condição ENX CAF PÓS 1h, constatou-se que a potência relativa diferiu significativamente ($12,7 \pm 0,62 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$ vs $12,3 \pm 0,51 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$; ^cp<0,05). Quando avaliada, a variação da potência relativa em relação à condição CONTROLE não apontou diferença estatística entre as condições testada. Em contrapartida, foi observado que a condição ENX PLA foi a que mais variou negativamente ($-9,2 \pm 22,5 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$), enquanto a condição ENX+ING PLA foi a que mais variou positivamente ($+9,7 \text{ W}\cdot\text{Kg}^{-1}$) (Figura 13B).

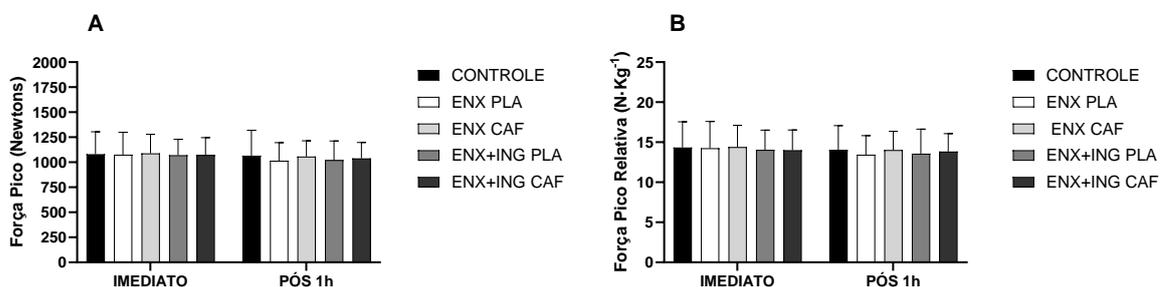


Figura 14 - Avaliação da Força Pico (A) e Força Pico Relativa (B) desenvolvida durante o Salto sem Contramovimento (*Squat Jump* – SJ). CONTROLE (n=16 – IMEDIATO; n=17 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM PLACEBO (ENX PLA; n=17 – IMEDIATO; n=16 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM CAFEÍNA (ENX CAF; n=17 – IMEDIATO; n=15 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO DE PLACEBO (ENX+ING PLA; n=16 – IMEDIATO; n=17 – PÓS 1h) e ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO DE CAFEÍNA (ENX+ING CAF; n=16 – IMEDIATO; n=14 – PÓS 1h). Resultados são apresentados como Média \pm DP. Foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade da distribuição dos dados. Na sequência, foi aplicado o teste ANOVA TWO-WAY seguido do pós-teste de comparações múltiplas de Tukey (teste paramétrico), considerando-se significativo quando $p < 0,05$.

Ao se avaliar a força pico e força pico relativa, não foi constatada qualquer diferença estatística significativa entre as condições experimentais testadas nos dois momentos considerados (IMEDIATAMENTE e/ou PÓS 1h) (Figura 14). Semelhantemente, o mesmo foi observado quando o tempo de força pico (TForça Pico) e a taxa de desenvolvimento de força pico (RFD Pico) foram analisados (Figuras 15A e 15C). Do mesmo modo, não foi apontada diferenças estatísticas significativas na variação do TForça Pico e na variação da RFD Pico (Figuras 15B e 15D, respectivamente). No entanto, destaca-se a condição ENX PLA que apresentou a maior variação positiva do TForça Pico ($+5,9 \pm 23,8$ ms), enquanto a condição ENX+ING CAF apresentou a maior variação negativa ($-22,5 \pm 33,2$ ms). Em relação a variação da RFD Pico, a condição ENX PLA foi a que mais variou negativamente ($-1354,1 \pm 2204,3$ ms) e a condição ENX CAF a que menos variou em relação ao CONTROLE ($-195,4 \pm 2409,7$ ms).

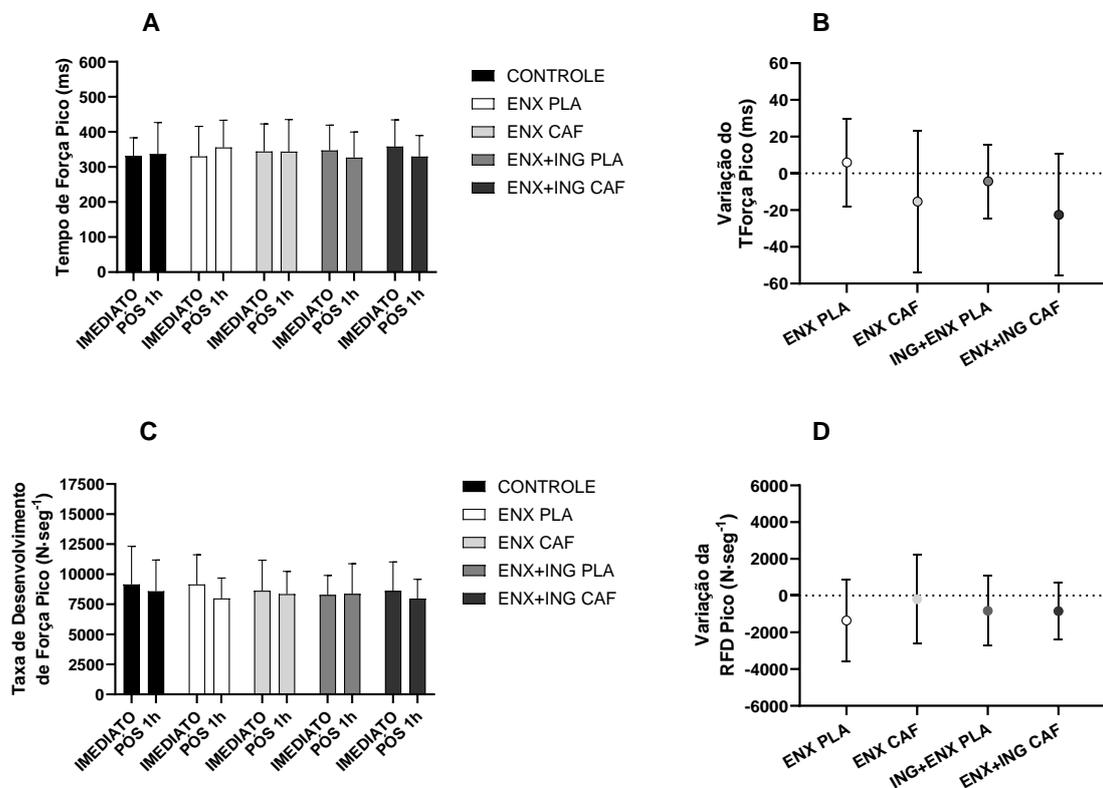


Figura 15 - Avaliação do Tempo de Força Pico (TForça Pico – A), Variação do Tempo de Força Pico (B), Taxa de Desenvolvimento de Força Pico (RFD Pico – C) e Variação da RFD Pico do Salto sem Contramovimento (*Squat Jump* – SJ). CONTROLE (n=16 – IMEDIATO; n=17 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM PLACEBO (ENX PLA; n=16 – IMEDIATO; n=16 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM CAFÉINA (ENX CAF; n=16 – IMEDIATO; n=15 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO DE PLACEBO (ENX+ING PLA; n=16 – IMEDIATO; n=17 – PÓS 1h) e ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO

DE CAFEÍNA (ENX+ING CAF; n=16 – IMEDIATO; n=14 – PÓS 1h). Resultados são apresentados como Média \pm DP. Foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade da distribuição dos dados. Na sequência, foi aplicado o teste ANOVA TWO-WAY seguido do pós-teste de comparações múltiplas de Tukey (teste paramétrico), considerando-se significativo quando $p < 0,05$.

Na figura 16 são apresentados os resultados da diferença de força máxima entre os membros inferiores (direito e esquerdo) desenvolvida no teste de contração voluntária máxima (CVM) (Figura 16A). Os resultados revelaram que não houve diferença significativa entre as condições testadas nos diferentes momentos (IMEDIATAMENTE e/ou PÓS 1h). Do mesmo modo, a análise da variação da diferença de força máxima entre os momentos IMEDIATAMENTE e PÓS 1h não mostrou qualquer diferença estatisticamente significativa entre as condições testadas, sendo a condição CONTROLE a que apresentou a maior variação positiva ($+25,4 \pm 48,0$ N) enquanto a condição ENX+ING PLA foi a que mais variou negativamente ($-25,6 \pm 53,6$ N) (Figura 16B).

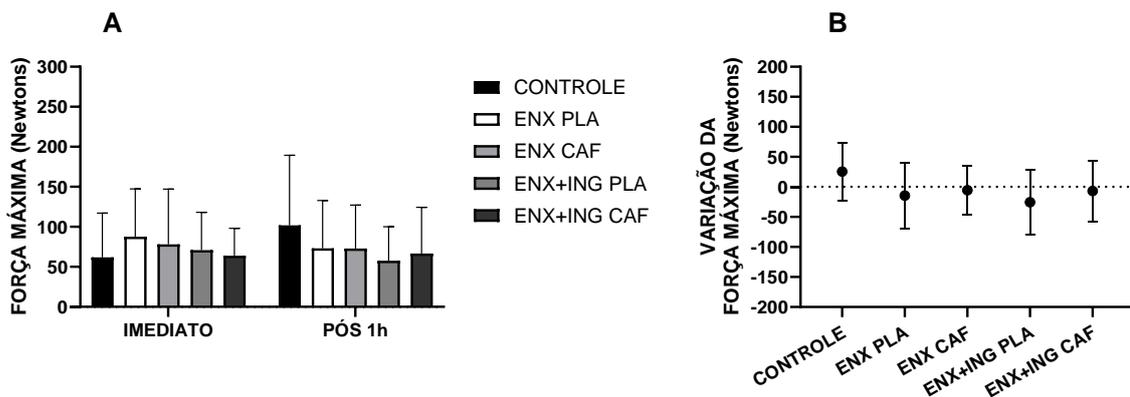


Figura 16 - Avaliação da Contração Voluntária Máxima (CVM) (A) e Variação da Força Máxima entre os momentos PRÉ e PÓS 1h. CONTROLE (n=16 – IMEDIATO; n=16 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM PLACEBO (ENX PLA; n=15 – IMEDIATO; n=15 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL COM CAFEÍNA (ENX CAF; n=16 – IMEDIATO; n=16 – PÓS 1h), ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO DE PLACEBO (ENX+ING PLA; n=15 – IMEDIATO; n=14 – PÓS 1h) e ENXÁGUE BUCAL + INGESTÃO DE CAFEÍNA (ENX+ING CAF; n=16 – IMEDIATO; n=16 – PÓS 1h). Resultados são apresentados como Média \pm DP. Foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade da distribuição dos dados. Na sequência, foi aplicado o teste ANOVA TWO-WAY seguido do pós-teste de comparações múltiplas de Tukey (teste paramétrico), considerando-se significativo quando $p < 0,05$.

5. DISCUSSÃO

5. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos mostraram que a estratégia de usar o enxágue bucal de CAF de maneira isolada ou combinada com a ingestão não resultou em melhora do desempenho anaeróbio, seja imediatamente ou 1 hora após a sua utilização.

Uma das justificativas para o uso do enxague bucal como estratégia ergogênica é baseada na capacidade da CAF ativar receptores para o sabor amargo (TAS2R) ao longo do trato gastrointestinal (TGI), principalmente na cavidade oral (MEYERHOF et al., 2010). Acredita-se que a percepção do sabor amargo desencadeado pela sinalização da CAF nos receptores TAS2R poderia antecipar o seu efeito ergogênico e, dessa forma, melhorar o desempenho (PICKERING, 2019; BEST et al., 2021). Uma das primeiras evidências que sustentam esta hipótese foi produzida por um estudo de Gam e colaboradores (2014) que mostraram que o enxague bucal com quinina (uma substância amarga) seguida da sua ingestão foi capaz de melhorar a performance anaeróbia de ciclistas. Posteriormente, no entanto, foi observado que o uso do enxague bucal com quinina não teria efeito ergogênico sem a sua imediata ingestão (GAM et al., 2015a). Este achado sugere que a percepção do sabor amargo, mediada pela ativação de receptores TAS2R, por si só, não é capaz de induzir efeitos ergogênicos suficientes, sendo a ingestão da substância um fator de grande relevância para que se observe melhoras significativas no desempenho.

Com o objetivo de explicar o possível mecanismo pelo qual a estratégia do enxague bucal seguida da ingestão de quinina poderia induzir a antecipação do efeito ergogênico, observou-se que a quinina foi capaz de aumentar a excitabilidade do córtex motor em ciclistas (GAM et al., 2015b), sugerindo que substâncias amargas, assim como a CAF, teriam a capacidade de elevar ativação muscular esquelética através dos centros superiores de controle motor. No entanto, em estudo recente, Gray e colaboradores (2023) contrariaram estes resultados, mostrando que o enxague bucal seguido da ingestão de quinina não alterou a excitabilidade cortical e, dessa forma, não melhorou o desempenho de ciclistas treinados.

Considerando a possibilidade de utilizar a CAF como agonistas dos receptores TAS2R com a estratégia do enxágue bucal, estudos mostram a relação direta entre a CAF e seus efeitos ergogênicos (BEST et al., 2021). Aparentemente, o efeito ergogênico do enxágue bucal com CAF pode ser dependente da dose

utilizada. Sustentando essa possibilidade, um estudo realizado por Karayiğit e colaboradores (2021) mostrou que a melhoria de desempenho, na resistência muscular anaeróbia, só foi possível quando o enxágue foi feito com altas doses de CAF (750 mg). Anteriormente, os mesmos autores reportaram que o enxágue bucal com CAF na dose de 500 mg não resultou em efeito ergogênico para exercício anaeróbio (KARAYIĞIT et al., 2017). Tais achados podem justificar os resultados adversos no presente estudo, uma vez que foi utilizada uma dose de 300 mg. A escolha da dose de 300 mg foi baseada em estudos prévios publicados por nosso grupo que mostrou resultados positivos quando indivíduos fisicamente ativos realizaram esforço caracteristicamente de resistência aeróbia após o enxágue bucal com CAF (MELO et al.; 2021). No entanto, embora os estudos tenham utilizado as mesmas doses (300 mg), os resultados obtidos com enxágue bucal no desempenho foram diferentes. Essa condição sugere que a eficácia da estratégia de enxágue bucal também depende das características metabólicas do exercício, uma vez que no primeiro estudo o exercício foi predominantemente de resistência aeróbia, enquanto no presente estudo foram utilizados testes de predominância anaeróbia. Corroborando com essa hipótese, um estudo realizado por Marinho e colaboradores (2020) não obteve melhoria do desempenho quando avaliou os efeitos do enxágue com CAF (300 mg) em exercícios do tipo anaeróbios. Somando a este, Karuk e colaboradores (2022) mostraram que o enxágue bucal de CAF (300 mg), isolada ou combinada com carboidrato, não foi capaz de melhorar o desempenho anaeróbio.

Outra possibilidade para o enxágue bucal com CAF não ter resultado em melhoria de desempenho no presente estudo é a ocorrência de variantes genéticas que influenciam diretamente na percepção do sabor amargo. Nesse sentido, Hansen e colaboradores (2006), mostraram que a sensibilidade a substâncias amargas, dentre elas a CAF, está condicionada a diferentes conjuntos de genes responsáveis pela expressão de receptores TAS2R. Em humanos, já foi comprovado que existem, ao menos, 25 subtipos de receptores TAS2R, dentre os quais, 5 são alvos específicos da CAF, a saber: hTAS2R7, TAS2R10, TAS2R14, TAS2R43 e TAS2R46 (MEYERHOF et al., 2010). Um estudo conduzido por Pirastu e colaboradores (2014) apontou que a variante H212R do gene que codifica a expressão do receptor TAS2R43 está relacionada com a baixa preferência por café, enquanto a variante W35S está associada às respostas contrárias. Anteriormente, o trabalho de Pronin e colaboradores (2007) apontou que os polimorfismos do receptor TAS2R43 podem

influenciar aspectos fenotípicos, tais como a sensibilidade de substâncias amargas e, dessa forma, afetar a percepção e preferência de diferentes indivíduos. Somando-se a isso, Lipchock e colaboradores (2017) observaram que a percepção aumentada do sabor da CAF, além do consumo habitual da substância ser relevante, foi diretamente relacionada com uma elevação da expressão de RNAm para os receptores TAS2R43 e TAS2R46. Sendo assim, é plausível considerar que os estudos com enxague bucal de CAF necessitam determinar se os sujeitos da pesquisa têm condições genéticas favoráveis para perceber o sabor da CAF. Dessa forma, é possível que os indivíduos que fizeram parte do presente estudo apresentassem diferentes polimorfismos genéticos para os receptores TAS2R que não favoreceram à percepção do sabor da CAF.

Quanto a ingestão da CAF após o enxágue bucal, era esperado que esta estratégia garantiria uma melhoria significativa no desempenho anaeróbio. No entanto, os resultados obtidos não atenderam a esta expectativa. Tal expectativa era baseada em estudos prévios que demonstraram que a ingestão da CAF, combinada ou não com o enxágue bucal, resultou em melhora do desempenho, seja em exercícios aeróbios (HIGGINS; STRAIGHT; LEWIS, 2016; WANG et al., 2022) ou anaeróbios (DUNCAN et al., 2013; GRGIC; MIKULIC, 2017).

A justificativa para a ineficácia da ingestão da CAF observada no presente estudo pode estar relacionada a dose utilizada. Assim como mencionado em relação ao enxague bucal com CAF, estudos apontam para a importância da dose escolhida para ingestão da substância. No presente estudo, a dose absoluta escolhida de 300 mg de CAF correspondeu a uma dose relativa de $4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, aproximadamente, para os participantes. Em trabalho realizado por Grgic e Mikulic (2017) foi observado que $6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ de CAF foi capaz de melhorar a força e potência muscular 1 hora após a ingestão. Além disso, também foi observado que os efeitos ergogênicos da dose mencionada só teria impacto para exercícios dos membros inferiores. Essa condição foi sustentada em estudo recente, realizado por Ferreira e colaboradores (2022), ao analisar os efeitos da ingestão de CAF na força muscular de indivíduos treinados foi observado que os efeitos ergogênicos só foi obtido em altas doses de CAF (6 e $8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), sendo a dose mais alta a que teve resultados mais significativos, tanto para membros inferiores (agachamento) quanto para membros superiores (supino). Nesse mesmo sentido, outros estudos confirmam que doses de CAF entre 5 e 6

$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ foram capazes de melhorar significativamente o salto vertical (CMJ e SJ) 1h após a ingestão (BLOMS et al., 2016; BURKE et al., 2021).

Na contramão dos resultados dos estudos citados, é possível que doses mais baixas resultem em efeitos ergogênicos da CAF. Corroborando com esta hipótese, o estudo de Duncan e colaboradores (2013) mostrou que a dose de $3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ foi capaz de melhorar o desempenho de resistência anaeróbia. No entanto, um estudo recente do mesmo grupo de pesquisa, apontou que a dose de $3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ poderia não reproduzir os mesmos efeitos ergogênicos observados anteriormente, sendo possível que variações no potencial ergogênico da CAF entre as sessões causasse tais resultados (TAMILIO et al., 2022). Em outra intervenção, Giráldez-Costas e colaboradores (2022) mostraram que a dose de $3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ teve pequeno efeito em parâmetros de desempenho anaeróbio, tais como soltos verticais (CMJ e SJ) e arremesso de peso. No entanto, foi comprovado que o tamanho do efeito da ingestão da CAF no desempenho anaeróbio se torna mais evidente e tende a aumentar com doses superiores à $3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (NEMATI et al., 2023).

Outra possível justificativa para a ingestão da CAF não ter induzido efeitos ergogênicos após o enxágue bucal é a ocorrência de polimorfismos genéticos da CYP1A2, enzima hepática responsável pela metabolização da CAF (BARRETO et al., 2021). Estudos têm apontado que a ocorrência do genótipo AA da CYP1A2 está associada com os efeitos ergogênicos da CAF (GRGIC et al., 2021). Nesse sentido, um estudo clássico realizado por Guest e colaboradores (2018) investigou a relação dos diferentes genótipos da CYP1A2 no desempenho de ciclistas em provas de 10 km. Foi observado que indivíduos com genótipo AA apresentaram menores tempos de prova do que indivíduos com genótipo CC da CYP1A2. Além disso, foi constatado que o tamanho do efeito também depende da dose de CAF ($4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1} > 2 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Subsequentemente, outro trabalho mostrou que a ingestão de CAF (6 mg kg^{-1}) na presença do genótipo AA da CYP1A2 favoreceu o desempenho em exercícios resistidos, de modo que aumentou o número de repetições máximas quando comparado à indivíduos com genótipo AC/CC (RAHIMI, 2019).

Embora as evidências científicas tenham apontado a tendência do genótipo AA favorecer os efeitos ergogênicos da CAF, muitos estudos indicam resultados controversos. Nesse sentido, um estudo realizado por Pataky e colaboradores (2016) apontou que indivíduos com genótipo AC apresentaram resultados melhores após 1h de ingestão de CAF ($6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) comparado aos indivíduos com genótipo

AA. Recentemente, as evidências científicas reforçaram que a suplementação com CAF ($4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) foi mais eficaz para indivíduos com metabolizadores lentos (AC/CC), sendo mais evidente o efeito quando a CAF foi ingerida 2h antes dos testes, elevando significativamente a capacidade aeróbia ($\text{VO}_2\text{máx}$) (GUNTORO AJI et al., 2023). Contribuindo com essas divergências, Salinero e colaboradores (2017) conduziram um estudo em que a ingestão de CAF ($3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) não teve efeito ergogênico no desempenho anaeróbio, independente do genótipo da CYP1A2. Somando-se a este, a ingestão de $3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ só se mostrou eficaz na performance cognitiva, não tendo impacto sobre aspectos físicos (CARSWELL et al., 2020). Dessa forma, a relação das características genéticas envolvidas com a suplementação com CAF ainda necessitam de maiores investigações para determinar as condições ideais e personalizadas para que tenha a maior eficácia possível.

Dentre as limitações do estudo, destaca-se a não diferenciação dos genótipos para a CYP1A2, uma vez que estudos apontam um efeito genótipo dependente da suplementação com cafeína. Outra limitação observada em relação às características genéticas dos indivíduos foi a não genotipagem dos receptores para o sabor amargo da classe TAS2R. Sabe-se que dentre os 25 subtipos de receptores TAS2R já identificados, 5 são considerados alvos específicos para CAF. Sendo assim, seria de grande relevância identificar a ocorrência desses receptores nos indivíduos que compuseram a amostra, uma vez que a percepção do sabor amargo da CAF depende destes receptores, principalmente na condição onde o enxágue bucal é a estratégia adicional a ingestão de cafeína como recurso ergogênico. Dessa forma, acredita-se que considerando essas limitações, num estudo futuro será possível responder se a genotipagem da CYP1A2 e dos receptores TAS2R são condições relevantes para os efeitos ergogênicos da cafeína quando usada no enxágue bucal como estratégia adicional a sua ingestão.

6. CONCLUSÃO

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo nos levam a conclusão de que a utilização do enxágue bucal (25 mL) com CAF (1,2% - equivalente a 300 mg), combinada ou não com a ingestão, não foi eficaz para melhoria do desempenho em exercícios do tipo anaeróbio, seja de forma imediata ou 1 hora após a utilização da estratégia.

Embora não tenhamos encontrado efeito ergogênico com a estratégia estabelecida, o presente trabalho deixa algumas questões a serem respondidas:

1. Existe um perfil genético ideal para a utilização do enxágue bucal de CAF, uma vez que existe uma variedade muito grande de receptores para o sabor amargo?
2. Quando o enxágue bucal de CAF é combinado com a ingestão, o perfil genético dos receptores para o sabor amargo tem relação direta com o polimorfismo para a CYP1A2?
3. Qual seria a melhor dose de cafeína a ser utilizada no enxágue bucal seguido da sua ingestão, considerando os polimorfismos genéticos para a CYP1A2 e para os receptores de sabor amargo TAS2R?

Diante do exposto, recomenda-se dar continuidade nos estudos para responder de maneira coerente as questões levantadas neste trabalho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR-NAVARRO, M., et al. Urine Caffeine Concentration in Doping Control Samples from 2004 to 2015. **Nutrients**, v. 11, n. 2, p. 286, 2019. [https://doi: 10.3390/nu11020286](https://doi.org/10.3390/nu11020286)

ALNOURI, M.W., et al. Selectivity is species-dependent: Characterization of standard agonists and antagonists at human, rat, and mouse adenosine receptors. **Purinergic Signal**. v. 11, n. 3, p.:389-407, 2015. doi: 10.1007/s11302-015-9460-9. Epub 2015 Jul 1. PMID: 26126429; PMCID: PMC4529847.

ALTIMARI, L.R., et al. Cafeína: ergogênico nutricional no esporte. **Rev. Bras. Ciên. e Mov.** v.9, n.3, p.57- 64, 2001.

BARRETO, G., et al. Novel insights on caffeine supplementation, CYP1A2 genotype, physiological responses and exercise performance. **Eur J Appl Physiol**. v. 121, n. 3, p.:749-769, 2021. doi: 10.1007/s00421-020-04571-7. Epub 2021 Jan 5. PMID: 33403509.

BEAVEN, C.M., et al. Effects of caffeine and carbohydrate mouth rinses on repeated sprint performance. **Appl Physiol Nutr Metab**. v.38, n.6, p.633-7, 2013. doi: 10.1139/apnm-2012-0333. Epub 2013 Jan 16. PMID: 23724880.

BEHRENS, M., et al. Caffeine-induced increase in voluntary activation and strength of the quadriceps muscle during isometric, concentric and eccentric contractions. **Sci Rep**. v.5, n.:10209, 2015. doi: 10.1038/srep10209. PMID: 25969895; PMCID: PMC4429543.

BERJISIAN, E., et al. Are Caffeine's Effects on Resistance Exercise and Jumping Performance Moderated by Training Status? **Nutrients**. v. 14, n. 22, p.4840, 2022. <https://doi.org/10.3390/nu14224840>

BEST, R., et al. Can taste be ergogenic?. **Eur J Nutr**. v. 60, p. 45–54, 2021. <https://doi.org/10.1007/s00394-020-02274-5>

BLANCHARD, J.; SAWERS, S.J. The absolute bioavailability of caffeine in man. **Eur J Clin Pharmacol**. v.24, n.1, p.93–8, 1983.

BLOMS, L.P., et al. The Effects of Caffeine on Vertical Jump Height and Execution in Collegiate Athletes. **J Strength Cond Res**. v. 30, n. 7, p.:1855-1861, 2016. doi: 10.1519/JSC.0000000000001280. PMID: 26626028.

BOSCO, C.; LUHTANEN, P.; KOMI, P.V. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**. v.50, p.273-82, 1983.

BOTTOMS, I., et al. The effect of caffeine mouth rinse on self-paced cycling performance. **Comparative Exercise Physiology**. v.10, n 4, p.239–245, 2014. <https://doi.org/10.3920/CEP140015>

BURKE, B.I., et al. The Effects of Caffeine on Jumping Performance and Maximal Strength in Female Collegiate Athletes. **Nutrients**. v. 13, n. 8, p.:2496, 2021. doi: 10.3390/nu13082496. PMID: 34444656; PMCID: PMC8401934.

CARSWELL, A.T., et al. The effect of caffeine on cognitive performance is influenced by CYP1A2 but not ADORA2A genotype, yet neither genotype affects exercise performance in healthy adults. **Eur J Appl Physiol**. v. 120, n. 7, p.:1495-1508, 2020. doi: 10.1007/s00421-020-04384-8. Epub 2020 Apr 30. PMID: 32356023; PMCID: PMC7295849.

CHAD, J; KALMAN, D; ARMSTRONG, D. The role of cyclic AMP-dependent phosphorylation in the maintenance and modulation of voltage-activated calcium channels. **Society of General Physiologists Series**. V. 42, p. 167-86, 1987. PMID: 2850609.

CHEN, S; YAN, C. An update of cyclic nucleotide phosphodiesterase as a target for cardiac diseases. **Expert Opinion on Drug Discovery**. v. 16, n. 2, p.183-196, 2021. doi: 10.1080/17460441.2020.1821643. Epub 2020 Sep 21. PMID: 32957823.

CHILDS, E., et al. Association between ADORA2A and DRD2 polymorphisms and caffeine-induced anxiety. **Neuropsychopharmacology**. v. 33, n.12, p. 2791–800, 2008.

COLLIS, M.G.; HOURANI, S.M. Adenosine receptor subtypes. **Trends Pharmacol Sci**. v. 14, n. 10, p.:360-366, 1993. doi: 10.1016/0165-6147(93)90094-z. PMID: 8296392.

COLLOMP, K., et al. Benefits of caffeine ingestion on sprint performance in trained and untrained swimmers. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**. v. 64, n. 4, p.377-80, 1992. doi: 10.1007/BF00636227. PMID: 1592065.

COOPER, R., et al. Effects of a carbohydrate and caffeine gel on intermittent sprint performance in recreationally trained males. **European Journal of Sport Science**. v.14, p.353–61, 2014.

COSTILL, D.L.; DALSKY G.P.; FINK, W.J. Effects of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v.10, n.3, p.155–8, 1978.

DAL PUPO, J.; DETANICO, D.; SANTOS, S.G. Parâmetros cinéticos determinantes do desempenho nos saltos verticais. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**. v. 14, n. 1, p.41-51, 2012.

DA SILVA, W.F. et al. Is caffeine mouth rinsing an effective strategy to improve physical and cognitive performance? A systematic review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 63, n. 3, p.438-446, 2023.

DE PAUW, K., et al. Electrophysiological changes in the brain induced by caffeine or glucose nasal spray. **Psychopharmacology**. v. 234, n.1, p.53–62, 2017. doi:10.1007/s00213-016-4435-2

DE PAUW, K., et al. Do Glucose and Caffeine Nasal Sprays Influence Exercise or Cognitive Performance? **Int J Sports Physiol Perform.** v. 12, n. 9, p.:1186-1191, 2017. doi: 10.1123/ijsp.2016-0598. Epub 2017 Feb 9. PMID: 28182503.

DE PAUW, K., et al. Effects of caffeine and maltodextrin mouth rinsing on P300, brain imaging, and cognitive performance. **J Appl Physiol** v. 118, n. 6, p.:776-82, 2015. doi: 10.1152/jappphysiol.01050.2014. Epub 2015 Jan 22. PMID: 25614603.

DESBROW, B., et al. The effects of different doses of caffeine on endurance cycling time trial performance. **Journal of Sports Sciences.** v.30, n.2, p.115–20, 2012. doi: 10.1080/02640414.2011.632431

DOERING, T.M., et al. The effect of a caffeinated mouth-rinse on endurance cycling time-trial performance. **Int J Sport Nutr Exerc Metab.** v.24, p.90–7, 2014. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2013-0103>

DOHERTY, M. The effects of caffeine on the maximal accumulated oxygen deficit and short-term running performance. **Int J Sport Nutr.** v. 8, n. 2, p. 95-104, 1998. doi: 10.1123/ijsn.8.2.95. PMID: 9637189.

DOHERTY, M., et al. Caffeine is ergogenic after supplementation of oral creatine monohydrate. **Med Sci Sports Exerc.** v. 34, n. 11, p.1785-92, 2002. doi: 10.1097/00005768-200211000-00015. PMID: 12439084.

DUNCAN, M.J.; OXFORD, S.W. Acute caffeine ingestion enhances performance and dampens muscle pain following resistance exercise to failure. **J Sports Med Phys Fitness.** v. 52, n.3, p.280–5, 2012.

DUNCAN, M. J., et al. Acute caffeine ingestion enhances strength performance and reduces perceived exertion and muscle pain perception during resistance exercise. **European Journal of Sport Science.** v. 13, N.4, p. 392-399, 2013. DOI: 10.1080/17461391.2011.635811.

EHLERT, A. M.; TWIDDY, H. M.; WILSON, P. B. The effects of caffeine mouth rinsing on exercise performance: A systematic review. **In International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism.** v. 30, n. 5, p. 362–373, 2020. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2020-0083>.

ELY, B.R.; ELY, M.R.; CHEUVRONT, S.N. Marginal effects of a large caffeine dose on heat balance during exercise-heat stress. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism.** v.21, n.1, p.65–70, 2011. DOI: 10.1123/ijsnem.21.1.65

ESSIG, D.; COSTILL, D.; VAN HANDEL, P. Effects of caffeine ingestion on utilization of muscle glycogen and lipid during leg ergometer exercise. **International Journal of Sports Medicine.** v. 1, n. 2, p. 86-89, 1980.

FERREIRA, L.H.B., et al. High Doses of Caffeine Increase Muscle Strength and Calcium Release in the Plasma of Recreationally Trained Men. **Nutrients.** v. 14, n.

22, p.:4921, 2022. doi: 10.3390/nu14224921. PMID: 36432607; PMCID: PMC9697598.

FRANCO-ALVARENGA, P.E., et al. Caffeine Increased Muscle Endurance Performance Despite Reduced Cortical Activation and Unchanged Neuromuscular Efficiency and Corticomuscular Coherence. **Nutrients**. v. 11, n. 10, p.2471, 2019. <https://doi.org/10.3390/nu11102471>

FREDHOLM, B.B. Adenosine, Adenosine Receptors and the Actions of Caffeine. **Pharmacology & Toxicology**. v. 76, n. 2, p. 93-101, 1995. [https://doi: 10.1111 / j.1600-0773.1995.tb00111.x](https://doi: 10.1111/j.1600-0773.1995.tb00111.x).

GALVIS, É.A.M.; ARABIA, J.J.M.; CASTRO, C.A. El trabajo de fuerza en el desarrollo de la potencia en futbolistas de lãs divisiones menores de un equipo profesional de fútbol. **Iatreia**. v.20, n.2, p.127-43, 2007.

GAM, S.; GUELF, K.J.; FOURNIER, P.A. New Insights into Enhancing Maximal Exercise Performance Through the Use of a Bitter Tastant. **Sports Med**. v. 46, n. 10, p. 1385-1390, 2016. <https://doi: 10.1007/s40279-016-0522-0>. PMID: 27000831.

GAM, S.; TAN, M.; GUELF, K.J.; FOURNIER, P.A. Mouth rinsing with a bitter solution without ingestion does not improve sprint cycling performance. **European Journal of Applied Physiology**. v. 115, n. 1, p. 129-138, 2015a. <https://doi: 10.1007/s00421-014-2987-6>. Epub 2014 Sep 19. PMID: 25236837.

GAM, S.; GUELF, K.J.; HAMMOND, G.; FOURNIER, P.A. Mouth rinsing and ingestion of a bitter-tasting solution increases corticomotor excitability in male competitive cyclists. **European Journal of Applied Physiology**. vol. 115, n. 10, p. 2199-2204, 2015b. <https://doi: 10.1007/s00421-015-3200-2>. Epub 2015 Jun 7. PMID: 26049404.

GAM, S.; GUELF, K.J.; FOURNIER, P.A. Mouth rinsing and ingesting a bitter solution improves sprint cycling performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 46, n. 8, p. 1648-1657, 2014. <https://doi: 10.1249/MSS.0000000000000271>. PMID: 24504430.

GIRÁLDEZ-COSTAS, V.; AGUILAR-NAVARRO, M.; GONZÁLEZ-GARCÍA, J.; DEL COSO, J.; SALINERO, J.J. Acute caffeine supplementation enhances several aspects of shot put performance in trained athletes. **J Int Soc Sports Nutr**. v. 19, n. 1, p.:366-380, 2022. doi: 10.1080/15502783.2022.2096415. PMID: 35813843; PMCID: PMC9261737.

GRAHAM, T.E.; SPRIET, L.L. Metabolic, catecholamine, and exercise performance responses to various doses of caffeine. **J Appl Physiol**. v. 78, n. 3, p. 867-74, 1985. doi: 10.1152/jappl.1995.78.3.867. PMID: 7775331.

GRAHAM, T. E. Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. **Sports medicine**, v. 31, n. 11, p. 785-807, 2001. doi: 10.2165/00007256-200131110-00002. PMID: 11583104.

GRAHAM-PAULSON, T.; PERRET, C.; GOOSEY-TOLFREY, V. Improvements in Cycling but Not Handcycling 10 km Time Trial Performance in Habitual Caffeine Users. **Nutrients**. v.8, n.7, 2016. doi: 10.3390/nu8070393

GRAHAM, T.E. Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. **Sports Med**. v. 31, n. 11, p.:785-807, 2001. doi: 10.2165/00007256-200131110-00002. PMID: 11583104.

GRAY, E.A.; CAVALERI, R.; SIEGLER, J.C. Mouth Rinsing and Ingestion of Unpleasant Salty or Bitter Solutions Does Not Improve Cycling Sprint Performance in Trained Cyclists. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**. v. 33, n. 6, p.:316-322, 2023. doi: 10.1123/ijsnem.2023-0074. PMID: 37591506.

GRGIC, J; VAROVIC, D. Moderators of Caffeine's Effects on Jumping Performance in Females: A Systematic Review and Meta-Analysis. **J Am Nutr Assoc**. v. 43, n. 1, p.:92-100, 2023. doi: 10.1080/27697061.2023.2212740. PMID: 37191618.

GRGIC, J. Effects of Caffeine on Resistance Exercise: A Review of Recent Research. **Sports Med**. v. 51, n. 11, p.:2281-2298, 2021. doi: 10.1007/s40279-021-01521-x. Epub 2021 Jul 22. PMID: 34291426.

GRGIC, J.; VENIER, S.; MIKULIC, P. Both Caffeine and Placebo Improve Vertical Jump Performance Compared With a Nonsupplemented Control Condition. **Int J Sports Physiol Perform**. v.16, n.3, p.448-451, 2021. doi: 10.1123/ijspp.2019-1028. Epub 2020 Jul 24. PMID: 32707561.

GRGIC, J; PICKERING, C; DEL COSO, J; SCHOENFELD, B.J.; MIKULIC, P. CYP1A2 genotype and acute ergogenic effects of caffeine intake on exercise performance: a systematic review. **Eur J Nutr**. v. 60, n. 3, p.:1181-1195, 2021. doi: 10.1007/s00394-020-02427-6. Epub 2020 Nov 2. PMID: 33137206.

GRGIC, J., et al. Wake up and smell the coffee: caffeine supplementation and exercise performance—an umbrella review of 21 published meta-analyses. **British journal of sports medicine**, v. 54, n. 11, p. 681-688, 2020.

GRGIC, J., et al. Effects of caffeine intake on muscle strength and power: a systematic review and meta-analysis. **J Int Soc Sports Nutr**. v. 15, n.:11, 2018. doi: 10.1186/s12970-018-0216-0. PMID: 29527137; PMCID: PMC5839013.

GRGIC, J.; MIKULIC, P. Caffeine ingestion acutely enhances muscular strength and power but not muscular endurance in resistance-trained men. **Eur J Sport Sci**. v. 17, n. 8, p.:1029-1036, 2017. doi: 10.1080/17461391.2017.1330362. Epub 2017 May 24. PMID: 28537195.

GUEST, N.S., et al. International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**. v. 18, p. 1–37, 2021. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00383-4>

GUEST, N; COREY, P.; VESCOVI, J.; EI-SOHEMY, A. Caffeine, CYP1A2 Genotype, and Endurance Performance in Athletes. **Med Sci Sports Exerc.** v. 50, n. 8, p.:1570-1578, 2018. doi: 10.1249/MSS.0000000000001596. PMID: 29509641.

GUNTORO AJI, Y., et al. A. Evaluation of Caffeine Ingested Timing on Endurance Performance based on CYP1A2 rs762551 Profiling in Healthy Sedentary Young Adults. **Rep Biochem Mol Biol.** v. 11, n. 4, p.:663-671, 2023. doi: 10.52547/rbmb.11.4.663. PMID: 37131905; PMCID: PMC10149118.

HANSEN, J.L., et al. Heritability and genetic covariation of sensitivity to PROP, SOA, quinine HCl, and caffeine. **Chem Senses.** v. 31, n. 5, p. :403-413, 2006. doi: 10.1093/chemse/bjj044. Epub 2006 Mar 9. PMID: 16527870; PMCID: PMC1475779.

HIGGINS, S.; STRAIGHT, C.R.; LEWIS, R.D. The Effects of Preexercise Caffeinated Coffee Ingestion on Endurance Performance: An Evidence-Based Review. **Int J Sport Nutr Exerc Metab.** v. 26, n. 3, p.:221-239, 2016. doi: 10.1123/ijsnem.2015-0147. Epub 2015 Nov 16. PMID: 26568580.

JANDOVA, Z., et al. Binding Modes and Metabolism of Caffeine. **Chem Res Toxicol.** v 32, n.7, p. :1374-1383, 2019. doi: 10.1021/acs.chemrestox.9b00030. Epub 2019 Jun 11. PMID: 31132250; PMCID: PMC6635882.

IVY, J. L., et al. Influence of caffeine and carbohydrate feedings on endurance performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v. 11, n. 1, p. 6-11, 1979.

KAMIMORI, G.H., et al. The rate of absorption and relative bioavailability of caffeine administered in chewing gum versus capsules to normal healthy volunteers. **International Journal of Pharmaceutics.** v. 234, n. 1 e 2, p. 159-167, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0378-5173\(01\)00958-9](https://doi.org/10.1016/S0378-5173(01)00958-9)

KARAYİĞİT, R., et al. Effect of serial caffeine mouth rinse on wingate anaerobic performance. **SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi.** v. 15, n.4, p. 191-196, 2017. https://doi.org/10.1501/Sporm_0000000335

KARAYİĞİT, R., et al. High Dose of Caffeine Mouth Rinse Increases Resistance Training Performance in Men. **Nutrients.** v.13, n.11, p.3800, 2021. doi: 10.3390/nu13113800.

KARUK, H.N.; RUDARLI NALCAKAN, G.; PEKÜNLÜ, E. Effects of carbohydrate and caffeine combination mouth rinse on anaerobic performance of highly trained male athletes. **Eur J Sport Sci.** v. 22, n. 4, p. 589-599, 2022. doi: 10.1080/17461391.2021.1907449. Epub 2021 Apr 24. PMID: 33749539.

KIZZI, J., et al. Influence of a caffeine mouth rinse on sprint cycling following glycogen depletion. **European Journal of Sport Science.** v. 16, n. 8, p. 1087–1094, 2016. <https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1165739>.

KOONRUNGSESOMBOON, N., et al. The impact of genetic polymorphisms on CYP1A2 activity in humans: a systematic review and meta-analysis.

Pharmacogenomics J. v. 18, n. 6, p.:760-768, 2018. doi: 10.1038/s41397-017-0011-3. Epub 2017 Dec 27. PMID: 29282363.

KOT, M.; DANIEL, W.A. Relative contribution of rat cytochrome P450 isoforms to the metabolism of caffeine: the pathway and concentration dependence. **Biochem Pharmacol.** v. 75, n. 7, p.:1538-49, 2008. doi: 10.1016/j.bcp.2007.12.017. Epub 2008 Jan 5. PMID: 18279840.

LAIZURE, S.C., et al. Comparison of caffeine disposition following administration by oral solution (energy drink) and inspired powder (AeroShot) in human subjects. **British Journal of Clinical Pharmacology.** v. 83, n.12, p.2687–94, 2017. <https://doi.org/10.1111/bcp.13389>

LINDINGER, M.I.; GRAHAM, T.E.; SPRIET, L.L. Caffeine attenuates the exercise-induced increase in plasma [K⁺] in humans. **J Appl Physiol.** v.74, n.3, p.1149–55, 1993.

LIPCHOCK, S.V., et al. Caffeine Bitterness is Related to Daily Caffeine Intake and Bitter Receptor mRNA Abundance in Human Taste Tissue. **Perception.** v. 46, n. 3-4, p.:245-256, 2017. doi: 10.1177/0301006616686098. Epub 2017 Jan 24. PMID: 28118781; PMCID: PMC5972367.

MACINTOSH, B.R.; WRIGHT, B.M. Caffeine ingestion and performance of a 1,500-metre swim. **Can J Appl Physiol.** v. 20, n. 2, p. 168-77, 1995. doi: 10.1139/h95-012. PMID: 7640644.

MAGKOS, F.; KAVOURAS, S.A. Caffeine use in sports, pharmacokinetics in man, and cellular mechanisms of action. **Crit Rev Food Sci Nutr.** v. 45, n. 7-8, p. 535-62, 2005. doi: 10.1080/1040-830491379245. PMID: 16371327.

MANIKANDAN, P.; NAGINI, S. Cytochrome P450 Structure, Function and Clinical Significance: A Review. **Curr Drug Targets.** v. 19, n. 1, p. :38-54, 2018. doi: 10.2174/1389450118666170125144557. PMID: 28124606.

MARINHO, A.H., et al. Caffeine mouth rinse has no effects on anaerobic energy yield during a Wingate Test. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.** v. 60, n. 1, p. 69–74, 2020. DOI:10.23736/S0022-4707.19.09928-6

MARKOVIC, G., et al. Reliability and Factorial Validity of Squat and Countermovem. **J Strength Cond Res.** v.18, n. 3, p.459- 62, 2004.

MATHIAS, C. J., et al. Plasma catecholamines, plasma renin activity and plasma aldosterone in tetraplegic man, horizontal and tilted. **Clinical Science and Molecular Medicine.** v. 49, n. 4, p. 291-299, 1975.

MELO de, A. A., et al. Caffeine mouth rinse enhances performance, fatigue tolerance and reduces muscle activity during moderate-intensity cycling. **Biology of Sport.** v. 38, n. 4, p. 517-523, 2021. <https://doi:10.5114/biolsport.2021.100147>

MEYERHOF, W., et al. The molecular receptive ranges of human TAS2R bitter taste receptors. **Chemical Senses**. v 35, n. 2, p.: 157-170, 2010. doi: 10.1093/chemse/bjp092. Epub 2009 Dec 18. PMID: 20022913.

MOHR, T., et al. Caffeine ingestion and metabolic responses of tetraplegic humans during electrical cycling. **Journal of Applied Physiology**. v. 85, n. 3, p. 979-985, 1998.

MOHR, M.; NIELSEN, J. J.; BANGSBO, J. Caffeine intake improves intense intermittent exercise performance and reduces muscle interstitial potassium accumulation. **Journal of Applied Physiology**. v. 111, n. 5, p. 1372-1379, 2011.

MÜLLER, C.E.; JACOBSON, K.A. Xanthines as adenosine receptor antagonists. **Handb Exp Pharmacol**. v. 200, p.:151-99, 2011. doi: 10.1007/978-3-642-13443-2_6. PMID: 20859796; PMCID: PMC3882893.

NEMATI, J., et al. Effects of Different Doses of Caffeine Supplementation on Collegiate Male Volleyball Players' Specific Performance and Skills: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled, Crossover Study. **Nutrients**. v. 15, n. 18, p.:4049, 2023. doi: 10.3390/nu15184049. PMID: 37764832; PMCID: PMC10536286.

NEHLIG, A. Interindividual Differences in Caffeine Metabolism and Factors Driving Caffeine Consumption. **Pharmacological Reviews**. v. 70, n. 2, p. 384-411, 2018. doi: 10.1124/pr.117.014407. PMID: 29514871.

NORUM, M., et al. Caffeine increases strength and power performance in resistance-trained females during early follicular phase. **Scand J Med Sci Sports**. v. 30, n. 11, p.:2116-2129, 2020. doi: 10.1111/sms.13776. Epub 2020 Aug 26. PMID: 32681596.

PAK, I. E., et al. The effect of carbohydrate and caffeine mouth rinsing on kicking performance in competitive Taekwondo athletes during Ramadan. **Journal of Sports Sciences**. v. 38, n. 7, p. 795–800, 2020. [https://doi: 10.1080/02640414.2020.1735033](https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1735033).

PALLARES, J.G., et al. Neuromuscular responses to incremental caffeine doses: performance and side effects. **Med Sci Sports Exerc**. v. 45, n.11, p.2184–92, 2013.

PATAKY, M.W., et al. Caffeine and 3-km cycling performance: Effects of mouth rinsing, genotype, and time of day. **Scand J Med Sci Sports**. v. 26, n. 6, p.:613-9, 2016. doi: 10.1111/sms.12501. Epub 2015 Jun 9. PMID: 26062916.

PATON, C; COSTA, V; GUGLIELMO, L. Effects of caffeine chewing gum on race performance and physiology in male and female cyclists. **J Sports Sci**. v. 33, n. 10, p.:1076-83, 2015. doi: 10.1080/02640414.2014.984752. Epub 2014 Dec 17. PMID: 25517202.

PATON, C.D; LOWE, T; IRVINE, A. Caffeinated chewing gum increases repeated sprint performance and augments increases in testosterone in competitive cyclists. **Eur J Appl Physiol**. v. 110, n. 6, p.:1243-1250, 2010. doi: 10.1007/s00421-010-1620-6. Epub 2010 Aug 25. PMID: 20737165.

PETHICK, J; WINTER, S.L.; BURNLEY, M. Caffeine Ingestion Attenuates Fatigue-induced Loss of Muscle Torque Complexity. **Med Sci Sports Exerc.** v. 50, n. 2, p.:236-245, 2018. doi: 10.1249/MSS.0000000000001441. PMID: 28991045.

PICKERING, C. Are caffeine's performance-enhancing effects partially driven by its bitter taste? **Medical Hypotheses.** v. 131:109301, 2019. [https://doi: 10.1016/j.mehy.2019.109301](https://doi.org/10.1016/j.mehy.2019.109301).

PIRASTU, N., et al. Association analysis of bitter receptor genes in five isolated populations identifies a significant correlation between TAS2R43 variants and coffee liking. **PLoS One.** v. 9, n. 3, p. e92065, 2014. doi: 10.1371/journal.pone.0092065. PMID: 24647340; PMCID: PMC3960174.

POOLE, R.L.; TORDOFF, M.G. The taste of caffeine. **Journal of Caffeine Research.** v.7, n.2, p.39–52, 2017. <https://doi.org/10.1089/jcr.2016.0030>

PRONIN, A.N., et al. Specific alleles of bitter receptor genes influence human sensitivity to the bitterness of aloin and saccharin. **Current Biology.** v. 17, n. 16, p.:1403-1408, 2007. doi: 10.1016/j.cub.2007.07.046. PMID: 17702579.

PUENTE, C., et al. A cafeína melhora o desempenho no basquete em jogadores de basquete experientes. **Nutrientes,** v. 9, n. 9, pág. 1033, 2017.

RAHIMI, R. The effect of CYP1A2 genotype on the ergogenic properties of caffeine during resistance exercise: a randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover study. **Ir J Med Sci.** v. 188, n. 1, p.:337-345, 2019. doi: 10.1007/s11845-018-1780-7. Epub 2018 Mar 12. PMID: 29532291.

RAMOS-CAMPO, D.J., et al. Impact of caffeine intake on 800-m running performance and sleep quality in trained runners. **Nutrients.** v. 11, n.9, 2019.

RAYA-GONZÁLEZ, J., et al. Caffeine Ingestion Improves Performance During Fitness Tests but Does Not Alter Activity During Simulated Games in Professional Basketball Players. **Int J Sports Physiol Perform.** v. 16, n. 3, p.:387-394, 2021. doi: 10.1123/ijsp.2020-0144. Epub 2021 Jan 5. PMID: 33401238.

RETEY, J.V., et al. A genetic variation in the adenosine A2A receptor gene (ADORA2A) contributes to individual sensitivity to caffeine effects on sleep. **Clin Pharmacol Ther.** v. 81, n. 5, p.692–8, 2007.

RIBEIRO, J.A, SEBASTIÃO, A.M. Caffeine and adenosine **Journal of Alzheimer's Disease.** v. 20 n. 1, p. S3-S15, 2010. doi: 10.3233/JAD-2010-1379. PMID: 20164566.

RIOS, W.H.; WEBBER, H.N. The action of caffeine on the capacity for muscular work. **The Journal of Physiology.** v.36, n. 1, p. 33-47, 1907. <https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1113/jphysiol.1907.sp001215>

ROBERTSON, D., et al. Effects of caffeine on plasma renin activity, catecholamines and blood pressure. **The New England Journal of Medicine**. v. 298, n. 4, p. 181-186, 1978.

RYAN, E.J., et al. Caffeine gum and cycling performance: a timing study. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 27, n. 1, p.:259-64, 2013. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182541d03. PMID: 22476164.

RYAN, E.J., et al. Low-dose caffeine administered in chewing gum does not enhance cycling to exhaustion. **J Strength Cond Res**. v. 26, n. 3, p.:844-850, 2012. doi: 10.1519/JSC.0b013e31822a5cd4. PMID: 22293680.

SALINERO, J.J., et al. CYP1A2 Genotype Variations Do Not Modify the Benefits and Drawbacks of Caffeine during Exercise: A Pilot Study. **Nutrients**. v. 9, n. 3, p.:269, 2017. doi: 10.3390/nu9030269. PMID: 28287486; PMCID: PMC5372932.

SCOTT, A.T., et al. Improvement of 2000-m Rowing Performance With Caffeinated Carbohydrate-Gel Ingestion. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. v.10, n.4, p.464-468, 2015.

SINCLAIR, C.J.D.; GEIGER, J.D. Caffeine use in sport: a pharmacological review. **J. Sports Med. Phys. Fitness**. v.40, n.1, p.71-79, 2000.

SINCLAIR, J.; BOTTOMS, L. The effects of carbohydrate and caffeine mouth rinsing on arm crank time-trial performance. **Journal of Sports Research**. v. 1, n. 2, p. 34 – 44, 2014.

SOUTHWARD, K.; RUTHERFURD-MARKWICK, K.J.; ALI, A. The effect of acute caffeine ingestion on endurance performance: a systematic review and meta-analysis. **Sports Med**. v. 48, n. 8, p.1913–28, 2018.

SOUTHWARD, K., et al. The Role of Genetics in Moderating the Inter-Individual Differences in the Ergogenicity of Caffeine. **Nutrients**. v. 10, n. 10, p.:1352, 2018. doi: 10.3390/nu10101352. PMID: 30248915; PMCID: PMC6213712.

SPINELLI, H., et al. Caffeine improves various aspects of athletic performance in adolescents independent of their 163 C > A CYP1A2 genotypes. **Scand J Med Sci Sports**. v. 30, n. 10, p. :1869-1877, 2020. doi: 10.1111/sms.13749. Epub 2020 Jul 13. PMID: 32538495.

SPRIET, L.L., et al. Caffeine ingestion and muscle metabolism during prolonged exercise in humans. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, v. 6, pág. E891-E898, 1992.

STOJANOVIĆ, E., et al. Acute caffeine supplementation promotes small to moderate improvements in performance tests indicative of in-game success in professional female basketball players. **Apl. Fisiol. Nutr. Metab**. v. 44, n. 8, p.:849-856, 2019. doi: 10.1139/apnm-2018-0671. Epub 2019 Jan 11. PMID: 30633542.

TAMILIO, R.A.; CLARKE, N.D.; DUNCAN, M.J.; MORRIS, R.O.; TALLIS, J. How Repeatable Is the Ergogenic Effect of Caffeine? Limited Reproducibility of Acute Caffeine (3 mg.kg⁻¹) Ingestion on Muscular Strength, Power, and Muscular Endurance. **Nutrients**. v. 14, n. 20, p.:4416, 2022. doi: 10.3390/nu14204416. PMID: 36297102; PMCID: PMC9611362.

TARNOPOLSKY, M.; CUPIDO, C. Caffeine potentiates low frequency skeletal muscle force in habitual and nonhabitual caffeine consumers. **J Appl Physiol**. v.89, n.5, p.1719–24, 2000.

TAVARES, C.; SAKATA, R. K. Cafeína para o tratamento de dor. **Revista Brasileira de Anestesiologia** [online]. v. 62, n. 3, p. 394-401, 2012. [Acessado 27 Novembro 2022] Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0034-70942012000300011>>. Epub 05 Jun 2012. ISSN 1806-907X. <https://doi.org/10.1590/S0034-70942012000300011>.

VENIER, S; GRGIC, J; MIKULIC, P. Acute Enhancement of Jump Performance, Muscle Strength, and Power in Resistance-Trained Men After Consumption of Caffeinated Chewing Gum. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. v. 14, n. 10, p. :1415-1421, 2019a. doi:10.1123/ijsp.2019-0098

VENIER, S; GRGIC, J; MIKULIC, P. Caffeinated Gel Ingestion Enhances Jump Performance, Muscle Strength, and Power in Trained Men. **Nutrients**. v.11, n. 4, p.:937, 2019b. doi: 10.3390/nu11040937. PMID: 31027246; PMCID: PMC6520843.

WANG, Z., et al. Effects of Caffeine Intake on Endurance Running Performance and Time to Exhaustion: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Nutrients**. v. 15, n. 1, p.:148, 2022. doi: 10.3390/nu15010148. PMID: 36615805; PMCID: PMC9824573.

WICKHAM, K. A.; SPRIET, L. L. Administration of caffeine in alternate forms. **Sports Medicine**. v. 48, n. 1, p. 79–91, 2018. <https://doi: 10.1007/s40279-017-0848-2>.

ZALD, D. H.; HAGEN, M. C.; PARDO, J. V. Neural correlates of tasting concentrated quinine and sugar solutions. **Journal of Neurophysiology**. v. 87, n. 2, p. 1068–1075, 2002. <https://doi: 10.1152/jn.00358.2001>.

WONG, O., et al. CYP1A2 Genotype Modifies the Effects of Caffeine Compared With Placebo on Muscle Strength in Competitive Male Athletes. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**. v. 31, n. 5, p. 420–426, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34284351/>.

ZHOU, S.F., et al. Insights into the substrate specificity, inhibitors, regulation, and polymorphisms and the clinical impact of human cytochrome P450 1A2. **AAPS J**. v. 11, n. 3, p.:481-94, 2009. doi: 10.1208/s12248-009-9127-y. Epub 2009 Jul 10. PMID: 19590965; PMCID: PMC2758120.