

UNIVERSIDADE TIRADENTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E AMBIENTE

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE PÓLEN APÍCOLA EM
RATOS SUBMETIDOS À SESSÕES DE TREINAMENTOS
EXAUSTIVOS**

WENDEL DA SILVA GONZAGA

ARACAJU MAIO– 2010

UNIVERSIDADE TIRADENTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E AMBIENTE

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE PÓLEN APÍCOLA EM
RATOS SUBMETIDOS À SESSÕES DE TREINAMENTOS
EXAUSTIVOS**

Dissertação de Mestrado
submetida à banca examinadora
como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Mestre em
Saúde e Ambiente, na área de
concentração em Saúde e
Ambiente.

**WENDEL DA SILVA GONZAGA Orientador (es) Francine Ferreira Padilha, D.Sc Edilson
Divino Araújo, D.Sc**

ARACAJU MAIO– 2010

O AUTOR PERMITE A REPRODUÇÃO DE CÓPIAS OU PARTES DESTA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SOMENTE PARA PROPÓSITOS ACADÊMICOS E CIENTÍFICOS DESDE QUE A FONTE SEJA CITADA.

Gonzaga, Wendel da Silva.
G642e Efeito da suplementação de pólen apícola em ratos submetidos à sessões de treinamentos exaustivos / Wendel da Silva Gonzaga.
Orientação [de] Francine Ferreira Padilha, Edilson Divino Araujo.
Aracaju, 2010.

56 f. il.:

Inclui bibliografia.

Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) – Universidade Tiradentes (UNIT).

1. Amônia. 2. Lactato. 3. Exercício. I. Padilha, Francine Ferreira II. Araújo, Edilson Divino. III. Universidade Tiradentes. IV. Título.

CDU: 796.012.6.035

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE PÓLEN APÍCOLA EM RATOS SUBMETIDOS A
SESSÕES DE TREINAMENTOS EXAUSTIVOS**

WENDEL DA SILVA GONZAGA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E
AMBIENTE DA UNIVERSIDADE TIRADENTES COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM SAÚDE E AMBIENTE.

Aprovada por:

Francine Ferreira Padilha, D.Sc Orientadora

Edilson Divino de Araújo, D.Sc Orientador

Leonardo Rigoldi Bonjardim D. Sc. Titular

Verônica de Lourdes Sierpe Jeraldo, D. Sc.
Titular

Sonia Oliveira Lima, D. Sc.
Suplente

ARACAJU MAIO– 2010

Dedico este trabalho a Deus, a minha família
e aos meus amigos.

“Se ganhamos, merecemos! Se perdemos, precisamos!”
(Napoleão Bonaparte)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que me deu forças para conclusão desse trabalho!

Aos meus pais, especialmente a minha esposa pela paciência, ao Sr. Josias, a D. Arlete, a minha cunhada, ao meu filho Dante, a Jeferson pelo seu apoio incondicional, ao Profº Drº Eduardo Seixas pelo enorme esforço que me fora dado. Aos meus orientadores Profº Drº Edilson pela oportunidade e a Profª Drª Francine pela sua colaboração.

A todos meus amigos de graduação, em especial a Fernanda, Luiz Eduardo, Israel e Gustavo por acreditarem em mim; as minhas amigas Karla Karine, Mônica Silveira e Marion que sempre estiveram presentes;

Aos colegas do mestrado pela interdisciplinaridade;

A PROBIÓTICA PRODUTOS NATURAIS, em especial a Marcelo Bella;

A Sr. João, Max e Gladston do biotério;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior – CAPES pela bolsa concedida. Ao Núcleo de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	11
2. CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
1.1 Atividade Física e Promoção da Saúde.....	16
1.2 Tipos de Exercício.....	16
1.3 Suplementos.....	18
1.4 Referências Bibliográficas.....	23
3. CAPÍTULO II – COMPORTAMENTO DO LACTATO E AMÔNIA EM RATOS SUBMETIDOS A SUPLEMENTAÇÃO DE PÓLEN APÍCOLA DURANTE SESSÕES DE TREINAMENTOS EXAUSTIVOS.....	29
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
6. CONCLUSÃO.....	50
7. REFERÊNCIAS.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Protocolo de treinamento	34
Tabela 2 – Valores encontrados dos aminoácidos no pólen apícola	36
Tabela 3 - Níveis de amônia expressos em mmol.L ⁻¹	41
Tabela 4 - Níveis de lactato expressos em mmol.L ⁻¹	45
Tabela 5 - Valores médios do tempo de exaustão	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Valores percentuais de Amônia	39
Figura 2 – Valores percentuais de Lactato	43
Figura 3 – Tempo de exaustão dos grupos experimentais	46
Figura 4 – Massa corporal dos grupos experimentais	49

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE PÓLEN APÍCOLA EM RATOS SUBMETIDOS A SESSÕES DE TREINAMENTOS EXAUSTIVOS

Wendell da Silva Gonzaga

Este estudo teve como objetivo avaliar o comportamento da amônia, lactato e o tempo de exaustão em ratos submetidos a sessões de treinamentos exaustivos durante vinte sessões. Os animais foram divididos em cinco grupos: grupo GPE-1 que foi suplementado com pólen apícola ($1g.kg^{-1}$) e submetido ao exercício de natação, grupo GPE-2 também suplementado com pólen apícola ($2g.Kg^{-1}$) e submetido ao exercício de natação, Gln-E grupo controle positivo suplementado com glutamina ($2g.Kg^{-1}$) e submetido ao exercício de natação, grupo GC-E sem suplementação e submetido ao exercício de natação e grupo GS sedentário, sem suplementação e sem exercício. Foi realizado um tipo de estudo experimental caracterizado como Duplo Cego. Durante o período de natação o tempo e a temperatura da água foram monitorados. No vigésimo e último dia foram coletadas amostras sanguíneas através da cardiocentese e realizada as análises de lactato e amônia. Os valores foram expressos como média e desvio padrão, e para análise da distribuição normal da amostra, foi realizado o teste de Shapiro-Wilk. Em seguida foi realizado a análise variância (Anova um fator) e o teste de Tukey para verificar as diferenças entre as médias dos grupos experimentais e controle, adotando-se o nível de significância de 5%. Foram observadas reduções significativas (10%) nos níveis de amônia do grupo suplementado com $2g.Kg^{-1}$ de pólen apícola, no entanto, os níveis de lactato do mesmo grupo elevou-se 80% em relação aos outros. O tempo de exaustão do grupo suplementado com $2g.Kg^{-1}$ foi de 10,77 minutos; o tempo de exaustão grupo suplementado com $1g.Kg^{-1}$ foi de 7,88 minutos. Os resultados encontrados sugerem que a suplementação de pólen apícola com $2g.Kg^{-1}$ pode contribuir para a diminuição dos níveis de amônia e otimizar o tempo de exaustão.

Palavras Chave: Amônia, Lactato, Exercício.

EFFECT OF SUPPLEMENTATION OF BEE POLLEN IN RATS SUBJECTED TO SESSIONS OF EXHAUSTIVE TRAINING

Wendell da Silva Gonzaga

This study aimed to evaluate the behavior of ammonia, lactate and time to exhaustion in rats subjected to exhaustive training sessions for twenty sessions. The animals were divided into five groups: GPE-1 that was supplemented with bee pollen (1g.kg^{-1}) and submitted to swimming exercise, group GPE is also supplemented with bee pollen (2g.Kg^{-1}) and submitted the swimming exercise, and Gln-positive control group supplemented with glutamine (2g.Kg^{-1}) and submitted to swimming exercise, the CG-E without supplementation and submitted to swimming exercise and sedentary group GS, no supplementation and no exercise . This was a kind of experimental study described as double blind. During the swim time and water temperature were monitored. In the twentieth and last day blood samples were collected by Cardiocentesis and performed the analysis of lactate and ammonia. Values are expressed as mean and standard deviation, and analysis of the normal distribution of the sample was performed using the Shapiro-Wilk. Then the analysis was performed (ANOVA one factor) and test of Tukey to investigate the differences between the means of experimental and control groups, adopting a significance level of 5%. Significant reductions (10%) ammonia levels in the group supplemented with 2g.Kg^{-1} pollen, however, lactate levels in the same group rose 80% compared to the others. The time to exhaustion in the group supplemented with 2g.Kg^{-1} was 10.77 minutes, the time to exhaustion group supplemented with 1g.Kg^{-1} was 7.88 minutes. The results suggest that supplementation with pollen 2g.Kg^{-1} may contribute to decreased levels of ammonia and optimize the time of exhaustion.

Keywords: Ammonia, Lactate, Exercise

INTRODUÇÃO GERAL

Segundo a Organização Mundial de Saúde, saúde pode ser definida como um estado dinâmico de completo bem-estar físico, mental, espiritual e social e não meramente a ausência de doença (WHO/2004). A crescente valorização do corpo pela sociedade vem aumentando a busca por práticas de exercícios físicos oferecidos pelas academias de ginástica em busca da melhoria da qualidade de vida e uma melhor performance esportiva. Os termos exercício físico e atividade física são utilizados de forma intercambiável, no entanto, existe uma diferença entre ambos. CASPERSEN *et al* (1985) define atividade física como qualquer movimento corporal, produzido pelos músculos esqueléticos, que resulta em gasto energético maior do que os níveis de repouso e o exercício físico toda atividade física planejada, estruturada e repetitiva que tem por objetivo a melhoria e a manutenção de um ou mais componentes da aptidão física.

Neste contexto a busca excessiva por melhores resultados é amplamente utilizada por várias pessoas inclusive esportistas de diversas modalidades através de alguns recursos ergogênicos (MATSAKAS *et al.*, 2004). A lista destes possíveis recursos, denominados de ergogênicos é longa, mas aqueles com propriedades que realmente favorecem o desempenho são poucos, chegando a existir substâncias que podem até comprometer o desempenho e causando um efeito ergolítico (KOEVA e GEORGIEVA, 2004). ELIASON *et al* (1997) define os recursos ergogênicos como produtos feitos de vitaminas, minerais, produtos herbais, extratos de tecidos, proteínas e aminoácidos entre outros produtos, que podem ser consumidos com o objetivo de melhorar a saúde e ou performance e podem até prevenir doenças. Já os efeitos ergolíticos, podem ser causados por substâncias que podem diminuir a produtividade no trabalho ou prejudicar o desempenho físico (HUANG *et al.*, 2009).

Os efeitos ergolíticos podem ser de pequena magnitude e reversíveis, como câimbras e fadiga muscular, no entanto, outros efeitos mais graves podem ocorrer como a acromegalia causada por consumo e/ou produção excessiva de hormônio do crescimento (GH), podendo causar prejuízos irreversíveis à saúde (COLOMBANI, 1999; WILLIAMS, 2005). Nos últimos anos, alguns estudos têm demonstrado que a utilização de suplementos alimentares vem aumentando entre praticantes de diversas modalidades esportivas (LUKASKI, 2004; MIARKA *et al.*, 2007). Porém, nem todo suplemento alimentar tem uma eficácia comprovada, pois, testes com estudantes utilizando vitaminas e ferro não demonstraram melhora no desempenho físico destes estudantes (SANTOS e BARROS FILHO, 2002a). As respostas para os efeitos dos complementos alimentares podem variar consideravelmente entre os indivíduos e, por conseguinte, a ingestão de qualquer suplemento deve ser avaliada (HESPEL; MAUGHAN; GREENHAFF, 2006). Os suplementos comumente utilizados

incluem vitaminas, minerais, proteínas, carboidratos, e aminoácidos (MAUGHAN *et al.*, 2007). Outra categoria de suplementos que vem sendo inserida para estes fins são os alimentos funcionais, que vêm sendo utilizados com a finalidade de melhorar o sistema fisiológico auxiliando na melhora do desempenho (JURCA *et al.*, 2004). O pólen apícola pode ser considerado um alimento funcional, sendo o resultado da aglutinação de diferentes grãos de pólen colhidos pelas abelhas e da adição de suas secreções salivares e mais uma quantidade pequena de néctar, o que o torna diferente daqueles colhidos diretamente das plantas (MOURA e PEGORARO, 2006). O pólen apícola vem sendo utilizado como suplemento alimentar de forma empírica por atletas na busca de uma melhora da performance. Entretanto, o consumo do pólen apícola como suplemento alimentar ainda se dá de forma aleatória, uma vez que existem poucos estudos que tenham avaliado a ação do pólen apícola na melhoria do desempenho de atletas.

O pólen apícola é um alimento rico em aminoácidos e alguns estudos demonstram que a utilização dos aminoácidos possibilita a sua utilização nas vias energéticas e melhoram a função muscular (GRAHAM e MACLEAN, 1992; COLOMBANI, 1999; AMENT *et al.*, 2001; MENEGUELO *et al.*, 2003). Durante o exercício físico, surgem vários produtos do metabolismo energético e marcadores sanguíneos para queda de desempenho entre os quais o lactato e a amônia (NH_3 e NH_4^+) (NELSON, 2002). Estudos prévios parecem demonstrar que a suplementação de aminoácidos desencadeia alterações positivas no metabolismo de NH_3^+ e NH_4^+ (amônia) livre (HELLSTEN *et al.*, 1999; COLOMBANI *et al.*, 1999; AMENT *et al.*, 2001; MENEGUELO *et al.*, 2003; MOUILLERON *et al.*, 2006; BLOMSTRAND e BENGT, 2006). Entretanto, estudos com produtos naturais ricos em aminoácidos ainda são escassos na literatura.

Por ser um alimento rico em aminoácidos e carboidratos, a utilização do pólen apícola pode ser viável para esta disponibilidade. Assim, o objetivo deste estudo é verificar a influência da suplementação de pólen apícola na performance e nos níveis de marcadores de queda de desempenho em ratos submetidos a sessões de exercício prolongado. Este experimento servirá de subsídio a estudos futuros do uso de pólen apícola como suplemento alimentar humano, além de poder agregar valor a esse produto apícola, podendo beneficiar diretamente os apicultores produtores de pólen apícola contribuindo desta forma para o desenvolvimento sustentável. Por outro lado o baixo custo do pólen apícola em relação a glutamina é um fator importante, pois, vale ressaltar que 100 gramas de pólen apícola custa em torno de aproximadamente R\$ 3,50 (três reais e cinquenta centavos), já 100 gramas de glutamina custa cerca de R\$ 45,00 (quarenta e cinco reais).

O presente estudo está dividido em capítulos. O primeiro corresponde a revisão bibliográfica, apresentando um levantamento de trabalhos sobre o tema, respaldando a pesquisa. Já o segundo, apresenta o artigo do trabalho com o tema “comportamento do lactato e amônia em ratos submetidos a suplementação de pólen apícola durante sessões de treinamentos exaustivos”. As considerações finais estão expressas no ultimo capítulo da dissertação.

Referências Bibliográficas

AMENT, W.J.R.; KORT, E.; MARK, T.W.VAN DER.; GREVINK, R.G.; VERKERKE, G.J. Respiratory Ammonia Output and Blood Ammonia Concentration During Incremental Exercise, *Archives of Physiology and Biochemistry*, 109(5), p. 430-434, 2001.

BLOMSTRAND, E.; SALTIN, B. Effect of Muscle Glycogen on Glucose, Lactate and Amino Acid Metabolism During Exercise and Recovery in Human Subjects, *Journal of Physiology*, 514(1), p. 293-302, 2006.

CASPERSEN, C. J.; POWELL K.E.; CHRISTENSON G.M. Physical activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. *Public Health Report*, 100(3), p. 126-131, 1985.

COLOMBANI R , P.C.; RINDOVA W, BITZI P. FREY.; ARNOLD W, FREY M.; WENK, L. Chronic Arginine Aspartate Supplementation in Runners Reduces Total Plasma Amino Acid Level at Rest And During a Marathon Run, *Europe Journal Nutrition*, 10(38), p.263-270,1999.

ELIASON, BC; KRUGER, J; MARK, D; RASMANN, DN. Dietary Supplement Users: Demographics, Product Use, and Medical System Interaction. *Board Family Practice*, 7(10) p. 265-271,1997.

FRANCO, T.; DRUCK, G. Padrões de Industrialização, Riscos e Meio Ambiente. *Ciência e saúde coletiva*, 3(2), p. 61-72, 1998.

GRAHAM, T; MACLEAN, D. A. Ammonia and Amino Acid Metabolism in Human Skeletal Muscle During Exercise, *Canadian Journal Physiology Pharmacology*, 70(1), p. 132-141, 1992.

HELLSTEN, Y.; RICHTER, E. A.; KIENS, B.; BANGSBO, J. AMP Deamination and Purine Exchange in Human Skeletal Muscle During and After Intense Exercise, *Journal of Physiology*, 520(3), p.909-920, 1999.

HESPEL,P.; MAUGHAN, R.; GREENHAF, P. Dietary Supplements for Football, Journal of Sports Sciences, 24(7), p. 749-761, 2006.

HUANG, C-C; LIN, T-J; LU, Y-F; CHEN, C-C; HUANG, C-Y; LIN, W-T. Protective Effects of L-Arginine Supplementation Against Exhaustive Exercise-Induced Oxidative Stress in Young Rat Tissues, Chinese Journal of Physiology 52(5), p. 306-315, 2009.

JURCA, R.; LAMONTE, M.; CHURCH, S.; EARNEST, C.; FITZGERALD, S., BARLOW, C. Associations of Muscle Strength and Fitness With Metabolic Syndrome in Men, Medicine Science Sports Exercise, 36(8), p.1301-1307, 2004.

KOEVA, YA.; GEORGIEVA, KN.; ATANASSOVA, PK.; DELCHEV, SD. Effects of Submaximal Training and Anabolic Androgenic Steroids Administration on Steroidogenic Enzyme Activity In Rat Leydig Cell, Folia Medicine, 45(1), p.37-40, 2003.

LUKASKI HC. Vitamin and Mineral Status: Effects on Physical Performance, Nutrition, 20(78), p. 632-44, 2004.

MATSAKAS, A.; NIKOLAIDIS, M.; KOKALAS, N.; MOUGIOS, V.; DIEL, P. Effect Of Voluntary Exercise On The Expression of IGF-I and Androgen Receptor in Three Rat Skeletal Muscles and on Serum IGF-I and Testosterone Levels, International Journal Sports Medicine, 25(7), p.502-8, 2004.

MAUGHAN, RJ.; FREDERIC, D.; HANS, G. The use of dietary supplements by athletes, Journal of Sports Sciences, 25(1), p. 103-113, 2007.

MENEGUELLO, M.; MENDONÇA , J.; JUNIOR, A. H. L.; ROSA, L. F. B. P. COSTA. Effect of arginine, ornithine and citrulline supplementation upon performance and metabolism of trained rats. Cell Biochemistry Function, 32(21), p. 85–91, 2003.

MIARKA, B.; JUNIOR, C. C. L.; INTERDONATO, G. C.; DEL VECCHIO, F. B. Características da suplementação alimentar por amostra representativa de acadêmicos da área de educação física. Movimento e Percepção. 8(1), p. 11-13, 2007.

MOUILLERON, S.; DENISOT, M. A. B.; PIMPANEAU, B. G. Glutamine Binding Opens The Ammonia Channel and Activates Glucosamine-6P Synthase, The journal of biological chemistry, 281(7), p. 4404-4412, 2006.

MOURA, J.; PEGORARO, A. Production of Bee Pollen Using Pollen Collectors in The Timetable Of Food Availability In The Top of Bracatinga’S Bloom, Scientia Agraria, 7(2), p.97-100, 2006.

NELSON, D. L.; MICHAEL, M. COX. **Lehninger Principles Of Biochemistry**. 5 Ed. New York: Freeman & Co, 2002.

PEREIRA, R.F.; LAJOLO, F.M.; HIRSCHBRUCH, M.D. Consumo de Suplementos Alimentares por Alunos de Academias de Ginásticas em São Paulo, Revista de Nutrição, 16(3), P. 265-272, 2003.

SANTOS, K.M.A.; BARROS FILHO, A.A. Consumo de Produtos Vitamínicos Entre Universitários de São Paulo, SP, Revista de Saúde Pública, (36)2, p. 250-256, 2002a.

SANTOS, K.M.A.; BARROS FILHO, A.A. Fontes de Informação Sobre Nutrição E Saúde Utilizadas Por Estudantes de Uma Universidade Privada de São Paulo, Revista De Nutrição, 15(2), p. 201-210, 2002b.

TOLEDO, A. S. **As Representações Do Profissional De Educação Física Construídas Por Profissionais De Saúde**. Dissertação, UCB, Distrito Federal, DF, Brasil, 2003.

WHO. Promoción de la salud mental: conceptos, evidencia emergente, práctica: informe compendiado / un informe de la Organización Mundial de la Salud, Departamento de Salud Mental y Abuso de Sustancias en colaboración con la Fundación Victorin para La Promoción de La Salud y La Universidade de Melbourne. Disponível na internet via [www url:http://www.who.int/mental_health/evidence/promocion_de_la_salud_mental.pdf](http://www.who.int/mental_health/evidence/promocion_de_la_salud_mental.pdf). Arquivo capturado em 15 de maio de 2010.

WILLIAMS, M. Dietary Supplements and Sports Performance: Amino Acids. Journal Of The International Society Of Sports Nutrition. (2)2, p. 63-67, 2005.

CAPITULO I – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Atividade física e promoção da saúde

Em 1995, o American College of Sports Medicine e o Centers for Disease Control and Prevention publicaram as diretrizes nacionais sobre Atividade Física e Saúde Pública. A Comissão de Exercício e Reabilitação Cardíaca da American Heart Association aprovou e apoiou essas recomendações. Para promover e manter a saúde, todos os adultos saudáveis entre 18 e 65 anos precisam de atividade física aeróbia com intensidade moderada por um período mínimo de 30 minutos durante cinco dias por semana ou no mínimo 20 minutos durante três dias por semana. Além disso, cada adulto deve realizar atividades que mantenham ou aumentem a força e a resistência muscular no mínimo dois dias por semana. Por causa da relação dose-resposta entre atividade física e saúde, as pessoas que desejam melhorar a sua aptidão pessoal, ou reduzir o seu risco para desenvolver doenças crônicas ou o ganho de peso saudável podem se beneficiar, excedendo os limites mínimos recomendados de atividades físicas (HASKELL *et al.*, 2007).

Alguns estudos epidemiológicos têm mostrado que a atividade física pode prevenir o desenvolvimento de doenças crônicas degenerativas como obesidade, diabetes, osteoporose, doenças cardiovasculares e câncer, bem como promover uma melhora na qualidade de vida (DELLA VALLE; GRIMALDI e FARINARO, 2008; GROVEN e ENGELSRUD, 2010; MOLINARI-BUCHIJ *et al.*, 2010).

1.2 Tipos de Exercícios

Exercício Anaeróbio

Neste tipo de exercício predomina o fornecimento de energia através de processos metabólicos que não envolvem diretamente a utilização de oxigênio. Anaeróbio significa "sem oxigênio", e refere-se à geração de energia no tecido vivo independente do oxigênio. São atividades de curta duração e alta intensidade (HAND *et al.*, 2010). Diante disso podemos citar algumas atividades anaeróbias, como musculação, corrida de velocidade, saltos, ou seja, qualquer movimento ou exercício que consista de movimentos rápidos e de curta duração. Este tipo de exercício é geralmente utilizado para desenvolver força e ou favorecer o aumento da massa muscular (hipertrofia), são chamados de exercícios resistidos e podem ser definidos como um exercício ativo com contração muscular dinâmica (contrações

isotônicas) ou estática (contrações isométricas) e uma resistência externa. Essa resistência pode ser aplicada manualmente ou mecanicamente (BARBOSA; SANTAREM; JACOB FILHO, 2002).

Exercício Aeróbio

Os exercícios aeróbios são realizados por longos períodos de tempo e em uma intensidade baixa. Incluem-se nesta categoria a caminhada, a corrida moderada, a natação, entre outros. Este tipo de exercício requer grandes quantidades de oxigênio para gerar energia suficiente por um período mais prolongado. Quando se pratica exercícios aeróbios, as células musculares consomem mais oxigênio para produzir energia quando comparado com os exercícios anaeróbio que são de maior intensidade e de menor duração. Neste tipo de exercício, durante os primeiros segundos de atividade o organismo quebra o ATP (Adenosina trifosfato) dentro das células musculares e depois passa a transformar a glicose existente no corpo em ATP para poder continuar utilizá-la. Nos exercícios aeróbios, que são de baixa intensidade e de longa duração, o corpo irá exigir muito mais energia, porém terá mais tempo para produzi - lá. Neste caso a glicose se transforma em ácido pirúvico que será conduzido até a mitocôndria e produzirá uma enzima chamada Acetil-CoA, que por fim reage com o oxigênio da respiração celular e produz em torno de dezoito vezes mais ATP do que os exercícios anaeróbios.

Como a glicose é uma substância vital para o funcionamento do cérebro, o corpo evita utilizá-la em grandes quantidades durante o exercício aeróbio e passa a utilizar às moléculas de gorduras no lugar da glicose para produzir energia (ZAMPARO; CAMPELLI; PENDERGAST, 2010). O exercício aeróbio consome não somente a gordura armazenada nos músculos, mas a de outras partes do corpo como fonte de energia (KWON et al, 2010)

Um exemplo de exercício aeróbio é a natação, dependendo do tipo de prova. O conceito de natação é muito amplo e permite diferentes interpretações se consideradas as diversas técnicas dos nadados e a forma de locomoção dos seres humanos no ambiente aquático (ZAMPARO; CAMPELLI; PENDERGAST, 2010). A Confederação Brasileira de Desportos Aquáticos (CBDA, 2010) considera a natação um desporto aquático que consiste na deslocação das pessoas através dos movimentos de braços e pernas dentro da água.

Dependendo do tipo de modalidade na natação, haverá diferença nos sistema energético utilizado (SILVA et al., 2007). Existem três vias de ressíntese de adenosina trifosfato (ATP), a anaeróbia alática, anaeróbia láctica e aeróbia, as mais comuns utilizadas durante as provas de natação são: anaeróbia, que pode ser alática (não tendo ácido láctico como produto final) ou láctica (ácido láctico como produto final) A fase aeróbia, no entanto, ocorrerá nas provas acima de 1500 metros (SANTHIAGO *et al.*, 2009).

O processo bioquímico que definirá esses mecanismos é a diminuição nas reservas de ATP estimulando a ressíntese. Todas as vias de ressíntese de ATP são estimuladas simultaneamente, mas, o que realmente determina qual delas irá participar é a intensidade e duração do exercício ou do esforço, pois cada uma dessas vias possui características bioquímicas distintas (ZADIK; NEMET; ELJAKIM, 2009).

Os tipos de fibras musculares que são estimuladas durante o exercício também variam de acordo com o tipo de modalidade ou tipo de prova na natação. Os miócitos são células musculares, sendo que em mamíferos podem se apresentar na forma tipo I e tipo II. As fibras musculares do tipo I têm características que as tornam adaptadas para exercícios aeróbios são conhecidas como fibras lentas e vermelhas, pois possuem mais mioglobina e mais mitocôndrias. As do tipo II são rápidas, adaptadas para exercícios de potência, principalmente a fibra do tipo II-B. O que determina a fibra ser do tipo I ou tipo II é sua inervação, logo, isso é determinado geneticamente, porém, a mudança de II-A para II-B e vice-versa é bastante plástica e dependente de treinamento físico (PRINCE *et al.*, 1981;FRONTERA *et al.*, 2008). No que se refere à otimização da performance, independente do tipo de fibras, o uso de suplementos alimentares vem crescendo, principalmente a utilização de suplementos a base de aminoácidos (EILAT-ADAR e GOLDBOURT, 2010; JAVIERRE *et al.*, 2010)

1.3 Suplementos

Os suplementos comumente usados pelos atletas incluem vitaminas, sais minerais, proteínas, creatina, aminoácidos e vários outros compostos ergogênicos. Estes suplementos muitas vezes são utilizados sem nenhum conhecimento ou avaliação prévia dos benefícios potenciais ou dos riscos associados à sua utilização. O uso de suplementos tem se tornado uma prática comum no âmbito esportivo e tem sido mostrado que cerca de 85% dos atletas de elite se utilizam de suplementos alimentares (LIPPI *et al*, 2008). Proteínas e aminoácidos são nutrientes importantes de uma dieta e, como tal, têm sido objeto de uma grande discussão e controvérsia, principalmente entre atletas de força, potência e de endurance

(MANNINEN, 2009). Sobre a suplementação e nutrição de atletas, existem muitas preocupações éticas, porque existe a suspeita de que, na prática, grandes doses de suplementos ingeridos por atletas não são utilizadas para fins somente nutricionais. Pois, muitos se utilizam de outros recursos, tais como os anabolizantes esteróides sintéticos para levar vantagem em determinadas competições (DI LUIGI, 2008).

Os efeitos de alguns ergogênicos não estão bem documentados no que se refere à melhora do desempenho dos atletas no exercício de alta intensidade, como por exemplo, a creatina, a cafeína, os aminoácidos entre outros, pois grande parte dos estudos não está direcionado a nenhum evento específico (MAUGHAN *et al.*, 2007). Porém, para alguns autores no que se refere aos benefícios associados ao uso de suplementos alimentares acreditam que os aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA - branch chain amino acids) podem contribuir para um melhor rendimento. Um estudo experimental realizado por ARAUJO *et al* (2006) analisou os efeitos de uma dieta suplementada com BCAA sobre o desempenho e o metabolismo de glicogênio em ratos submetidos ao treinamento de natação. Participaram do estudo trinta e seis ratos machos adultos Wistar, sendo que 12 animais receberam placebo e 24 receberam a suplementação com BCAA em doses distintas, durante 6 semanas.

O protocolo constou de períodos de exercícios de natação (60 minutos/dia) durante 6 semanas em intensidades próximas do limiar de lactato. No último dia do experimento, todos os grupos foram submetidos a natação por uma hora ou até atingirem a exaustão. O tempo de exaustão não diferiu entre os grupos, porém, o grupo submetido até a exaustão que utilizou placebo apresentou uma redução da glicose plasmática e um aumento nos níveis plasmáticos de lactato e de amônia quando comparado ao grupo que foi suplementado com BCAA.

A resposta do lactato sanguíneo frente ao exercício tem sido utilizada para identificar parâmetros de condicionamento da capacidade aeróbia, como o limiar de lactato. Esse parâmetro pode ser utilizado como referência para prescrição e controle de intensidades do treinamento, e diversos protocolos de avaliação têm sido utilizados especialmente em corrida, ciclismo e natação. (COEN; URHAUSEN; KINDERMANN, 2001; MACINTOSH; ESAU; SVEDAHL, 2002; RIBEIRO *et al.*, 2003). Desta forma, nas últimas décadas a utilização de suplementos alimentares para melhorar a performance entre atletas vem aumentando de forma significativa, no entanto, tem-se observado que o uso deste recursos na atualidade não está restrito somente aos atletas, pois em um estudo realizado por Hoffman (2008) ao investigarem o uso de suplementação alimentar em adolescentes constataram que tanto rapazes como moças vêm se utilizando destes recursos em 12 estados dos Estados Unidos. O uso de pelo menos um suplemento foi relatado por 71,2% dos adolescentes pesquisados, prioritariamente polivitamínicos e bebidas energéticas. Já o uso de suplementos para aumentar a massa corporal, força, e reduzir o percentual de gordura, foi mais prevalente entre os homens (2,4%) do que entre as mulheres (0,8%).

No âmbito esportivo o uso de suplementos alimentares e seus efeitos sobre os marcadores de queda de desempenho como o lactato e a amônia vêm sendo utilizados para diminuir seus níveis séricos durante o exercício intenso, uma vez que o aumento progressivo da produção de amônia livre no músculo observado durante exercício prolongado pode tornar-se um marcador de estresse do metabolismo muscular, o que pode provocar o catabolismo de aminoácidos no músculo ativo e impossibilitar a demanda de ATP (adenosina trifosfato) como fonte de energia (LACERDA, *et al.*, 2007; CAPUTO, *et al.*, 2009). Além disso, a amônia aumenta a incapacidade do músculo de produzir ATP pela via da fosforilação oxidativa, levando o músculo à fadiga. A fim de impedir este acúmulo, o ciclo da uréia no fígado elimina o NH_3 e NH_4^+ (amônia) livre na forma de uréia e o músculo esquelético protege o aumento da amônia através das reações de transaminação (HELLSTEN *et al.*, 1999; SCHUZ e HECK, 2003). Na intenção de diminuir a produção de amônia durante o exercício físico, alguns atletas vêm se utilizando de suplementos a base de aminoácidos, dentre eles, os BCAA (aminoácidos de cadeia ramificadas) são os mais comuns (YUAN *et al.*, 2002; BETTS *et al.*, 2005; CANDOW *et al.*, 2006; NOSAKA *et al.*, 2006; WILKINSON, 2006; GIBALA, 2007; AMENT e VERKERKE, 2009).

No que se refere aos BCAA, estudos demonstraram que sua suplementação tem sido utilizada para melhorar a performance, reduzir a fadiga central e otimizar a recuperação muscular (HARGREAVES e SNOW, 2001; DODSON, 2005; WILLIAMS, 2005; NOSAKA *et al.*, 2006; BLOMSTRAND e BENGT, 2006). A ingestão de BCAA parece diminuir o sentimento de fadiga central e periférica, no entanto, a suplementação de BCAA não deve ser administrada por um longo período, pois podem ocorrer aumentos significativos de amônia durante o exercício físico que atua como agente de fadiga (PORTIER *et al.*, 2008; ROGERO e TIRAPEGUI, 2008) o que contraria a opinião de alguns autores (ARAÚJO *et al.*, 2006).

Em um estudo realizado por TIPTON *et al.* (2008) observou-se um aumento na taxa de síntese protéica e melhora na performance de ratos treinados com natação, após a combinação de alguns aminoácidos, entre eles os BCAA. A ingestão de aminoácidos pode trazer benefícios de outra natureza, tais como a redução do catabolismo protéico durante o esforço e uma melhora no período de recuperação de atletas (BLOMSTRAND e BENGT, 2006; ZHANG *et al.*, 2008). Outros autores questionaram a eficácia da suplementação dos aminoácidos de cadeia ramificada para melhorar o desempenho (ETHERIDGE, PHILP e WATT 2008;). BLOMSTRAND (2006) demonstrou que indivíduos suplementados com BCAA antes ou durante o exercício, tiveram seus níveis plasmáticos de amônia elevados, corroborando com estudo de ARMADA-DA-SILVA (2005) que afirmou que a ingestão de aminoácidos de cadeia ramificada pode aumentar os níveis de amônia e prejudicar a performance dos indivíduos. Por outro lado, a utilização dos BCAA não se restringe ao esporte. HOLECEK (2010)

observou durante seu estudo com pacientes portadores de doenças hepáticas, que a suplementação de BCAA pode melhorar de forma significativa a saúde desses indivíduos.

Outro aminoácido que vem sendo utilizado como recurso ergogênico é a glutamina (Gln). Este aminoácido pode contribuir para a síntese protéica e/ou em uma diminuição da proteólise por ser um substrato para a gliconeogênese e também por auxiliar no sistema imune, podendo assim evitar a imunossupressão logo após o exercício intenso e acelerar a recuperação o que poderia contribuir para uma melhor performance (BLANCHARD *et al*, 2001; CASTELL, 2002; ANTONIO *et al*, 2002). A principal fonte endógena de glutamina no músculo esquelético se dá por meio da enzima glutamina sintetase (HAKVOORT, *et al.*, 2010). Durante o exercício intenso a Gln é utilizada em grandes quantidades durante a gliconeogênese, no ciclo da uréia no fígado e na manutenção do equilíbrio ácido-básico devido à ação renal (FIELD *et al*, 2000; HALL, 2000; WILLOUGHBY, 2007).

Um estudo realizado por BASSINI-CAMERON *et al* (2008) teve como principal objetivo avaliar a resposta metabólica de atletas profissionais de futebol suplementados com glutamina (Gln) e alanina (Ala). Os resultados deste estudo sugeriram que a glutamina protege contra a hiperamonemia, porém, isto irá depender da intensidade do exercício e do período em que os indivíduos serão suplementados. PHILLIPS (2007) afirmou que faltam dados consistentes para evidenciar os efeitos ergogênicos da glutamina e que a popularidade do seu uso tem sido intensificada devido a campanhas de marketing.

Todavia, as questões metodológicas devem ser cuidadosamente consideradas quando se avalia a influência de alguns suplementos no treinamento, pois as evidências sugerem que as adaptações no treinamento são devidas aos diversos tipos de atividades em resposta a cada período de exercício sendo que o tipo de proteína também deve ser levado em consideração, e recomenda-se de forma geral, a ingestão de proteínas de alto valor biológico (são aquelas que contêm todos os aminoácidos essenciais em quantidades e proporções ideais) para melhor resposta frente às sessões de exercícios (TIPTON *et al*, 2008; IVY, *et al.*, 2008).

A busca por novos suplementos que possam contribuir para a melhora da performance e que sejam considerados naturais vem crescendo muito nos últimos anos, onde tem se destacado a utilização do pólen apícola como suplemento no âmbito esportivo. Em sua composição o pólen apícola apresenta valiosos nutrientes, entre os quais pode-se encontrar minerais, que foi o principal objeto do trabalho desenvolvido por VILLANUEVA *et al* (2001), onde foram analisados sódio, potássio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco em 15 amostras de pólen apícola, de diferentes regiões. Os

resultados mostraram grande contribuição do potássio na composição deste produto natural, com valores maiores que 400 mg/100 g, mas também foram encontrados níveis significativos de ferro e zinco. Segundo MAUGHAN e EVANS (1982) alguns atletas se utilizam regularmente de pólen apícola como um suplemento dietético na crença de que ele pode levar a uma melhoria do desempenho. O grão de pólen é o portador do gameta masculino da flor e tem sido utilizado, na forma de pólen apícola há muito tempo, principalmente entre adeptos da alimentação natural, como suplemento da dieta humana, provavelmente pela riqueza em relação a proteínas, lipídios, vitaminas, sais minerais e carboidratos (SOUZA *et al.*, 2004).

O pólen coletado nas plantas é levado até o alvado (entrada da colméia), ao passar por esta grade, as bolotas de pólen se desprendem das corbículas (estrutura localizada nas patas traseiras das abelhas), caindo em um recipiente do qual posteriormente será removido pelo apicultor, após ser processado pode ser utilizado como complemento alimentar na nutrição humana, pois é uma importante fonte de proteínas (BARRETO, 2005). Portanto, estudos da incorporação destes produtos na dieta humana devem ser incluídos, possibilitando uma nova fonte alternativa de alimento potencialmente nutritivo e saudável, principalmente no exercício físico.

Nos últimos dez anos o pólen apícola processado vem sendo introduzido no mercado como um novo produto apícola no Brasil. Atualmente o estado de Sergipe conta com cinco municípios produtores de pólen e um total de 450 colméias e 30 apicultores destinados para esta produção (OLIVEIRA, 2008). Apesar de relativamente nova, a produção de pólen apícola no estado de Sergipe está em crescimento, ainda que sejam necessárias adequações às normas do mercado consumidor. Neste estudo foram realizadas importantes análises nutricionais do pólen apícola, pois, para ALMEIDA-MURADIAN *et al* (2005), o conhecimento nutricional do pólen apícola é muito importante, uma vez que este fator pode ser utilizado no controle de qualidade do pólen apícola e principalmente para tentar direcionar a produção comercial do pólen proveniente de uma mesma espécie de planta. Com base no exposto o objetivo do presente estudo foi avaliar a ação da suplementação de pólen apícola nos marcadores séricos não eletrolíticos em modelo murino submetidos ao exercício de natação até a exaustão.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA-MURADIAN, L.B.; PAMPLONA, L.C.; COIMBRA, S.; BARTH, O.M. Chemical Composition and Botanical Evaluation of dried bee pollen pellets. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18(6), p.105-111, 2005.

AMENT, W.; VERKERKE, G.J. Exercise and Fatigue, Sports Medicine, (39)5, p. 389-422, 2009.

ANTONIO, J. ; SANDERS, M.S ; KALMAN, D. ; WOODGATE, D. ; STREET, C. The Effects Of High-Dose Glutamine Ingestion On Weightlifting Performance. Journal Strength Conditioning Research, 16(1), p. 157-160, 2002.

ARAUJO, J.; FALAVIGNA, G.; ROGERO, M. M.; PIRES, IVANIR S.O. Effect of Chronic Supplementation With Branched-Chain Amino Acids On The Performance And Hepatic And Muscle Glycogen Content in Trained Rats. Life Sciences, 79(14), p. 1343-1348, 2006.

ARMADA-DA-SILVA, P., ALVES, F. Efeitos da Ingestão dos Aminoácidos de Cadeia Ramificada Na Fadiga Central. Revista Portuguesa de Ciências do Desporto, 5(1), p.102– 113, 2005.

BARBOSA A.R., SANTAREM J.M., JACOB FILHO W. et al. Effects of the resistance training on the sit-and-reach test in elderly women. Journal of Strength and Conditioning Research, 16(1), p. 14-18, 2002.

BARRETO, L.M.R.C., FUNARI, S.R.C., RICARDO DE OLIVEIRA, O.R.S.I., Composição e Qualidade do Pólen Apícola Proveniente de Sete Estados Brasileiros e do Distrito Federal. Boletim da Indústria Animal, 62(2), p.167-175, 2005.

BASSINI-CAMERON, A.; MONTEIRO, A.; GOMES, A.; WERNECK-DE-CASTRO, J.P.; CAMERON, L. Glutamine Protects Against Increases in Blood Ammonia in Football Players in an Exercise Intensity-Dependent Way, British Journal Sports Medicine, 42(4), p. 260-266, 2008.

BETTS, JAMES A.; STEVENSON, E.; WILLIAMS, C.; SHEPPARD, C.; GREY, E.; GRIFFIN, J. Recovery of Endurance Running Capacity: Effect of Carbohydrate-Protein Mixtures, International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 15(6), p. 590-609, 2005.

BLANCHARD, M. A.; JORDAN, G.; DESBROW, B.; MACKINNON, L. T.; The Influence of Diet and Exercise on Muscle and Plasma Glutamine Concentrations, Medicine Science Sports Exercise, 33(1), p. 69-74, 2001.

BLOMSTRAND, E.; SALTIN, B. Effect of Muscle Glycogen on Glucose, Lactate and Amino Acid Metabolism During Exercise and Recovery In Human Subjects, Journal of Physiology 514(1), p. 293-302, 2006.

CANDOW, D. G.; BURKE, N.C.; SMITH-PALMER, T.; BURKE, D. G. Effect the whey and soy protein supplementation combined with resistance training in young adults. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 16(3), p. 233-244, 2006.

CAPUTO, F.; OLIVEIRA, M. F. M.; GRECO, C. C.; DENADAI, B. S. Aerobic exercise: bioenergetics, physiological adjustments, fatigue and performance, *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 11(1), p. 94-102, 2009.

CASTELL, L. M. Can glutamine modify the apparent immunodepression observed after prolonged exhaustive exercise?, *Nutrition*, 18(5), p. 371-375, 2002.

CBDA, disponível em: <http://www.cbda.org.br>, consultado em 18/05/2010.

COEN, B.; URHAUSEN, A.; KINDERMANN, W. Individual anaerobic threshold: methodological aspects of its assessment in running. *International Journal Sports Medicine*, 22(8), p. 16-18, 2001.

DELLA VALLE, E., GRIMALDI, R., FARINARO, E. Importance of physical activity for prevention of chronic diseases, *Annali di igiene: medicina preventiva e di comunità*, 20(5), p. 485-493, 2008.

DI LUIGI, L.; BALDARI, C.; SGRO, P.; EMERENZIANI, G. P.; GALLOTA, M. C.; BIANCHINI, S.; ROMANELLI, F.; PIGOZZI, F. The type 5 phosphodiesterase inhibitor tadalafil influences salivary cortisol, testosterone, and dehydroepiandrosterone sulphate responses to maximal exercise in healthy men, *Journal Clinical Endocrinology and Metabolism*, 93(9), p. 3510-3514, 2008.

DODSON, M. W. Protein and amino acid supplementation for resistance training: are we being sold products that we don't need?, *Nutrition Noteworthy* 7(1), p. 10-12, 2005.

EILAT-ADAR, S.; GOLDBERG, U. Nutritional recommendations for preventing coronary heart disease in women: Evidence concerning whole foods and supplements, *Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases*, 20(6), p. 459-466, 2010.

ETHERIDGE, T.; PHILP, A.; WATT, P. W. A single protein meal increases recovery of muscle function following an acute eccentric exercise bout, *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33(3), pp. 483-488, 2008.

FIELD, C. J.; JOHNSON, L.; PRATT, V.C. Glutamine and arginine: immunonutrients for improved health. *Medicine Science Sports Exercise*, 32(7), p.377-388, 2000.

FRONTERA, W.R.; REID, K.F., PHILLIPS, E.M., KRIVICKAS, L.S., HUGHES, V.A., ROUBENOFF, R., FIELDING, R.A. Muscle fiber size and function in elderly humans: a longitudinal study, *Journal of Applied Physiology*, 105(2), p. 637-642, 2008.

GIBALA, M.J. High-intensity interval training: a time-efficient strategy for health promotion? *Current Sports Medicine Reports*, 6(4), p. 211-213, 2007.

GROVEN, K.S., ENGELSRUD, G. Dilemmas in the process of weight reduction: Exploring how women experience training as a means of losing weight, *International journal of qualitative studies on health well-being*, 5(2), p. 21-25, 2010.

HAKVOORT, T.B.; KOEHLER, S.E.; VERMEULEN, J.L.; DE WAART, D.R.; DE THEJIE, C. Glutamine synthetase in muscle is required for glutamine production during fasting and extrahepatic ammonia detoxification, *Journal of Biological Chemistry*, 11(8), p. 56-59, 2010.

HALL, VAN G.; SARIS, W.H.; WAGENMAKERS, A.J. The effect of free glutamine and peptide ingestion on the rate muscle glycogen resynthesis in man. *International Journal Sports Medicine*, 21(1), p. 25-30, 2000.

HAND, G.A., LYERLY, G.W., JAGGERS, J.R., DUDGEON, W.D. Impact of Aerobic and Resistance Exercise on the Health of HIV-Infected Persons. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 6(3), p. 489-499, 2009.

HARGREAVES, M. SNOW, R. Amino acids and endurance exercise, *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 11(4), p. 133-145, 2001.

HASKELL, WL., LEE, IM., PATE, R.R., POWELL, K.E., BLAIR, S.N., FRANKLIN, B.A., MACERA, C.A., HEATH, G.W., THOMPSON, P.D., BAUMAN, A. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(8), p.1423-1434, 2007.

HELLSTEN, Y.; RICHTER, E. A.; KIENS, B.; BANGSBO, J. AMP Deamination and purine exchange in human skeletal muscle during and after intense exercise. *Journal of Physiology*. 520(3), p. 909-920, 1999.

HOFFMAN, J.R. The applied physiology of American football, *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(3), p. 387-392, 2008.

HOLECEK , M. Three targets of branched-chain amino acid supplementation in the treatment of liver disease, *Nutrition*, 11(4), p. 15-18, 2010.

IVY, J. L.; DING, Z.; HWANG, H. Post exercise carbohydrate–protein supplementation: phosphorylation of muscle proteins involved in glycogen synthesis and protein translation, *Amino Acids*, 35(7), p. 89-97, 2008.

JAVIERRE, C.; SEGURA, R.; VENTURA, J.L.; SUAREZ, A.; ROSES, J.M. L-tryptophan supplementation can decrease fatigue perception during an aerobic exercise with supramaximal intercalated anaerobic bouts in young healthy men, *International journal neuroscience*, 120(5), p. 319-327, 2010.

KWON, H.R., HAN, K.A., KU, Y.H., AHN, H.J., KOO, B.K., KIM, H.C., MIN, K.W. The effects of resistance training on muscle and body fat mass and muscle strength in type 2 diabetic women. *Korean Diabetes Journal*, 15(8), p. 255-260, 2010.

LACERDA, A.C.R; GRIPP, FERNANDO; R, LUIZ, O.C; SILAMI-GARCIA, E. Acute heat exposure increases high-intensity performance during sprint cycle exercise, *Europe Journal Applied Physiology* 99(3), p. 87-93, 2007.

LIPPI, G.; BANFI, G.; GUIDI, G.C. Sputum eosinophil count in athletes with antiasthmatic therapeutic use exemption, *Medicine and Science Sports and Exercise*, 40(9), p. 1707-1708, 2008.

MACINTOSH, B.R.; ESAU, S; SVEDAHL, K. The lactate minimum test for cycling: estimation of the maximal lactate steady state. *Canadian Journal Applied Physiology*, 27(3), p. 232-49, 2002.

MANNINEN, A. H. Protein hydrolysates in sports nutrition, *Nutrition and Metabolism*, 6(38), p. 38-40, 2009.

MAUGHAN, R. J., EVANS, S.P. Effects of pollen extract upon adolescent swimmers. *British Journal of Sports Medicine*, 16(3), p. 142-145, 1982.

MAUGHAN, R. J.; FREDERIC, D.; HANS, G. The use of dietary supplements by athletes, *Journal of Sports Sciences*, 25(1), p. 103-113, 2007.

MOLINARI-BUCHJ, B., BARTH, J., JANNER, M., FREY, P. Overweight and obesity in children: known facts and new trends, *Revue Médicale Suisse*, 6(249), p. 1022-1025, 2010.

NOSAKA, K.; SACCO, P.; MAWATARI, K. Effects of Amino Acid Supplementation on Muscle Soreness and Damage, *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 16(6), p. 620-635, 2006.

OLIVEIRA, M.O.C. **Caracterização da apicultura no Estado de Sergipe-BR**. Dissertação de mestrado, UFS/São Cristóvão, SE, 2008.

PHILLIPS, G.C. Glutamine: the nonessential amino acid for performance enhancement. *Current Sports Medicine Reports*, 7(6), p. 265-268, 2007.

PORTIER, H.; CHATARD, J.C.; FILAIRE, E.; JAUNET-DEVienne, M.F.; ROBERT, A.; GUEZENNEC, C.Y. Effects of branched-chain amino acids supplementation on physiological and psychological performance during an shore sailing race, *Europe Journal Applied Physiology*, 104(6), p. 787-794, 2008.

PRINCE, F. P., HIKIDA, R.S., HAGERMAN, F.C., STARON, R.S., ALLEN, W.H. A morphometric analysis of human muscle fibers with relation to fiber types and adaptatations to exercise, *Journal of the Neurological Sciences*, 49(2), p. 165-179, 1981.

RIBEIRO, L.F.P; BALAKIAN, JR; MALACHIAS, P; BALDISSERA, V. Stage length, spline function and lactate minimum swimming speed, *Journal Sports Medicine Physiology Fitness*, 4(3), p. 312-318, 2003.

ROGERO, M.M.; TIRAPGUI, J. Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico, *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 44(4), p. 17-20, 2008.

SANTHIAGO, V., DA SILVA, A.S., PAPOTI, M., GOBATTO, C.A. Effects of 14-Week Swimming Training Program on the Psychological, Hormonal, and Physiological Parameters of Elite Women Athletes, *Journal Strength Conditioning Research*, 87(6), p. 445-452, 2010.

SCHUZ, H.; HECK, H. Glycogen depletion as indication for ammonia determination in exercise testing. *Europe Journal Sports Science*, 3(3), p.1-9, 2003.

SILVA, A.J., MACHADO REIS, V., GUIDETTI, L., BESSONE ALVES, F., MOTA, P., FREITAS, J., BALDARI, C. Effect of creatine on swimming velocity, body composition and hydrodynamic variables, *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(1), p. 58-64, 2007.

SOUZA, R.C.S; YUYAMA, L.K.O; AGUIAR, J.P.L; OLIVEIRA, F.P.M. Valor nutricional do mel e pólen de abelhas sem ferrão da região amazônica. *Acta Amazônica*, 34(2), p. 333 – 336, 2004.

TIPTON, K. D.; FERRANDO, A. A.; WILLIAMS, B. D.; WOLFE, R. R. Muscle protein metabolism in female swimmers after a combination of resistance and endurance exercise. *Journal Applied Physiology*, 81(8), p. 2034-2038, 2008.

VILLANUEVA, M.T.O.; MARQUINA, D. A.; BRAVO, S.R.; BLAZQUEZ, A. G. Mineral content of commercial pollen. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 52(3), p. 243-9, 2001.

WILKINSON, S.B.; KIM, P.L.; ARMSTRONG, D.; PHILLIPS, S.M. Addition of Glutamine to Essential Amino Acids and Carbohydrate Does Not Enhance Anabolism in Young Human Males Following Exercise, *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 31(5), p. 518–529, 2006.

WILLIAMS, M. Dietary Supplements and Sports Performance: amino acids, *Journal of The International Society of Sports Nutrition*. 2(2), p. 63-67, 2005.

WILLOUGHBY, D.S.; STOUT, JR.; WILBORN, C.D. Effects of Resistance Training And Protein Plus Amino Acid Supplementation on Muscle Anabolism, Mass, and Strength. *Amino Acids*, 32(4), p. 467-77, 2007.

YUAN, Y.; WONG, S.; CHAN, K.M. Ammonia Threshold-Comparison to Lactate Threshold, Correlation to Other Physiological Parameters and Response to Training, *Scandinavian journal of medicine science in sports*, 12(6), p. 358-364, 2002.

ZADIK, Z., NEMET, D., ELJAKIM, A. Hormonal and metabolic effects of nutrition in athletes, *Journal Pediatric Endocrinology Metabolism*, 22(9), p. 769-777, 2009.

ZAMPARO, P., CAPELLI, C., PENDERGAST, D. Energetics of swimming: a historical perspective. *European Journal Applied Physiology*, 8(5), p. 385-391, 2010.

ZHANG, H.M.; KAZAZIC, S.; SCHAUB, T.M.; TIPTON, J.D.; EMMETT, M.R.; MARSHALL, A.G. Enhanced Digestion Efficiency, Peptide Ionization Efficiency, and Sequence Resolution for Protein Hydrogen/Deuterium Exchange Monitored by Fourier Transform ion Cyclotron Resonance Mass Spectrometry, *Analytical Chemistry*, 80(23), p. 9034-9041, 2008.

CAPITULO II – COMPORTAMENTO DO LACTATO E AMÔNIA EM RATOS SUBMETIDOS À SUPLEMENTAÇÃO DE PÓLEN APÍCOLA DURANTE SESSÕES DE TREINAMENTOS EXAUSTIVOS.

BEHAVIOR OF LACTATE AND AMMONIA IN RATS SUBMITTED TO SUPPLEMENT OF BEE POLLEN DURING SESSIONS EXHAUSTING TRAINING.

Resumo

Durante o exercício moderado a intenso, o músculo esquelético ativo se torna a principal fonte de amônia pela deaminação do AMP a IMP, em um processo cíclico denominado Ciclo Nucleotídio Adenina. A amônia e o lactato, produzidos pelas reações celulares durante o exercício, vêm sendo associados tanto com a fadiga central, quanto a periférica. Sendo assim o objetivo desse estudo foi avaliar o comportamento da amônia e do lactato em ratos submetidos a sessões de treinamentos exaustivos e suplementados com pólen apícola e glutamina. Os valores foram expressos como média e desvio padrão, e para análise da distribuição normal da amostra, foi realizado o teste de Shapiro-Wilk. Em seguida foi realizado a análise variância (Anova) e o teste de Tukey para verificar as diferenças entre as médias dos grupos experimentais e controle, adotando-se o nível de significância de 5%. Foram observadas reduções significativas (10%) nos níveis de amônia do grupo suplementado com 2g.Kg⁻¹ de pólen apícola, no entanto, os níveis de lactato do mesmo grupo elevou-se 80% em relação aos outros. O tempo de exaustão do grupo suplementado com 2g.Kg⁻¹ foi de 10,77 minutos; o tempo de exaustão grupo suplementado com 1g.Kg⁻¹ foi de 7,88 minutos, já o grupo controle e exercício alcançou 8,71 minutos. Os resultados encontrados sugerem que a suplementação de pólen apícola com 2g.Kg⁻¹ pode contribuir para a diminuição dos níveis de amônia e otimizar o tempo de exaustão.

Palavras chaves: Amônia, Lactato, Fadiga.

Abstract

During moderate to intense exercise, the active skeletal muscle becomes the major source of ammonia by deamination of AMP to IMP, a process called cyclic adenine nucleotide cycle. The ammonia and lactate, produced by cellular reactions during the exercise, have been associated both with the central fatigue, as the peripheral. Therefore the objective of this study was to evaluate the behavior of ammonia and lactate in rats subjected to exhaustive training sessions. Values are expressed as mean and standard deviation, and analysis of the normal distribution of the sample was performed using the Shapiro-Wilk. Then was accomplished the variance analysis (ANOVA) and Tukey test to detect differences between the means of experimental and control groups, adopting a significance level of 5%. Significant reductions (10%) ammonia levels in the group supplemented with 2g.Kg⁻¹ pollen, however, lactate levels in the same group rose 80% compared to the others. The time to exhaustion in the group supplemented with 2g.Kg⁻¹ was 10.77 minutes, the time to exhaustion group supplemented with 1g.Kg⁻¹

was 7.88 minutes. The results suggest that supplementation with pollen 2g.Kg⁻¹ may contribute to decreased levels of ammonia and optimize the time of exhaustion.

Key-words: Ammonia, Lactate, Fatigue.

Introdução

Durante o exercício de alta intensidade, as principais fontes de fornecimento de ATP (adenosina trifosfato) são a quebra da creatina fosfato e a degradação do glicogênio muscular a ácido láctico. A prática de exercício físico até a exaustão induz alterações metabólicas do tipo hemoconcentração e acidose, quantificadas por indicadores como hematócrito, osmolaridade, natremia, hemoglobina, albumina, lactato e amônia, além de hormônios e neurotransmissores. Entretanto, pouco se conhece sobre o impacto do treinamento exaustivo sobre a magnitude de variação desses indicadores sanguíneos (IZQUIERDO, *et al.*, 2009).

As altas concentrações de lactato e amônia podem favorecer o surgimento da fadiga por aumentarem a concentração de íons H^+ gerada pela dissociação do ácido láctico em lactato e íons hidrogênio (H^+), diminuindo o pH sanguíneo (acidez), isso pode gerar uma redução da potência produzida por inibição da glicólise, via inibição da enzima fosfofrutoquinase e, conseqüentemente, interrupção do suprimento energético (IZQUIERDO, *et al.*, 2009). A suplementação de aminoácidos pode interferir de forma positiva no metabolismo do lactato e amônia, favorecendo uma melhor performance durante o exercício físico (HELLSTEN *et al.*, 1999; COLOMBANI *et al.*, 1999; AMENT *et al.*, 2001; MENEGUELO *et al.*, 2003; MOUILLERON *et al.*, 2006; BLOMSTRAND e BENGT, 2006).

Baseado nos possíveis efeitos ergogênicos de alguns aminoácidos (BCAA, glutamina, arginina) o uso de suplementos alimentares vem se tornando cada vez mais comum no meio esportivo. Isto porque os atletas ou mesmo as pessoas que praticam atividade física estão visando um melhor rendimento e/ou ganho de saúde e forma física (ALVES e LIMA, 2009). Assim, com a preocupação de melhorar o desempenho físico, os mais diversos recursos têm sido propostos nos últimos anos. Desta forma, observa-se a preocupação de alguns autores em observar reduções de acúmulos dos metabólitos que diminuem e/ou induzem a fadiga durante o exercício físico, por meio da suplementação de aminoácidos em alguns estudos (BETTS, 2005; CANDOW, 2006; NOSAKA, 2006; WILKINSON, 2006; GIBALA, 2007; AMENT e VERKERKE, 2009).

Em um estudo realizado por TSAI *et al* (2009) foi observado que a suplementação de arginina em atletas de judô diminuiu significativamente os níveis de lactato dos atletas. Entre os metabólitos que diminuem ou comprometem a performance estão o lactato e a amônia. MENEZES *et al* (2010) realizaram um estudo para verificar a aptidão física de ratos em treinamento através da avaliação das concentrações de ácido láctico sérico. Neste estudo foi realizado um experimento utilizando 40 ratos

machos wistar não suplementados, divididos em cinco grupos de oito indivíduos, havendo um grupo controle. Os resultados demonstraram que ratos submetidos ao treinamento físico, de acordo com o protocolo testado, aumentaram gradativamente os níveis de lactato com o aumento do esforço físico.

GOROSTIAGA *et al* (2010) investigaram os efeitos de sessões de corridas de 400 metros nos níveis de lactato e amônia de corredores de elite. No final das sessões de treinamento, os níveis de lactato e amônia encontraram-se extremamente elevados, 14 mmol.L⁻¹ e 42 mmol.L⁻¹ respectivamente. Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi observar o comportamento da amônia e do lactato em ratos submetidos a sessões de treinamentos exaustivos suplementados com pólen apícola e glutamina.

Material e Métodos

2.1 Material

O pólen apícola utilizado neste estudo foi proveniente do estado de Sergipe da unidade de processamento de pólen apícola de Brejão dos Negros – Povoado de Brejo Grande. A glutamina foi adquirida através da PROBIÓTICA PRODUTOS NATURAIS LTDA, com sede em Embú das Artes, São Paulo-Brasil. A ração a qual os ratos foram alimentados durante todo o período do estudo foi a NUVLAB/CR-1.

2.2 Caracterização do pólen apícola

2.2.1 Análise de proteína

O teor de nitrogênio foi avaliado pelo método micro KJELDAHL utilizando o fator 6,25x%N (AOAC, 1999).

2.3.2 Aminoacidograma

A análise de aminoacidograma do pólen apícola foi realizada no Centro de química de proteínas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP.

2.2.3 Análise de açúcares

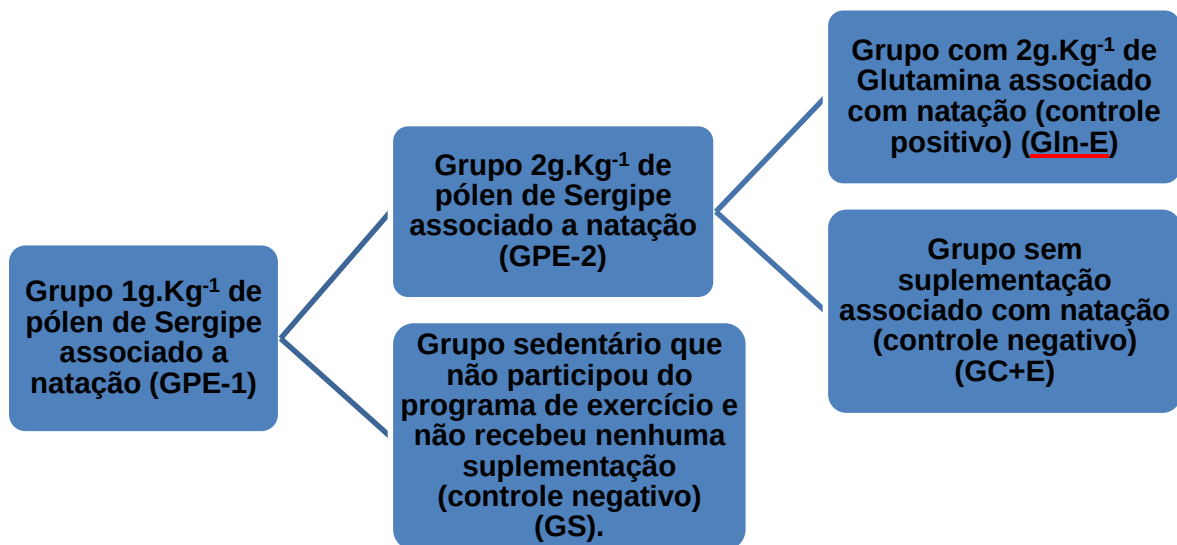
A determinação dos açúcares redutores do pólen apícola foi realizada pelo método de Lane e Eynon segundo AOAC (1999).

2.2.4 Aspectos éticos

O projeto foi submetido e aprovado no Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Tiradentes (CEP) como parecer consubstanciado inscrito sob o número 381206 e os testes foram realizados no biotério da própria instituição.

2.3 Ensaio biológico

No estudo foram utilizados 60 ratos (*Rattus norvegicus*) machos da linhagem Wistar com idade variando de três a quatro meses e massa corporal de ± 280 g. Os animais foram mantidos em ambiente climatizado a 25° C, em gaiolas com 5 animais cada, sob fotoperíodo 12h/12h (12 horas de claro seguido de 12 horas de escuro) (Georgieva & Boyadjiev, 2004). Os animais foram divididos em 5 grupos com 10 animais cada: suplementado com pólen apícola GPE-1 e GPE-2 associado à natação, com 1g.Kg^{-1} e 2g.Kg^{-1} respectivamente, suplementado com glutamina 2g.Kg^{-1} (Gln-E) associado à natação, grupo controle negativo (GC-E) sem suplementação associado à natação e grupo sedentário (GS) que não participou do programa de exercício e não recebeu nenhuma suplementação. Neste experimento foi realizado um tipo de estudo experimental caracterizado como Duplo Cego.



2.4 Suplementação

Os animais foram alimentados com a ração padrão e suplementados com pólen apícola e glutamina durante 20 dias e água ad libitum. Até o décimo nono dia foi administrado a suplementação após 30 minutos da realização do exercício (natação). No vigésimo dia o suplemento foi administrado 30 minutos antes do exercício. Os suplementos foram diluídos em água destilada (1,5 mL) e administrados por gavagem orogástrica (MENEGUELLO, 2003).

2.5 Treinamento

Os animais realizaram 20 dias de sessões de treinamento exaustivo de natação. O período de pré-treinamento foi de uma semana, onde foram submetidos a nadar por mais ou menos 5 minutos/dia, cinco dias por semana, em tanques individuais com água a 30°C para adaptação ao ambiente aquático. Os exercícios foram realizados no mesmo horário diariamente para evitar alterações no ciclo circadiano. Os animais nadaram sem carga durante treze dias. Depois deste período, os ratos foram submetidos a um período de uma semana de uma programação de treinamento com intensidades variadas, como mostradas no esquema abaixo (adaptado de MENEGUELLO, 2003) perfazendo 20 dias de treinamento:

Tabela 1- Protocolo de treinamento de natação

Sessões	Protocolos
D ⁰	Coleta sanguínea
D ₁₋₁₃	Início da suplementação e do treinamento
D ¹⁴	5% de carga extra do peso corporal
D ¹⁵	6% de carga extra do peso corporal
D ¹⁶	8% de carga extra do peso corporal
D ¹⁷	6% de carga extra do peso corporal 6% de carga extra do peso corporal
D ¹⁸	Repouso
D ₁₉	9% de carga extra corporal (experimento)
D ²⁰	

Ao final do período de exercícios os animais foram sacrificados com thiopental 0,24 mL.Kg⁻¹ e por deslocamento cervical. O ponto de exaustão dos ratos foi considerado quando permaneciam submersos por um período maior que dez segundos (MENEGUELLO, 2003).

2.6 Coleta de sangue

A coleta sanguínea para a análise dos marcadores foi realizada em D0 pré (início – basal), sem suplementação e sem exercício, D0pós após a realização da primeira sessão de exercício e a primeira suplementação, D20 pré (antes da última sessão de exercícios) e D20 pós (após a sessão de exercícios e sacrifício dos animais). A coleta sanguínea foi realizada através da técnica de cardiocentese. A coleta foi realizada de forma lenta ($2\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$). As seringas e os tubos coletores foram heparinizados para evitar a coagulação do sangue. Após coletado, o sangue foi centrifugado a 2.500 rotações por minuto (RPM) por 10 minutos. Na última coleta (D20) o animal foi sacrificado por deslocamento cervical. Todos os animais foram sacrificados no mesmo período do dia, entre 9 - 11 horas para evitar erros devido a possíveis interferências hormonais no metabolismo.

2.7 Análises de marcadores bioquímicos

2.7.1 Lactato

Os níveis de lactato foram dosados utilizando-se como amostra o soro plasmático, pelo método enzimático e colorimétrico Lod-PAP (Katal, Brasil).

2.7.2 Amônia

Os níveis de amônia foram dosados utilizando-se o kit Randox AM 1015. O sangue foi coletado por cardiocentese, sendo posteriormente centrifugado a 2.500 rotações por minuto (RPM) por 10 minutos. O sobrenadante (plasma) foi utilizado para a dosagem de amônia, seguindo os procedimentos do kit de dosagem (Randox AM 1015, Reino Unido).

2.8 Massa corporal

Os animais foram pesados no primeiro dia (basal) antes de ser realizada a primeira suplementação e a primeira sessão de exercícios e no vigésimo dia antes da última sessão de exercício e suplementação.

2.9 Análise estatística

. Os valores foram expressos como média e desvio padrão, e para análise da distribuição normal da amostra, foi realizado o teste de Shapiro-Wilk. Em seguida foi realizado a análise variância (Anova um fator) e o teste de Tukey para verificar as diferenças entre as médias dos grupos experimentais e controle, adotando-se o nível de significância de 5%.

3. Resultados e Discussão

3.1 Análise da composição do pólen apícola

A suplementação de aminoácidos vem se difundindo largamente entre os praticantes de exercícios físicos, pois os aminoácidos de cadeia ramificada (leucina, isoleucina e valina), a glutamina, a alanina e o aspartato, participam efetivamente no metabolismo durante o exercício (WU, 2009). Esta suplementação comumente é feita através da ingestão de um mix de aminoácidos, entretanto há uma busca por novos aminoácidos de origem natural. Entre estas fontes ricas em aminoácidos tem-se destacado o pólen apícola (RIBEIRO e SILVA, 2007). Neste estudo foi utilizado o pólen apícola oriundo do estado de Sergipe, o qual foi analisado a presença de aminoácidos pela técnica de aminoacidograma. Esta análise foi de suma importância para melhor compreender a contribuição dos aminoácidos presentes nos marcadores de queda de desempenho, bem como no tempo de exaustão dos grupos suplementados. O resultado da análise de aminoacidograma pode ser avaliado na tabela 2, onde foram encontrados 18 aminoácidos, entre eles, isoleucina, valina, leucina, arginina, alanina, esses amplamente utilizados com fins ergogênicos (BALAGE e DARDEVET, 2010).

Tabela 2 – Valores encontrados dos aminoácidos no pólen apícola obtido da unidade de processamento de pólen apícola de Brejão dos Negros – Povoado de Brejo Grande-SE expressos em mg(%)

Aminoácidos	mg (%)	Aminoácidos	mg (%)
Triptofano	0,31	Glicina	0,86
Lisina	0,75	Alanina	1,01
Histidina	0,59	½ Cistina	0,19
Arginina	0,90	Valina	0,93
Ácido Aspártico	1,87	Metionina	0,41
Treonina	0,78	Isoleucina	0,83
Serina	0,85	Leucina	1,29
Ácido Glutâmico	1,90	Tirosina	0,54
Prolina	1,10	Fenilalanina	0,80

Os aminoácidos são precursores para a síntese de alguns hormônios, e a suplementação contendo vários aminoácidos pode contribuir para a otimização das alterações metabólicas a fim de favorecerem o crescimento muscular, evitar a deposição de gordura em excesso reduzindo assim a adiposidade e o desempenho físico. Entre os aminoácidos utilizados para tais fins, encontra-se a leucina. Esse aminoácido serve não apenas como substrato para a síntese de proteína, mas também regula o seu metabolismo.

Assim, a suplementação de leucina tem sido sugerida para favorecer o aumento da massa muscular ou evitar a sua perda, bem como favorecer o fornecimento de energia (BALAGE e DARDEVET, 2010).

No entanto, parece que a leucina de forma isolada não fornece efeitos ergogênicos, portanto sendo necessário que seja utilizada em associação com outros aminoácidos. Na análise de aminoacidograma realizada no pólen (tabela 2) utilizado neste experimento, encontramos além da leucina, a valina e a isoleucina, aminoácidos estes que formam os aminoácidos de cadeia ramificada. No que se refere à concentração de aminoácidos encontrada no pólen apícola deste estudo, encontra-se abaixo da média dos suplementos alimentares a base de aminoácidos que são utilizados no âmbito esportivo. O grau de biodisponibilidade de qualquer alimento ou suplemento alimentar é o que determina o aproveitamento de seus nutrientes, mas que igualmente varia com a presença de um conjunto de outros nutrientes necessários à sua assimilação. (FAIRWEATHER-TAIT, 1992).

A biodisponibilidade dos nutrientes do pólen apícola tem como fator de limitação apenas a resistência do esporoderma (película que reveste os pequenos grãos de pólen) à ação dos sucos digestivos, porém, sabe-se que boa parte de seus nutrientes acabam sendo aproveitados nos processos de digestão e absorção, destacando assim sua importância enquanto suplemento, visto que as concentrações de aminoácidos de alguns suplementos alimentares são maiores do que os encontrados no pólen apícola (RIBEIRO e SILVA, 2007). Em determinados indivíduos estas concentrações elevadas podem causar alguns desconfortos, como por exemplo, em indivíduos portadores de fenilcetonúria, que é caracterizada pela ausência de uma enzima que participa da eliminação do aminoácido fenilalanina, obtido por meio da alimentação. Essa deficiência metabólica gera um excesso do aminoácido que se torna tóxico ao organismo, resultando principalmente em danos cerebrais (GONÇALVES; FERREIRA e VALADARES, 2010). Já na análise centesimal, foram encontrados 2,7% de proteínas.

Estes aminoácidos juntos contribuem para a performance durante a prática de exercícios físicos, uma vez que sua suplementação antes do exercício pode favorecer um maior aporte destes aminoácidos no músculo, visto que a quantidade de aminoácidos intramuscular pode variar de acordo com a intensidade do exercício e a quantidade de aminoácidos previamente ingeridos na alimentação ou na suplementação (VAN DEN *et al.*, 2009). Outro aminoácido encontrado na análise realizada no pólen foi a arginina que é sintetizada a partir da glutamina, glutamato e prolina, através do eixo intestinal-renal em seres humanos e na maioria dos outros mamíferos (incluindo suínos, ovinos e ratos). A arginina contribui para a desintoxicação da amônia, que é uma substância extremamente tóxica para o sistema nervoso central, seus níveis séricos podem contribuir de forma negativa na performance de atletas (BAZER *et al.*, 2009).

A alanina desempenha algumas funções importantes no organismo, entre elas a participação no metabolismo do triptofano, na síntese protéica e na gliconeogênese. Além disso, transporta os íons amônio produzidos no músculo para o fígado, pela deaminação do piruvato em alanina e no processo de desaminação através da reação com o alfacetoglutarato, formando assim o glutamato que será utilizado no ciclo da uréia (GIANNINI *et al.*, 2009; AKIMOTO, *et al.*, 2010). Na análise de aminoacidograma realizada no pólen apícola utilizado nos grupos GPE-1 (1g. Kg.⁻¹) e GPE-2 (2g. Kg.⁻¹), foram encontradas 1,01 mg de alanina e 0,59 mg de histidina. A L-carnosina (β -alanil-L-histidina) é um dipeptídeo composto de dois aminoácidos β -alanina e L-histidina. A carnosina é encontrada naturalmente nos músculos, coração, cérebro, fígado, rins, entre outros tecidos e possui potente ação antioxidante.

Estudos com a suplementação de alanina demonstram que este pode aumentar os níveis de carnosina no músculo esquelético retardando a fadiga além de melhorar o desempenho durante o exercício, além disso, pode tamponar os efeitos do ácido láctico no músculo, inclusive em casos de exercícios intensos (SWEENEY *et al.*, 2010). No entanto, dos aminoácidos encontrados no pólen apícola, o ácido aspártico (1,87 mg) e o ácido glutâmico (1,90 mg) foram os que apresentaram maiores concentrações.

O ácido aspártico é um aminoácido não essencial e funciona como neurotransmissor excitatório no cérebro. Existem evidências que o ácido aspártico possa contribuir para diminuir a fadiga, também é um metabólito do ciclo da uréia e participa diretamente na gluconeogênese (LANCHA; POORTMANS; PEREIRA, 2009). O ácido glutâmico tem participação no metabolismo de carboidratos e ácidos graxos. Através da transformação para glutamina, ele controla o armazenamento e a liberação de amônia. É utilizado na síntese do glicogênio pelo ácido succínico, ácido fumárico, ácido málico, ácido oxaloacético, entre outros (LEE; CAHNG; KIM, 2010). Por isso ressaltamos a importância das análises químicas (proteína, carboidratos, aminoácidos) realizadas no pólen apícola utilizado neste estudo. Pois, de posse destes resultados encontrados poderá ajudar a agregar valor ao produto, bem como valorizar e promover a sustentabilidade dos produtores de pólen apícola de nosso estado. A suplementação com este pólen foi avaliado em modelo murino, onde foram divididos em cinco grupos, GPE-1 (1g. Kg.⁻¹), GPE-2 (2g. Kg.⁻¹), Gln-E (2g. Kg.⁻¹), GCE e GS, utilizando a natação como modelo de exercício. Estes animais foram avaliados quanto aos marcadores de queda de desempenho.

3.2 Efeito da suplementação de pólen apícola em ratos submetidos ao exercício de natação

A figura 1 apresenta os valores de amônia observados entre os cinco grupos experimentais. Os valores não apresentaram diferenças significativas a nível de 5%, entretanto, vale ressaltar que os valores apresenta diferença que metabolicamente em modelos biológicos são significativos. Entre os grupos que foram suplementados com pólen apícola, o grupo suplementado com 1g.Kg^{-1} de pólen apícola (GPE-1) foi quem mais elevou seus níveis plasmáticos de amônia (15%) comparado com o grupo suplementado com 2g.Kg^{-1} de pólen apícola. Já o grupo suplementado com glutamina (Gln-E) teve um aumento de 15% quando comparado com o grupo controle, o maior valor entre todos os grupos. Os rins produzem amônia a partir da glutamina por ação da enzima glutaminase reduzindo assim sua quantidade no músculo esquelético. Outro mecanismo presente na diminuição da glutamina durante o exercício físico prolongado refere-se ao aumento da concentração de lactato no sangue que altera o pH do sangue (acidose metabólica) e favorece a maior captação de glutamina pelos rins (HAKVOORT *et al.*, 2010).

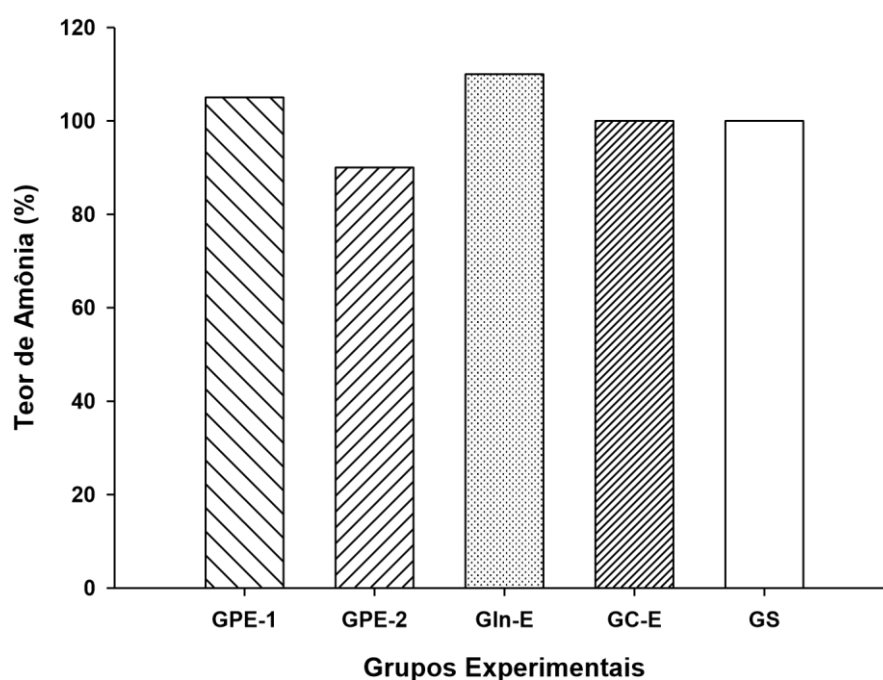


Figura 1 – Níveis de amônia (%) do vigésimo dia durante o monitoramento dos grupos experimentais submetidos ao exercício de natação até exaustão. Sendo GPE-1 grupo suplementado com 1g.Kg^{-1} de pólen; GPE-2 grupo suplementado com 2g.Kg^{-1} de pólen; Gln-E grupo suplementado com 2g.Kg^{-1} de glutamina; GC-E grupo sem suplementação associado a natação e GS grupo sedentário.

A eliminação de íons hidrogênio (H^+) pelos rins envolve o fornecimento de amônia oriunda da glutamina. A amônia formada a partir da glutamina escapa das células dos túbulos renais através de um processo de difusão passiva formando íons amônio livre na corrente sanguínea (CRUZAT *et al.*,

2007). Isto pode justificar em parte esse aumento dos níveis plasmáticos de amônia no grupo suplementado com glutamina (2g.Kg^{-1}) Gln-E. No entanto, um estudo realizado por CARVALHO-PEIXOTO *et al* (2007) não está de acordo com os resultados encontrados no grupo Gln-E.

O estudo foi composto por quinze corredores de endurance suplementados com glutamina antes da corrida e observou-se uma diminuição de 15% da amônia total durante a corrida de 120 minutos (34 km) quando comparado ao grupo não suplementado, apesar do modelo de estudo ser diferente deste trabalho. O grupo experimental suplementado com 2g.Kg^{-1} de pólen apícola (GPE-2) foi o único grupo que sofreu redução dos níveis plasmáticos de amônia em cerca de 10%, demonstrando um efeito ergogênico, entretanto, esta redução foi inferior a encontrada por MENEGUELLO *et al* (2003) que suplementou ratos com uma mistura de aminoácidos (arginina, citrulina e ornitina) associado ao treinamento de natação até exaustão, onde observada uma redução de 37,7% dos níveis plasmáticos de amônia. Observa-se que o grupo GPE-1 (suplementado com 1g.Kg^{-1} de pólen apícola) obteve os maiores níveis de amônia, o que pode ser relacionado ao fato de a oxidação de gorduras depender do aporte adequado de oxaloacetato para o ciclo de krebs, o qual advém do metabolismo de carboidratos e aminoácidos.

Considerando que a quantidade de pólen apícola administrada neste mesmo grupo (GPE-1) foi menor do que no grupo suplementado com 2g.Kg^{-1} (GPE-2), isto poderia ter resultado numa baixa disponibilidade de carboidratos, o que pode ter causado a utilização de aminoácidos para formar intermediários do ciclo de krebs aumentando, então, a formação excessiva de amônia. Podemos concluir que talvez seja necessário uma quantidade igual ou superior a 2g.Kg^{-1} de pólen apícola para obter efeitos ergogênicos sobre os níveis de amônia, já que este mesmo pólen apícola apresenta em sua composição físicoquímica cerca de 30,86% de açúcares redutores e 18,6 de açúcares totais e vários aminoácidos, entre eles os aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA), leucina (1,29 mg/100g de pólen), valina (0,93 mg/100g de pólen) e isoleucina (0,83 mg/100g de pólen).

Tabela 3 - Níveis de amônia expressos em mmol.L⁻¹ como média (X) e desvio padrão (DP) dos grupos experimentais submetidos ao exercício de natação até exaustão referentes as fases D0 (pré e pós) e D20 (pré e pós).

Grupos	D0-Pré		D0-Pós		D20-Pré		D20-Pós	
	X	DP	X	DP	X	DP	X	DP
GPE-1	24,75 ± 1,40 ^a		25,61 ± 1,40 ^a		26,89 ± 1,40 ^a		33,85 ± 1,90 ^a	
GPE-2	23,29 ± 4,21 ^a		24,88 ± 4,21 ^a		24,31 ± 4,21 ^a		31,24 ± 1,95 ^{a, d}	
Gln-E	24,11 ± 1,36 ^a		25,01 ± 1,36 ^a		25,06 ± 1,36 ^a		35,78 ± 3,11 ^{a, e}	
GC-E	24,65 ± 1,64 ^a		25,91 ± 1,64 ^a		24,97 ± 1,64 ^a		26,34 ± 6,07 ^{b, f}	
GS	25,34 ± 1,84 ^a		25,99 ± 1,84 ^a		24,99 ± 1,84 ^a		24,99 ± 1,84 ^{c, g}	

* Letras iguais não diferem significativamente entre si ($p>0,05$); Letras distintas: diferenças significativas ($p<0,05$). Sendo GPE-1 grupo suplementado com 1g.Kg⁻¹ de pólen; GPE-2 grupo suplementado com 2g.Kg⁻¹ de pólen; Gln-E grupo suplementado com 2g.Kg⁻¹ de glutamina; GC-E grupo sem suplementação associado a natação e GS grupo sedentário.

A tabela 3 apresenta os valores reais dos níveis de amônia pré e pós exercício medidos no primeiro e último dia do experimento (D0 e D20). Na fase D20pré podemos observar que os valores de amônia são aproximados de ambos os grupos não havendo diferença significativa. Somente na fase D20pós ocorrem diferenças significativas dos referidos valores. Sobre os valores do D20 pós, o GPE-1 obteve a maior média dos valores de amônia, seguido Gln-E. Em um experimento realizado por CRUZAT e TIRAPEGUI (2009) observaram-se reduções significativas nos níveis séricos de glicose e amônia (15%) em ratos suplementados com glutamina e submetidos a sessões de treinamento de natação. Porém, TSAI *et al* (2009) investigaram os efeitos da suplementação aguda de arginina sobre as respostas metabólicas (amônia, insulina, lactato) durante a recuperação após uma única sessão de exercício de endurance em atletas treinados. Os níveis de lactato e amônia não sofreram reduções significativas.

Dos grupos suplementados o grupo suplementado com 2g.Kg⁻¹ (GPE-2) obteve a menor média. Porém, não houve diferenças significativas entre o grupo suplementado com 1g.Kg⁻¹ (GPE-1) e os demais grupos suplementados, somente entre os grupos GC-E e GS. Já o grupo GPE-2 diferenciou-se dos grupos Gln-E, GC-E e GS, e foi igual ao GPE-1. Entre os fatores que influenciam a taxa de produção de amônia e lactato no músculo, durante o exercício, podemos citar a composição relativa das fibras musculares, intensidade e a duração do exercício (COMAR *et al.*, 2010). Em um estudo realizado por ALVEARORDENES *et al* (2005) com quinze jogadores de rugby sem suplementação, verificou-se que a concentração de amônia e do lactato aumentou significativamente ao final da partida, chegando a alcançar 45 mmol.L⁻¹ e lactato 7,87 mmol.L⁻¹. Observamos nesse estudo que os níveis de lactato e amônia foram superiores aos valores encontrados em nosso experimento, 35,78 mmol.L⁻¹ para amônia e 6,35 mmol.L⁻¹ para lactato, em parte, justificada pela não suplementação dos atletas no

estudo acima, o que poderia estar explicando essa disparidade nos valores mencionados, bem como a distinção do modelo de estudo realizado.

AMENT *et al* (2009) avaliaram níveis de lactato e amônia durante o treinamento de uma sessão de ciclo ergômetro (bicicleta) 11 indivíduos, os quais foram submetidos a cada três minutos e meio a uma sobrecarga de 25 Watts de potência até a exaustão. O objetivo do estudo foi verificar as alterações de lactato e amônia durante o treinamento exaustivo. Onde foi observado aumento significativo nos níveis dos marcadores bioquímicos pós-exercício quando comparados com os valores de repouso. Os valores finais de amônia e lactato foram de 35,7 mmol.L⁻¹ e 10,34 mmol.L⁻¹ respectivamente.

Em outro experimento, participaram 14 atletas de maratona, metade ingerindo o placebo e a outra metade uma suplementação de 15g L-arginina e aspartato durante 14 dias antes de correrem em uma maratona. A coleta de sangue foi realizada antes da corrida e depois de 31 km, ou seja, no final da corrida. O placebo consistia em uma solução de carboidratos composta por 9g de maltodextrina e 6g de sacarose que foram diluídas em 500 mL de água. O objetivo do estudo foi investigar o impacto metabólico da suplementação crônica de aspartato de arginina. Os valores obtidos foram os seguintes, o níveis basais de lactato (antes da maratona) do grupo placebo e do grupo suplementado foram 1.6 mmol.L⁻¹ para ambos, o valor final foi de 2,6 mmol.L⁻¹ e 2,4 mmol.L⁻¹ respectivamente.

Já os níveis de amônia basal do grupo placebo e do grupo suplementado foi o seguinte, 27,8 mmol.L⁻¹ , 23,35 mmol.L⁻¹ respectivamente. Os valores finais dos níveis de amônia (pós-maratona) foram 36,45 mmol.L⁻¹ e 35,3 mmol.L⁻¹ respectivamente. Não houve diferenças significativas entre o grupo suplementado com aminoácido e o grupo placebo sobre os marcadores bioquímicos investigados (COLOMBANI *et al.*, 1999).

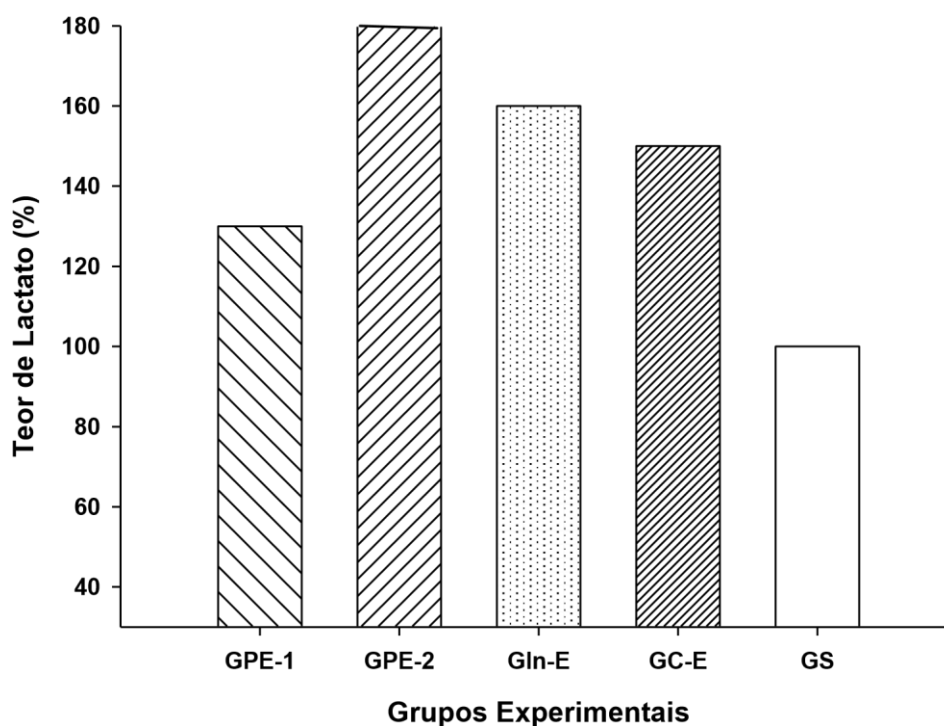


Figura 2 – Níveis de lactato (%) do vigésimo dia durante o monitoramento dos grupos experimentais submetidos ao exercício de natação até exaustão. Sendo GPE-1 grupo suplementado com 1g.Kg⁻¹ de pólen; GPE-2 grupo suplementado com 2g.Kg⁻¹ de pólen; Gln-E grupo suplementado com 2g.Kg⁻¹ de glutamina; GC-E grupo sem suplementação associado a natação e GS grupo sedentário.

Analisando a figura 2 observa-se um aumento de cerca de 80% dos níveis de lactato sérico do grupo suplementado com 2g.Kg⁻¹ (GPE-2) quando comparado com o grupo sedentário (GS). Este aumento nos níveis de lactato não interferiu no tempo de natação, visto que este grupo foi o que permaneceu por maior período no exercício (10, 77 minutos). O GPE-1, dos grupos suplementados, foi o que teve menor redução nos níveis de lactato (cerca de 30%) e paralelamente, foi o que permaneceu por menos tempo nadando, chegando a ter uma média de tempo de exercício menor do que o GC-E que não recebeu de suplementação. Pode-se observar que a suplementação com 1g.Kg⁻¹ de pólen apícola não favoreceu de forma satisfatória o rendimento do referido grupo. Os resultados encontrados divergem da literatura, a qual descreve uma relação de causa e efeito em função do aumento nos níveis de lactato durante o exercício intenso, resultando dessa forma uma queda no desempenho dos indivíduos (COOMBES e MCNAUGHTON, 2000; RASMUSSEN, SECHER e PETERSEN, 2007; MEEUSEN e WATSON, 2007; MOORE *et al*, 2009; MCKENNA; BANGSBO e RENAUD, 2007; HACKL *et al*, 2009). ERDMANN *et al* (2010) realizaram um estudo com vinte indivíduos que foram submetidos a pedalar 30 minutos após receberem uma dose de suplemento contendo carboidrato e proteína, verificou-se neste estudo que houve uma redução de 10% nos níveis de lactato desses indivíduos.

Os grupos que foram suplementados com 2g.Kg⁻¹ de pólen apícola (GPE-2) e com 2g.Kg⁻¹ (Gln-E) de glutamina, tiveram as maiores variações nos níveis de lactato (cerca de 80% e 60% respectivamente) e as maiores médias no tempo de exaustão (10,77 e 10,14 minutos respectivamente). Ravier *et al* (2009) encontraram resultados semelhantes aos obtidos neste estudo, o experimento envolveu atletas de karatê e teve como objetivo verificar alterações plasmáticas de lactato e o desempenho dos atletas, observou-se que, apesar de os atletas terem elevados os níveis de lactato em 53,7%, os mesmos não apresentaram queda no desempenho durante a fase do estudo. Apesar de observarmos que tanto no estudo citado acima quanto neste experimento os níveis de lactato terem apresentado elevações significativas, pede-se cautela ao comparar os dois resultados, pois os modelos de estudos utilizados são diferentes.

GATTI, ERCHSEN e MELO (2004) observaram em sete atletas de natação que quanto maior a intensidade durante o nado, maior a produção de lactato, os níveis de lactato chegaram a 10,8 (mmol/L-1). Comparando este valor com o valor máximo alcançado em nosso estudo (5,29 mmol/L-1), observa-se que houve um aumento de quase 100%. A tabela 2 apresenta os valores em média e desvio padrão dos níveis de lactato. Na fase D20-pré não ocorreu diferença significativa entre os grupos, porém, na fase D20-pós podemos observar que o GPE-1 diferiu significativamente apenas dos grupos GC-E e GS. Nos demais grupos, ambos foram diferentes entre si. O GPE-2 atingiu níveis de lactato mais elevados em relação aos demais grupos experimentais e diferenciou-se dos grupos Gln-E, GC-E e GS.

Tabela 4 - Níveis de lactato expressos em mmol.L⁻¹ como média (X) e desvio padrão (DP) dos grupos experimentais submetidos ao exercício de natação até exaustão referentes as fases D0 (pré e pós) e D20 (pré e pós).

Grupos	D0-Pré		D0-Pós		D20-Pré		D20-Pós	
	X	DP	X	DP	X	DP	X	DP
GPE-1	3,21	± 1,04 ^a	3,94	± 1,04 ^a	3,94	± 1,04 ^a	5,29	± 0,48 ^a
GPE-2	2,98	± 0,69 ^a	3,0	± 0,69 ^a	3,98	± 0,69 ^a	6,35	± 1,18 ^{a, d}
Gln-E	3,00	± 0,40 ^a	3,89	± 0,40 ^a	3,29	± 0,40 ^a	4,29	± 1,06 ^{a, e}
GC-E	3,34	± 0,53 ^a	3,01	± 0,53 ^a	3,01	± 0,53 ^a	4,70	± 0,70 ^{b, e}
GS	3,45	± 0,51 ^a	3,30	± 0,51 ^a	3,30	± 0,51 ^a	3,30	± 0,51 ^{c, f}

* Letras iguais não diferem significativamente entre si (p>0,05); Letras distintas: diferenças significativas (p<0,05). Sendo GPE-1 grupo suplementado com 1g.Kg⁻¹ de pólen; GPE-2 grupo suplementado com 2g.Kg⁻¹ de pólen; Gln-E grupo suplementado com 2g.Kg⁻¹ de glutamina; GC-E grupo sem suplementação associado a natação e GS grupo sedentário.

Um estudo realizado por HUANG et al (2009) o qual foi utilizado ratos divididos em dois grupos, um suplementado com arginina e o outro controle, ambos submetidos a sessões de treinamentos exaustivos na esteira, observou-se alterações significativas nos níveis de lactato de ambos os grupos, sendo mais elevado no controle (7,5 mmol.L-1) do que no grupo suplementado (4,6 mmol.L-1). Os resultados deste estudo são semelhantes aos valores encontrados neste experimento, principalmente no nível de lactato encontrado no grupo Gln-E. Os níveis de lactato dos grupos Gln-E e GC-E foram similares, sugerindo que a suplementação de glutamina não interferiu neste marcador bioquímico. TOUBEKIS et al (2010) não observaram elevações significativas nos níveis de lactato em nadadores submetidos a diferentes tipos de intensidades no exercício de natação.

O grupo suplementado com 2g.Kg-1 de pólen apícola (GPE-2) teve um aumento exponencial até o décimo sexto dia, obtendo uma queda a partir do décimo sétimo dia. O mesmo grupo até o oitavo dia obteve média praticamente igual aos demais grupos experimentais e após o décimo segundo dia passou a sustentar-se mais tempo durante o exercício, o que pode ter promovido um estado de fadiga mais precoce em virtude de seu desempenho mais elevado. O tempo de exaustão do GPE-2 foi maior quando comparado com os demais grupos, alguns autores afirmam que o lactato não pode ser responsabilizado pela queda de desempenho em atletas (ALLEN; LAMB e WESTERBLAD, 2007a; 2007b) e os dados de nosso experimento convergem com tal afirmação.

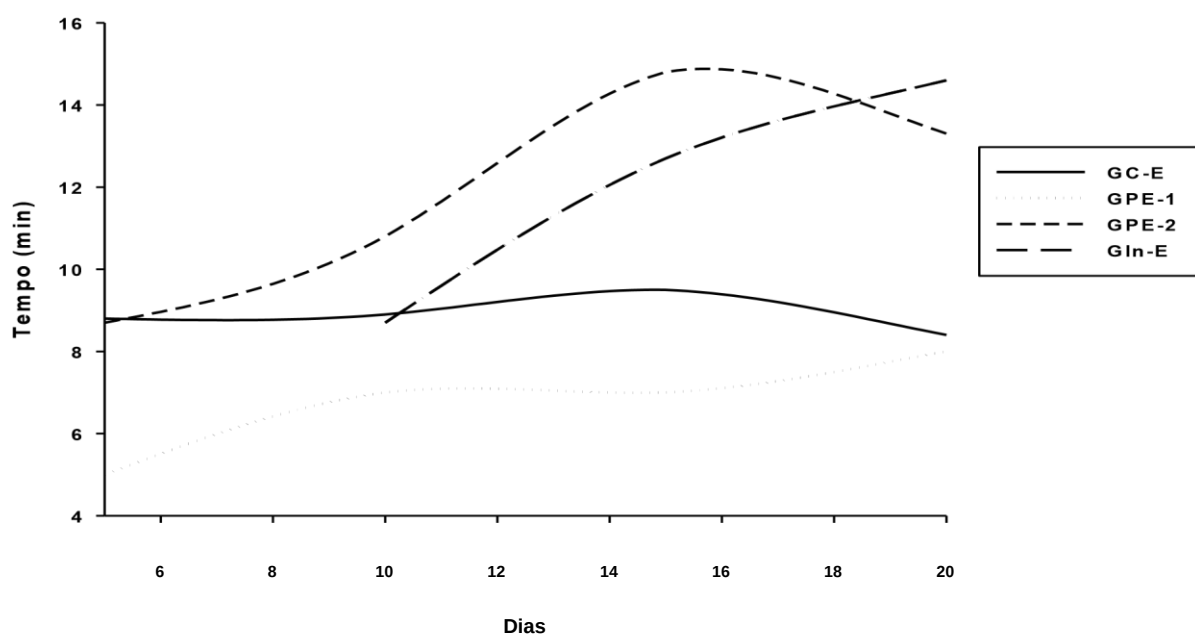


Figura 3 – Tempo de exaustão dos grupos experimentais submetidos ao exercício de natação até exaustão. Sendo GPE-1 grupo suplementado com 1g.Kg⁻¹ de pólen; GPE-2 grupo suplementado com 2g.Kg⁻¹ de pólen; Gln-E grupo suplementado com 2g.Kg⁻¹ de glutamina; GC-E grupo sem suplementação associado a natação e GS grupo sedentário.

Tabela 5 - Valores médios do tempo de exaustão dos grupos experimentais submetidos ao exercício de natação até exaustão expressos como média (X) e desvio padrão (DP).

Grupos	Tempo (min)	
	X	DP
GPE-1	7,88	± 1,75 ^a
GPE-2	10,77	± 3,18 ^b
Gln-E	10,14	± 2,48 ^{d, c, b}
GC-E	8,71	± 1,45 ^a

* Letras iguais não diferem significativamente entre si ($p>0,05$); Letras distintas diferenças significativas ($p<0,05$). Sendo GPE-1 grupo suplementado com 1g.Kg⁻¹ de pólen; GPE-2 grupo suplementado com 2g.Kg⁻¹ de pólen; Gln-E grupo suplementado com 2g.Kg⁻¹ de glutamina; GC-E grupo sem suplementação associado a natação e GS grupo sedentário.

No que se refere ao grupo suplementado com 1g.Kg⁻¹ de pólen apícola (GPE-1), esse obteve a menor média no tempo de exaustão entre todos os grupos, inclusive em relação ao GC-E. No entanto, podemos observar que mesmo tendo uma média menor em relação aos demais grupos, principalmente do GC-E, observa-se que seu desempenho se deu de forma linear, quando comparado com grupo controle. A tabela 5 demonstra as médias do tempo de exaustão de cada grupo e as diferenças significativas entre eles.

A tabela 5, mostra que não houve diferenças significativas entre o GPE-1 e GC-E (7,88 e 8,71 minutos respectivamente). Ressalta-se que os grupos GPE-2, e Gln-E durante o experimento, alcançaram um tempo máximo de natação de aproximadamente 15 minutos (ver figura 3), no entanto, os grupos GPE-1 e GC-E alcançaram seu tempo máximo de 12 minutos. MENEGUELLO *et al* (2003) observaram que o grupo treinado e suplementado com aminoácidos, obteve média de 29,41 minutos, esse mesmo grupo reduziu em 37,7% os níveis plasmáticos de amônia, porém, não aumentou de forma significativa os níveis de lactato. CEN, WANG e LIU (1986) verificaram o efeito do pólen apícola na performance de 50 atletas de endurance (alta resistência) que foram divididos em um grupo experimental e um grupo controle. A quantidade de pólen apícola administrada foi de quinze gramas de pólen apícola ao dia, dividido em quatro doses durante três meses, em ambos os grupos. Os resultados mostraram que a suplementação de pólen apícola melhorou a função cardíaca, a força muscular e a resistência de forma significativa. Analisando a figura 3 observa-se que apesar desta elevação dos níveis de lactato do grupo GPE-2, este mesmo grupo experimental obteve maior média no tempo de exaustão (10, 77 minutos).

Em um estudo realizado por MILLARD-STAFFORD *et al* (2010) foi investigado os efeitos da suplementação de carboidratos nos níveis agudos de lactato sérico em nadadores, o estudo concluiu a ingestão prévia de bebidas carboidratadas afetam de forma negativa a performance de nadadores, pois os níveis de lactato sérico elevaram-se cerca de 65,2% em relação ao grupo suplementado com placebo. Estes dados convergem com os encontrados em nosso estudo.

ERDEMIR *et al* (2005) utilizaram 15g de pólen em indivíduos submetidos ao teste Cooper (corrida de 12 minutos), sendo observado que o pólen apícola influenciou de forma significativa ($p < 0,04$) no VO₂ máximo (consumo máximo de oxigênio) do grupo suplementado com pólen apícola. Um estudo realizado por SHUYUN (1989) verificou o efeito do pólen apícola sobre o desempenho de ratos submetidos ao exercício de natação, os 279 ratos foram divididos em grupos experimentais e controle. Estes animais nadaram durante uma hora diária ou até a exaustão, depois de utilizarem 3g. Kg.⁻¹ por um período de três meses, os resultados mostraram que a utilização do pólen apícola pode aumentar a força muscular e o tempo de natação, porém, não influenciou no peso corporal total dos animais. Estes estudos corroboram com os nossos dados em relação ao tempo de exaustão.

No exercício físico intenso o músculo utiliza como fonte de energia o glicogênio de reserva, este por sua vez é quebrado em polímeros de glicose que será convertida em piruvato por um processo chamado de glicólise, a fim de gerar energia na forma de ATP (trifosfato de adenosina) (DAVIS e GREEN, 2009; CHMURA e NAZAR, 2010). Este mecanismo pode ter influenciado o grupo GPE-2, levando-se em consideração os valores de carboidratos encontrados no pólen apícola utilizado na suplementação deste grupo

(30,86%). Esta quantidade de carboidrato pode ter influenciado no metabolismo, uma vez que no ciclo de Krebs quanto maior for a disponibilidade de carboidratos maior será a ação da enzima piruvato desidrogenase e a elevação do lactato (MOURTZAKIS *et al*, 2006; BAILEY, *et al.*, 2008; DOS SANTOS *et al.*, 2009). Por outro lado a ingestão de grandes concentrações de carboidratos antes do exercício físico contribuem para uma maior inflamação dos músculos esqueléticos, o que pode provocar uma redução na performance (DEPNER *et al*, 2010). Sabe-se que a utilização de carboidratos antes, durante e após o exercício físico pode favorecer uma melhor performance e contribuir para uma otimização das valências físicas (HELGE, 2010; NORDBY *et al*, 2010).

Em relação ao aspecto calórico do pólen apícola e a modalidade de natação, foi observado que apesar de ter um valor elevado de carboidratos não apresentou aumento da massa corporal total dos

animais. Este é um resultado importante, pois, no treinamento de natação uma das preocupações dos atletas se refere à massa corporal total, já que a mesma pode ser um fator que diminui o desempenho em determinados tipos de prova nesta modalidade (GELADAS *et al.*, 2005; HABITANTE *et al.*, 2007). A massa corporal de nadadores vem diminuindo gradativamente nos últimos anos favorecendo uma maior velocidade e resistência nesse tipo de esporte (CHARLES e BEJAN, 2009). ZUNIGA *et al* (2010) sugerem que o desempenho de natação pode ser melhorado através de programas de treinamento, dieta e suplementação onde os mesmos contribuam para uma redução do percentual de gordura e da massa corporal total sem que isso comprometa a massa muscular e o rendimento dos atletas.

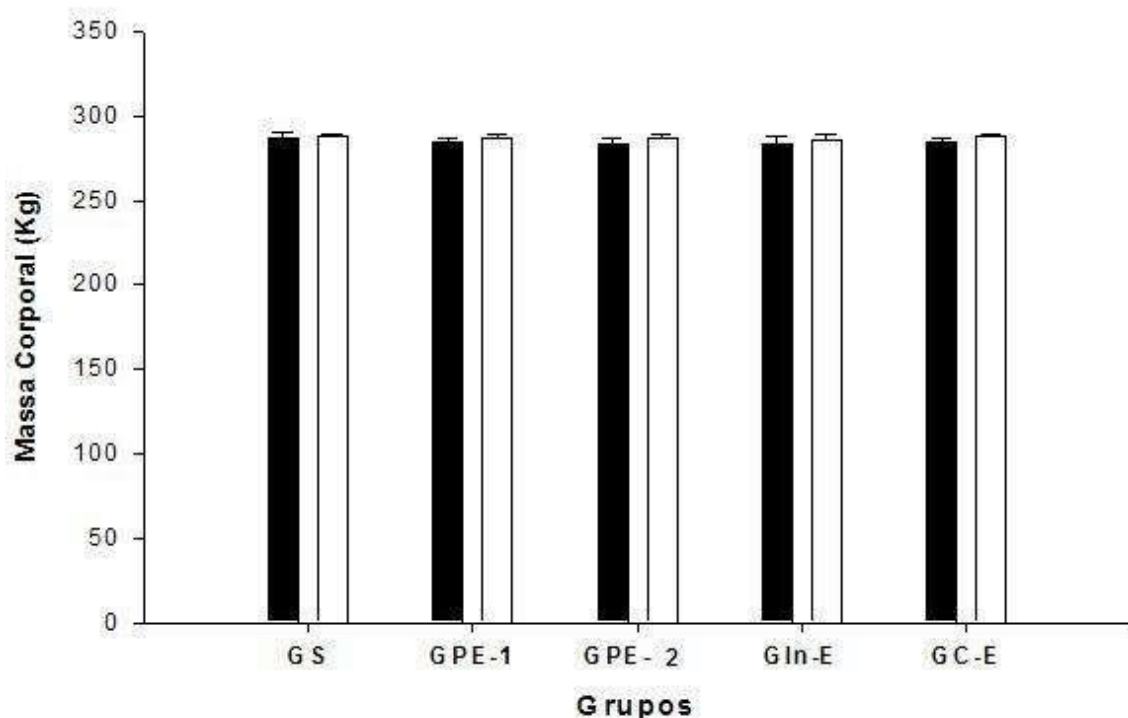


Figura 4 – Massa corporal dos grupos experimentais submetidos ao exercício de natação até a exaustão monitorados nos períodos D0 (■) e D20 (□). Sendo GPE-1 grupo suplementado com 1 g.Kg⁻¹ de pólen; GPE-2 grupo suplementado com 2 g.Kg⁻¹ de pólen; Gln-E grupo suplementado com 2g.Kg⁻¹ de glutamina; GC-E grupo sem suplementação associado à natação e GS grupo sedentário.

A figura 4 permite observar que a massa corporal dos grupos experimentais não sofreu alterações com a suplementação do pólen apícola e nem com a glutamina, o que é um ponto importante para a modalidade natação. A média inicial e final de massa corporal dos sujeitos em nosso estudo foi de 280 gramas e 285 gramas respectivamente. O aumento da massa muscular em nadadores pode implicar em uma queda no desempenho, uma vez que terão que carrear mais peso durante a prática do exercício. Isso evidencia a importância e a vantagem do pólen sobre este aspecto, pois apesar de ser

um produto rico em aminoácidos e carboidratos não influenciou na massa corporal. Neste aspecto o pólen apícola se sobressai em relação a outros produtos naturais como podemos observar em um estudo envolvendo 34 ratos machos que foram suplementados com soja e submetidos ao treinamento de natação, observou-se um aumento significativo da massa corporal do grupo que foi suplementado com soja, este grupo iniciou o estudo com uma média de 238.4 gramas e ao final do treinamento obteve média de 316.1 gramas de massa corporal (KWON *et al.*, 2008).

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados encontrados, pode-se concluir que a suplementação de pólen apícola parece influenciar o desempenho físico demonstrado através do tempo de exaustão prolongado no exercício realizado. Talvez os aminoácidos encontrados no pólen apícola utilizado neste estudo tenham contribuído para tal resultado. A suplementação de pólen apícola mostrou-se eficaz em elevar significativamente o tempo de exaustão do grupo suplementado com 2g.Kg⁻¹ (GPE-2), bem como favorecer de forma significativa as alterações nos níveis de lactato e amônia. Em sua composição o pólen apícola demonstrou um suplemento compatível com os encontrados no mercado, uma vez que muitos se apresentam ricos em aminoácidos e carboidratos. A partir disso, os efeitos ergogênicos vinculados à suplementação de pólen apícola podem depender do tipo de exercício utilizado, a intensidade e o tempo. Por outro lado, observou-se que a suplementação de pólen apícola com 1g.Kg⁻¹ com fins ergogênicos não foi suficiente para elevar o tempo de exaustão e nem promover alterações significativas nos marcadores de queda de desempenho. Estes resultados sugerem uma nova possibilidade de suplementação com o atenuante de que este produto natural apresenta baixo custo quando comparado aos suplementos disponíveis no mercado, chegando a custar cerca de 10 vezes menos do que a glutamina, por exemplo. Esse baixo custo possibilitará que boa parte da população tenha acesso a este tipo de suplemento. De forma indireta poderá agregar valor ao produto e aos produtores do nosso estado. Este trabalho serve de base para novos estudos sobre a suplementação de pólen apícola e seus efeitos sobre a performance e atividade física em humanos, além de abrir novos horizontes de pesquisas mais pormenorizadas sobre o efeito do pólen apícola como suplemento alimentar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKIMOTO, AK.; MIRANDA-VILELA, A.L.; ALVES, P.C.; LORDELO, G.S.; Evaluation of Gene Polymorphisms in Exercise-induced Oxidative Stress and Damage, *Free Radical Research*, 29(8), p. 45-49, 2010.

ALLEN, D. G.; LAMB, G.D.; WESTERBLAD, H. Impaired Calcium Release During Fatigue, *Journal Applied Physiology*, (104)8, p. 296-305, 2007a.

ALLEN, D. G.; LAMB, G.D.; WESTERBLAD, H. Skeletal Muscle Fatigue: Cellular Mechanisms, *Journal Applied Physiology*, 106(9), p.287-332, 2007b.

ALVEAR-ORDENES, I.; GARCIA-LOPEZ, D.; DE PAZ, J.A. Sweat Lactate, Ammonia, and Urea in Rugby Players. *International Journal Sports Medicine* 26(5), p. 632–637, 2005.

ALVES, C.; LIMA, R.V.B. Uso de Suplementos Alimentares por Adolescentes. *Journal Pediatric*, 85(4), p. 287-294, 2009.

AMENT, W.; VERKERKE, G.J. Exercise and Fatigue, *Sports Medicine*, 39(5), p. 389-422, 2009.

AMENT, W.J.R.; KORT, E.; MARK, T.W.VAN DER.; GREVINK, R.G.; VERKERKE, G.J. Respiratory Ammonia Output and Blood Ammonia Concentration During Incremental Exercise, *Archives of Physiology and Biochemistry*, 109(5), p. 430-434, 2001.

BAILEY, S.P.; HOLT, C.; PFLUGER, K.C.; BUDDE, Z.; AFERGAN, D.; STRIPLING, R. Impact of Prolonged Exercise in the Heat and Carbohydrate Supplementation on Performance of a Virtual Environment Task. *Military Medicine*, 173(2), p. 187-192, 2008.

BALAGE, M.; DARDEVET, D. Long-term effects of leucine supplementation on body composition, *Current Opinion in Clinical Nutrition Metabolic Care*, 25(6), p. 23-25, 2010.

BAZER, F.W.; DAVIS, T.A.; KIM, S.W.; MARC, RHOADS J.; CAREY SATTERFIELD, M.; Arginine Metabolism and Nutrition in Growth Health and Disease, Current Opinion in Clinical Nutrition Metabolism Care, 37(1,) p. 153-158, 2009.

BETTS, JAMES A.; STEVENSON, E.; WILLIAMS, C.; SHEPPARD, C.; GREY, E.; GRIFFIN, J. Recovery of Endurance Running Capacity: Effect of Carbohydrate-Protein Mixtures, International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 15(6), P. 590-609, 2005.

BLOMSTRAND, E.; SALTIN, B. Effect of Muscle Glycogen on Glucose, Lactate and Amino Acid Metabolism During Exercise and Recovery in Human Subjects, Journal of Physiology, 514(1), p. 293-302, 2006.

CANDOW, D.G.; BURKE, N.C.; SMITH-PALMER, T.; BURKE, D.G. Effect The Whey and Soy Protein Supplementation Combined With Resistance Training in Young Adults. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 16(3), p. 233-244, 2006.

CARVALHO-PEIXOTO, J.; ALVES, R.C.; CAMERON, L.C. Glutamine and Carbohydrate Supplements Reduce Ammonemia Increase During Endurance Field Exercise, Applied Physiology Nutrition Metabolism, 32(2), p. 1186-1190, 2007.

CEN, H., WANG, S., LIU, Y. Study of the Effect of Bee-pollen on Improving Sport Performances. Chinese Journal of Sports Medicine, 5(2), p. 69-74, 1986.

CHARLES, J.D.; BEJAN, A. The evolution of speed, size and shape in modern athletics, Journal of Experimental Biology, 212(15), p. 2419-2425, 2009.

CHMURA, J.; NAZAR, K.. Parallel changes in the onset of blood lactate accumulation (OBLA) and threshold of psychomotor performance deterioration during incremental exercise after training in athletes, International Journal Psychophysiology, 14(6), p. 25-29, 2010.

COLOMBANI R, P.C.; RINDOVA, W ; BITZI, P.F.; ARNOLD, W ; FREY, M.; WENK, L. Chronic arginine aspartate supplementation in runners reduces total plasma amino acid level at rest and during a marathon run, Europe Journal Nutrition, 10(38), p.263-270,1999.

COMAR, J.F.; SUZUKI-KEMMELMEIR, F.; CONSTATINI, J.; BRACHT, A. Hepatic zonation of carbon and nitrogen fluxes derived from glutamine and ammonia transformations, Journal Biomedical Science, 1(1), p. 7-17, 2010.

COOMBES, J.S, MCNAUGHTON, L.R. Effects of branched-chain amino acid supplementation on serum creatine kinase and lactate dehydrogenase after prolonged exercise. Journal Sports Medicine Physiogy and Fitness, 40(3), p. 240-6, 2000.

CRUZAT, V.F.; TIRAPEGUI, J. Effects of oral supplementation with glutamine and alanylglutamine on glutamine, glutamate, and glutathione status in trained rats and subjected to long-duration exercise, *Nutrition*, 25(4), p. 428-435, 2009.

DAVIS, J.K.; GREEN, J.M. Caffeine and anaerobic performance: ergogenic value and mechanisms of action, *Sports Medicine*, 39(10), p. 813-832, 2009.

DOS SANTOS, R.V.; CAPERUTO, E.C.; DE MELLO, M.T.; BATISTA, M.L. Effect of Exercise on Glutamine Synthesis and Transport in Skeletal Muscle from Rats, *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 36(8), p. 770-775, 2009.

ERDEMIR, IBRAHIM.; ZORBA, E.; ISK, O.; SAVUCU, Y. Effects of a single dose of beepollen administration on maximum oxygen consumption and blood parameters of endurance athletes F.Ü. Sağlık Bil. Dergisi, 19(3), p. 185-191, 2005.

ERDMANN, J.; THOLL, S.; SCHUSDZIARRA, V. Effect of Carbohydrate- and Protein-rich Meals on Exercise-induced Activation of Lipolysis in Obese Subjects, *Hormone and Metabolic Research*, 21(5), p. 23-26, 2010.

FAIRWEATHER-TAIT, S.J. Iron deficiency in infancy; easy to present - or is it? *European Journal of Clinical Nutrition*, London, 46(4), p.9-14, 1992.

GATTI, R.G.O., ERICHSEN, O.A., MELO, S.I.L. Respostas fisiológicas e biomecânicas de nadadores em diferentes intensidades de nado, *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 6(1), p. 26-35, 2004.

GELADAS, N.D.; NASSIS, G.P.; PAVLICEVIC, S. Somatic and physical traits affecting sprint swimming performance in young swimmers, *International Journal of Sports Medicine*, 29(2), p. 139-144, 2005.

GIANNINI, ARTIOLI G.; GUALANO, B.; SMITH, A.; STOUT, J. The Role of beta-alanine Supplementation on Muscle Carnosine and Exercise Performance, *Medicine Science in Sports Exercise*, 9(7), p.24-28, 2009.

GIBALA, M.J. High-intensity interval training: a time-efficient strategy for health promotion? *Current Sports Medicine Reports*, 6(4), p. 211-213, 2007.

GONÇALVES, VIVIANE SIQUEIRA SANTOS.; FERREIRA, THELMA REGINA ALEXANDRE SALES.; VALADARES, BRUNO LASSMAR BUENO. Fenilcetonúria: abordagem reflexiva e transdisciplinar no programa de genética para cursos de nutrição. *Revista simbio-logias*, 3(5), p. 144-151, 2010.

GOROSTIAGA, E.M.; ASIAIN, X.; IZQUIERDO, M.; POSTIGO, A.; AGUADO, R.; ALONSO, J.M.; IBANEZ, J. Vertical jump performance and blood ammonia and lactate levels during typical training sessions in elite 400-m runners, *Journal of strength and conditioning research*, 24(4), p. 1138-1149, 2010.

HABITANTE, C.A.; OYAMA, L.M.; BUENO, A.A; RIBEIRO, E.B.; ESTADELLA, D.; Exercise training in rats impairs the replenishment of white adipose tissue after partial lipectomy, *Europe Journal Applied Physiology*, 2(5), p. 17-21, 2010.

HACKL, W.; HOERBST, A.; AMMENWERTH, E. The electronic health record in Austria: physicians' acceptance is influenced by negative emotions, *Studies in Health Technology Informatics*, 150(4), p. 150-154, 2009.

HAKVOORT, T.B.; KOEHLER, S.E.; VERMEULEN, J.L.; DE WAART, D.R.; DE THEJIE, C. Glutamine synthetase in muscle is required for glutamine production during fasting and extrahepatic ammonia detoxification, *Journal of Biological Chemistry*, 11(8), p. 56-59, 2010.

HELLSTEN, Y.; RICHTER, E. A.; KIENS, B.; BANGSBO, J. AMP Deamination and purine exchange in human skeletal muscle during and after intense exercise, *Journal of Physiology*, 520(3), p.909-920, 1999.

HUANG, C.C; LIN, T.J; LU, Y.F; CHEN, C.C; HUANG, C.Y; LIN, W.T. Protective Effects of LArginine supplementation against exhaustive exercise-Induced oxidative stress in young rat tissues, *Chinese Journal of Physiology* 52(5), p. 306-315, 2009.

IZQUIERDO, M.; IBANEZ, J.; CALBET, J.A.; GONZALEZ-IZAL, M.; NAVARROAMEZQUETA, L.; GRANADOS, C.; Neuromuscular Fatigue After Resistance Training, *Journal of Nutritional Biochemistry*, 20(6), p. 462-468, 2009.

KNOW, D.K.; HWANG, K.H.; KIM, Y.K.; LEE, K.H. Effects of Swimming Exercise and Soybean Supplementation on the Immune Functions of Rats Fed a High-fat Diet, *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 35(4), p. 638-642, 2008.

LANCHA, A.H.J.R., POORTMANS, J.R., PEREIRA, L.O. The effect of 5 days of aspartate and asparagine supplementation on glucose transport activity in rat muscle. *Cell Biochemistry and Function*, 27(8), p. 552-557, 2009.

LEE, H., CHANG, M.J., KIM, S.H. Effects of poly-gamma-glutamic acid on serum and brain concentrations of glutamate and GABA in diet-induced obese rats. *Nutrition research and Practice*, 4(1), p. 23-29, 2010.

MCKENNA, M.J., BANGSBO, J., RENAUD, J.M. Muscle K^+ , Na^+ , and Cl^- disturbances and Na^+-K^+ pump inactivation: implications for fatigue, *Journal Applied Physiology*, 104(8), p. 288-295, 2008.

MEEUSEN, R. ; WATSON, P. Amino Acids and the Brain: Do They Play a Role in "Central Fatigue"? *International Journal Sport Nutrition Exercise and Metabolism*, 17(1), p. 11-14, 2007.

MENEGUELLO, M.; MENDONÇA, J.; JUNIOR, A.H.L.; ROSA, L. F. B. P. Effect of arginine, ornithine and citrulline supplementation upon performance and metabolism of trained rats. *Cell Biochemistry Function*, 32(21), p. 85–91, 2003.

MENEZES, H.S.; CORACINI, J.C DORS.; KEPLER, K.C.; FRANTZ, E.; ABEGG, M.P.; CORREA, C A. Ácido Láctico como indicativo de aptidão física em ratos, *Revista Brasileira de Medicina e Esporte*, 16(3), p. 210-214, 2010.

MOORE, D.A.; TAYLOR, J.; HARTMAN, M.L.; SISCHO, W.M. Quality assessments of waste milk at a calf ranch, *Journal of Dairy Science*, 92(7), p. 3503-3509, 2009.

MOUILLERON, S.; DENISOT, M.A.B.; PIMPANEAU, B.G. Glutamine binding opens the ammonia channel and activates glucosamine-6P synthase, *The journal of biological chemistry*, 281(7), p. 4404-4412, 2006.

MOURTZAKIS, M.; SALTIN, B.; GRAHAM, T. Carbohydrate metabolism during prolonged exercise and recovery: interactions between pyruvate dehydrogenase, fatty acids, and amino acids, *Journal Applied Physiology* 100(7), p. 1822–1830, 2006.

NOSAKA, K.; SACCO, P.; MAWATARI, K. Effects of Amino Acid Supplementation on Muscle Soreness and Damage, *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 16(6), p. 620-635, 2006.

RASMUSSEN, P.; SECHER, N.H.; PETERSEN, N.T. Viewpoints: Understanding Central Fatigue: Where to Go?. *Experimental Physiology*, 92(6), p. 369-370, 2007.

RAVIER, G.; DUGUÉ, B.; GRAPPE, F.; ROUILLON, J. Impressive Anaerobic Adaptations in Elite Karate Athletes Due to Few Intensive Intermittent Sessions Added to Regular Karate Training. *Scandinavian Journal of Medicine and Science In Sports*, 19(5), p. 687-694, 2009.

RIBEIRO, J.G.; SILVA, R.A. Estudo comparativo da qualidade de pólen apícola fresco, recém processado, não processado e armazenado em freezer e pólen de marca comercial através de análises físico-químicas. *Tecnologia e Desenvolvimento Sustentável*, 1(1), p. 3346, 2007.

SHUYUN, W. A study of the effect of bee-pollen on improving sport performances of mice. *Journal of Sports Medicine*, 8 (3), p. 139-141, 1989.

SILVA, C.C.; GOLDBERG, T.B.L.; CAPELA, R.C. Acute Post-exercise Blood Lactate and Creatine Phosphokinase Levels Responses in Young Athletes, *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 13(6), p. 23-26, 2007.

SWEENEY, K.M.; WRIGHT, G.A.; GLENN, BRICE A.; DOBERSTEIN, S.T. The effect of beta-alanine supplementation on power performance during repeated sprint activity, *Journal of Strength Conditioning Research*, 24(1), p. 79-87, 2010.

TOUBEKIS, A.G.; ADAM, G.V.; DOUDA, H.T.; ANTONIOU, P.D.; DOUROUNDOS, I. Repeated Sprint Swimming Performance After Low- or High-Intensity Active and Passive Recoveries, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 7(6), p.21-25, 2010.

TSAI, P.H.; TANG, T.K.; JUANG, C.L.; CHEN, K.W.; CHI, C.A.; HSU, M.C. Effects of Arginine Supplementation on Post-exercise Metabolic Responses, *Chinese Journal Physiology*, 52(3), p. 136-142, 2009.

VAN DEN, H.R.; BAUER, A.; HACKL, S.; SPONA, J.; ZENTEK, J. Changes in Intramuscular Amino Acid Levels in Submaximally Exercised Horses - A Pilot Study, *Journal Animal Physiology and Animal Nutrition*, 6(3), p. 23-26, 2009.

WILKINSON, S.B.; KIM, P.L.; ARMSTRONG, D.; PHILLIPS, S.M. Addition of Glutamine to Essential Amino Acids and Carbohydrate Does not Enhance Anabolism in Young Human Males Following Exercise, *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 31(5), p. 518–529, 2006.

WU, G. Amino acids: metabolism, functions, and nutrition, *Amino Acids*, 37(1), p. 1-17, 2009.

ZUNIGA, J.; HOUSH, T.J.; MIELKE, M.; HENDRIX C.R.; CAMIC, C.L. Gender Comparisons of Anthropometric Characteristics of Young Sprint Swimmers, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 7(6), p.27-30, 2010.