

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
DEPARTAMENTO DE CIRURGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIRURGIA

SORAYA MARIA DO NASCIMENTO REBOUÇAS VIANA

**EFEITOS DA L-GLUTAMINA NAS RESPOSTAS METABÓLICAS E
HEMODINÂMICAS EM INDIVÍDUOS SEDENTÁRIOS SUBMETIDOS AO
ESFORÇO FÍSICO**

FORTALEZA

2009

SORAYA MARIA DO NASCIMENTO REBOUÇAS VIANA

**EFEITOS DA L-GLUTAMINA NAS RESPOSTAS METABÓLICAS E
HEMODINÂMICAS EM INDIVÍDUOS SEDENTÁRIOS SUBMETIDOS AO
ESFORÇO FÍSICO**

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Cirurgia pelo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Leitão de Vasconcelos.

Co-Orientador: Carlos Roberto Martins Rodrigues Sobrinho.

FORTALEZA

2009

SORAYA MARIA DO NASCIMENTO REBOUÇAS VIANA

**EFEITOS DA L-GLUTAMINA NAS RESPOSTAS METABÓLICAS E
HEMODINÂMICAS EM INDIVÍDUOS SEDENTÁRIOS SUBMETIDOS AO
ESFORÇO FÍSICO**

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Cirurgia pelo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará.

Aprovada em 09 de setembro de 2009

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Leitão de Vasconcelos
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Carlos Roberto Martins Rodrigues Sobrinho
Universidade Federal do Ceará

Prof^ª. Dra. Helena Alves de Carvalho Sampaio
Universidade Estadual do Ceará

V668e Viana, Soraya Maria do Nascimento Rebouças
Efeitos da L-glutamina nas respostas metabólicas e
hemodinâmicas em indivíduos sedentários submetidos
ao esforço físico / Soraya Maria do Nascimento
Rebouças Viana. – Fortaleza, 2009.

67 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Leitão de
Vasconcelos

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do
Ceará. Programa de Pós-Graduação em Cirurgia,
Fortaleza-Ce, 2009

Ao meu esposo **RONALDO VIANA**, pela paciência, compreensão, incentivo e, sobretudo, pelo nosso amor.

Aos meus filhos: **GABRIELA, MELISSA, MATHEUS** e **SARAH**, pela compreensão e colaboração em minha ausência.

A minha mãe **MARLENE** pelas orações e carinho sempre presentes.

Aos meus irmãos, tios, sobrinhos, afilhados, compadres e primos pelo apoio na renúncia de tempo juntos.

AGRADECIMENTOS

Tenho de agradecer ao grande mestre, Professor Doutor **PAULO ROBERTO LEITÃO DE VASCONCELOS** por ter me aceito como sua orientanda e por sua sempre atenção e receptividade desde o nosso primeiro contato. Sem dúvida, esse trabalho não teria sido possível se ele não fizesse parte do meu caminho.

Ao Professor Doutor **CARLOS ROBERTO MARTINS RODRIGUES SOBRINHO** que esteve sempre muito disponível, receptivo e atencioso para as minhas dúvidas e dificuldades. Coloco aqui minha grande admiração por sua competência como profissional.

À Prof. Dra. **MARIA GORETTI RODRIGUES DE QUEIROZ** e ao Prof. **CÉLIO LIMA DE MELO**, pela gentileza de terem me cedido seu laboratório e por compartilhar conhecimentos e influenciar na minha formação como pesquisadora.

As médicas cardiologistas **MARIA DE JESUS FERREIRA MARINHO** e **MARCIA SALES**, a enfermeira **DENISE CARDOSO** e ao técnico de laboratório **ALMIR CARDOSO** pelo apoio e empenho na realização deste trabalho.

Não existem palavras que possam ser ditas a Dra. **ANDRÉA DA NÓBREGA CIRINO NOGUEIRA** minha amiga e companheira de projetos profissionais, por sua ajuda e amizade.

Gostaria de agradecer ao Prof. Dr. **MARCELO ALCÂNTARA**, ao Prof. Dr. **MIGUEL ÂNGELO** e à Prof. Dra. **HERMELINDA MACENA** pela contribuição nas sugestões e disposição em ajudar-me na finalização deste estudo.

Aos residentes de fisioterapia, **RAQUEL PINTO SALES**, **WEDLA LOURDES REBOUÇAS MATOS**, **LUIZ HENRIQUE DE PAULA MELO**, **RENATA DOS SANTOS VASCONCELOS** e as fisioterapeutas **MILITANA DIÓGENES**, **CHIARA BEZERRA**, **JULIANA ALVES**, **JOSIRE LIMA**, **EDNA CARDOSO**, e **LEIDELAMAR ALVES DE OLIVEIRA** pela disponibilidade em ajudar-me sempre com muito carinho e alto astral. Muito obrigada!

Agradeço às secretárias do Programa de Pós-Graduação em Cirurgia, Sra. **MARIA LUCIENE VIEIRA DE OLIVEIRA** e Sra. **MAGDA GOMES FONTENELE**, pela inestimável ajuda e amizade formada durante esta trajetória.

Aos **VOLUNTÁRIOS** que deram seu "sangue" contribuindo sempre com boa vontade. E a todos aqueles que de forma direta ou indireta colaboraram para a realização deste trabalho, meu agradecimento.

O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.

José de Alencar

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01	Indicações dos momentos em que foram realizadas as coletas de sangue para análise laboratorial.	34
FIGURA 02	Demonstração do Quociente Respiratório por amostra de protocolo de suplemento.	39
FIGURA 03	Carga suportada pelos indivíduos durante o teste cardiopulmonar	40
FIGURA 04	Tempo de Esforço exercido pelos indivíduos durante o teste cardiopulmonar na esteira.	40
FIGURA 05	Curvas de glicemia.	42
FIGURA 06	Curvas de Lactato.	42
FIGURA 07	Curvas da Frequência Cardíaca	44

LISTA DE TABELAS

TABELA 01	Dados antropométricos e hemodinâmicos dos voluntários	37
TABELA 02	Parâmetros metabólicos analisados	38
TABELA 03	Descrição da amostra, por protocolo de experimento, em relação aos parâmetros bioquímicos analisados	41
TABELA 04	Descrição da amostra, por protocolo de experimento, em relação aos parâmetros hemodinâmicos analisados	43

LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ACSM	<i>American College of Sports Medicine</i> (Colégio Americano de Medicina e do Esporte)
Ag/AgCl	Prata/Cloreto de Prata
ATP	Adenina trifosfato
BCAA	Aminoácidos de Cadeia Ramificada
CaCa	Caseinato de Cálcio
CDC	<i>Center for Disease Control</i> (Centro de Controle de Doenças)
CO ₂	Dióxido de Carbono
COI	Comitê Olímpico Internacional
DCNT	Doenças crônicas não-transmissíveis
ECG	Eletrocardiograma
FC	Frequência cardíaca
FNT	Fator de necrose tumoral
g/kg	Gramas por quilograma - Unidade de medida de massa
g	Gramas - Unidade de medida de massa
GOD-POD	método de reação enzimática glicose oxidase e peroxidase
HF	<i>High Frequency</i> (alta frequência cardíaca)
HUWC	Hospital Universitário Walter Cantídio
IMC	Índice de massa corporal
IPAQ	Questionário Internacional de Atividade Física
Km/h	Quilômetros por hora - unidade de distância pelo tempo
LA	Limiar anaeróbico
LDH	Enzima Lactato Desidrogenase
L-GLN	Glutamina

l/min	Litros por minuto - Unidade de medida do Consumo máximo de oxigênio
mEq/L	MiliEquivalentes por litro - unidade de medida bioquímica
m/min	Metros por minuto - unidade de distância pelo tempo
mg	Miligramas - Unidade de medida de massa
mg/dL	Miligramas por decilitro - unidade de medida de massa pelo volume
mll	Mililitros - Unidade de medida de volume
ml ³ -	Mililitros cúbicos - Unidade de volume
ml/kg/min	Mililitros por quilograma por minuto - Unidade de medida do consumo máximo de oxigênio
mMol/L	Unidade de medida da Concentração de Lactato Sanguíneo
mVO ₂	consumo ou captação de oxigênio pelo miocárdio
NH ₃	Amônia
O ₂	Oxigênio
OMS	Organização Mundial da Saúde
PA	Pressão arterial
PAD	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
PaO ₂	Pressão parcial arterial de oxigênio
PaCO ₂	Pressão parcial de dióxido de carbono
PCR	Proteína C-reativa
QR	Quociente respiratório - Razão de trocas gasosas
R	Relação das trocas gasosas
R-R	Intervalo entre cada batimento cardíaco
RPM	Rotação por minuto
SNC	Sistema Nervoso Central
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFC	Universidade Federal do Ceará
V4	velocidade em m/s
VE	volume de ar expirado
VO ₂	Volume de oxigênio consumido por minuto
VO ₂ Max	Consumo máximo de oxigênio
VCO ₂	Volume de dióxido de carbono consumido por minuto
W	WATT

RESUMO

Efeitos da L-glutamina nas respostas metabólicas e hemodinâmicas em indivíduos sedentários submetidos ao esforço físico. **SORAYA MARIA DO NASCIMENTO REBOUÇAS VIANA. Pós-Graduação *Stricto Sensu* do Departamento de Cirurgia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará (Grau de Mestre em Cirurgia). Setembro, 2009. Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Leitão de Vasconcelos.**

O objetivo desse estudo foi avaliar as respostas metabólicas e hemodinâmica da L-Glutamina em sedentários submetidos ao esforço físico. A amostra foi composta por 11 voluntários (05 homens e 06 mulheres entre 30 – 45 anos), sedentários. Foi realizado um estudo clínico, cruzado, randomizado, duplo-cego. O protocolo foi dividido em duas etapas. Nos protocolos o participante utilizou (0,5 g/kg) de L-Glutamina ou Caseinato de Cálcio adicionada a uma bebida láctea Nescau Light (200ml) durante sete dias seguidos, com um intervalo de uma semana do término de um protocolo e início do outro. Os voluntários foram avaliados quanto à resposta cardiopulmonar e metabólica durante um teste cardiopulmonar em esteira. Foram determinados em cada indivíduo o consumo de oxigênio (VO_2 Max), o quociente respiratório (QR), a carga de trabalho exercida, a frequência cardíaca (FC), a Pressão Arterial Sistólica e Diastólica (PAS/PAD) na fases: pré-esforço, no limiar de anaerobiose, no esforço máximo e na fase de recuperação pós esforço. Foram ainda avaliadas as concentrações séricas de glicose e lactato em quatro momentos: jejum (de no mínimo 8 horas), imediatamente antes do esforço, no final do exercício e 30 minutos após o exercício. A oferta prévia de L-glutamina (0,5 g /Kg a indivíduos sedentários, via oral, durante sete dias não promoveu mudanças hemodinâmicas durante o esforço físico. Por outro lado modificou a resposta metabólica reduzindo a lactacemia antes do esforço físico ($3,68 \pm 0,8$ versus $2,2 \pm 0,9$; $p=0,01$), na vigência do esforço máximo ($12,4 \pm 5,1$ versus $10,3 \pm 3,2$; $p=0,04$), e no final do teste de esforço físico ($6,9 \pm 3,6$ versus $5,02 \pm 1,77$; $p=0,01$). A L-glutamina em doses nutracêuticas é recomendada para uso aos praticantes de atividade física e não traz complicações hemodinâmicas.

Palavras-chave: Esforço Físico; Metabolismo Energético; Glutamina

ABSTRACT

Effects of L-glutamine in metabolic and hemodynamic responses in sedentary individuals submitted to physical exertion. **SORAYA MARIA DO NASCIMENTO REBOUÇAS VIANA. Stricto Sensu Post-Graduation. Department of Surgery, Faculty of Medicine, Federal University of Ceará (Degree of Master of Surgery). September, 2009. Advisor: Dr. Paulo Roberto Leitão de Vasconcelos.**

The aim of this study was to evaluate the hemodynamic and metabolic responses of L-Glutamine in sedentary subjected to physical exertion. The sample consisted of 11 sedentary volunteers (05 men and 06 women between 30 - 45 years). We conducted a clinical study, crossover, randomized, double-blind. The protocol was divided into two stages. The protocols used participant (0.5 g / kg) of L-glutamine or calcium caseinate added to a milk drink Nescau Light (200ml) for seven consecutive days, with an interval of one week of completion of a protocol and early other. The volunteers were evaluated for cardiopulmonary and metabolic response during cardiopulmonary exercise testing on a treadmill. Were determined in each individual oxygen consumption (VO_2 Max), respiratory quotient (RQ), the workload performed, heart rate (HR), systolic and diastolic blood pressure (SBP / DBP) in phases: pre - effort, the anaerobic threshold, maximal effort and during the recovery effort. Were also evaluated serum concentrations of glucose and lactate in four stages: fast (at least 8 hours), immediately before the effort at the end of exercise and 30 minutes after exercise. The prior offer of L-glutamine (0.5 g / kg in sedentary individuals, orally for seven days did not cause hemodynamic changes during physical exertion. On the other hand modified the metabolic response by reducing the lactacemia before the physical activity ($3,68 \pm 0.8$ versus 2.2 ± 0.9 , $p = 0.01$) in the presence of maximal (12.4 ± 5.1 versus 10.3 ± 3.2 , $p = 0.04$), and at the end of the exercise stress test (6.9 ± 3.6 versus 5.02 ± 1.77 , $p = 0.01$). L-glutamine in nutraceutical doses is recommended for use to practitioners of physical activity and not hemodynamic features.

Keywords: Exertion; Energy Metabolism; Glutamine

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	SEDENTARISMO	16
1.2	EXERCÍCIO FÍSICO	17
1.3	RESPOSTAS DO ORGANISMO AO EXERCÍCIO	18
1.3.1	<i>FUNÇÃO RESPIRATÓRIA</i>	19
1.3.2	<i>SISTEMA CARDIOVASCULAR</i>	20
1.3.3	<i>AÇÃO DOS MÚSCULOS</i>	21
1.3.4	<i>MARCADORES METABÓLICOS</i>	22
1.3.4.1	<i>GLICOSE SANGUÍNEA</i>	22
1.3.4.2	<i>LACTATO SANGUÍNEO</i>	23
1.4	GLUTAMINA	24
1.5	SUPLEMENTAÇÃO COM GLUTAMINA	27
2	OBJETIVO	30
3	MÉTODO	31
3.1	VOLUNTÁRIOS	31
3.2	SELEÇÃO	31
3.3	DESENHO DO ESTUDO	31
3.4	LOCAIS DO ESTUDO	32
3.5	INTERVENÇÃO	32
3.6	PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO CARDIOPULMONAR	33
3.7	AMOSTRAS SANGUÍNEAS E ANÁLISES BIOQUÍMICAS	34
3.7.1	GLICEMIA	35
3.7.2	LACTATO SANGUÍNEO	35
3.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA	36
4	RESULTADOS	37
4.1	DADOS ANTROPOMÉTRICOS E HEMODINÂMICOS	37

4.2	PARÂMETROS METABÓLICOS OBSERVADOS NO TESTE CARDIOPULMONAR	38
4.2.1	VO ₂ MAX	38
4.2.2	QUOCIENTE RESPIRATÓRIO	38
4.2.3	CARGA DE TRABALHO	39
4.2.4	TEMPO DE ESFORÇO REALIZADO	40
4.3	PARÂMETROS BIOQUÍMICOS ANALISADOS	41
4.3.1	GLICOSE	41
4.3.2	LACTATO	42
4.4	PARÂMETROS HEMODINÂMICOS	43
4.4.1	FREQUÊNCIA CARDÍACA	43
4.4.2	PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA	44
4.4.3	PRESSÃO ARTERIAL DIASTÓLICA	44
5	DISCUSSÃO	45
6	CONCLUSÃO	49
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
8	APÊNDICE	58
9	ANEXO	65

1 INTRODUÇÃO

O homem sempre buscou e busca recursos que possibilitem melhorar o seu desempenho em todos os aspectos. Esses recursos podem ser nutricionais, físicos, mecânicos, psicológicos, fisiológicos ou farmacológicos.

Sabe-se que a utilização de drogas e agentes farmacológicos para fins de melhoria do desempenho é considerada *dopping* e é proibido pelo Comitê Olímpico Internacional (COI) e organizações atléticas. Devido a isso as pessoas recorrem a recursos ergogênicos legais por meio de suplementações alimentares para otimização de resultados. A palavra “ergogênico” vem de origem grega: *ergon* que significa trabalho e *gennan* que significa artifícios utilizados para a melhora do desempenho (WILLIAMS & BRANCH, 1998).

Atualmente há um grande número de pessoas que utilizam de forma abusiva suplementos nutricionais associados ao exercício em busca de uma melhora da capacidade física em academias. Porém muitos utilizam esses suplementos de forma empírica e sem comprovação científica de seus efeitos ergogênicos. (NETO, 2001; CARVALHO, 2003).

Muitas publicações têm sido descritas abordando a grande quantidade de praticantes de atividade física que fazem uso desses suplementos nutricionais. Em Curitiba, Reis, Manzoni e Loureiro (2006), obtiveram um resultado de 50,61% de utilização de suplementos em academias. Na pesquisa de Oliveira e Santos (2007), em 8 academias de musculação de Petrópolis no Rio de Janeiro, a utilização de suplementos foi de 75%, justificando o resultado alto, pela amostra ser somente do gênero masculino, onde a procura pelos produtos é maior. McDowall (2007) mostra em seu trabalho que entre os alunos da escola média, 3,7% têm usado suplementos em algum momento de suas vidas, de acordo com uma pesquisa de 2001 feita pelo Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos. Também mostrou que em 2006 o uso de suplementos por idosos subiu para 2,4% contra 1,7% em 2000.

Um suplemento nutricional muito consumido por atletas e praticantes de atividade física é a glutamina, um aminoácido que teoricamente possibilitaria uma melhora no desempenho atlético.

É procurando vencer as consequências do sedentarismo que mais pessoas utilizam suplementos para melhorar a *performance* física.

1.1 SEDENTARISMO

Conforme Silva e Lima (2002) a rapidez e a extensão da urbanização, características do século XX, provocaram grandes modificações no estilo de vida das pessoas, levando a uma enorme redução nos níveis de atividade física, o que por sua vez, provocou um grande impacto sobre a saúde de grandes populações. Devido a isso, o perfil das doenças sofreu grandes mudanças em nosso meio e a crescente incidência de doenças relacionadas ao sedentarismo na população mundial é uma das conseqüências mais graves dessas modificações.

De acordo com MacArdle, Katch e Katch (2003), as doenças relacionadas ao sedentarismo como: obesidade, diabetes, hipercolesterolemia e mesmo hipertensão resultam provavelmente da interação de genes e fatores relacionados ao estilo de vida, como inatividade física, aumento de peso e dieta rica em gorduras, que intensificam o risco, o qual aumenta com a idade.

Desde os textos clássicos gregos, romanos e orientais, a atividade física tem sido mencionada como instrumento de recuperação, manutenção e promoção da saúde. No entanto, só recentemente estudos epidemiológicos com melhor delineamento conseguiram demonstrar com maior clareza essa associação. O sedentarismo não representa apenas um risco pessoal de enfermidades, tem um custo econômico para o indivíduo, para a família e para a sociedade (CDC, 2000).

A alta prevalência de sedentarismo na sociedade atual tem sido um problema de saúde pública para a civilização moderna. Trata-se de um comportamento induzido por hábitos decorrentes da evolução da tecnologia que cada vez mais vem substituindo as atividades ocupacionais que demandam gasto de energia por facilidades da vida moderna. (WHO, 1998 *apud* CHIARA *et al.*, 2003).

Bini (2004) classifica como sedentário o indivíduo que gasta poucas calorias por semana com atividades ocupacionais. Para ele o indivíduo necessita gastar no mínimo 2200 calorias por semana em atividade física.

Estudos têm sido desenvolvidos com levantamentos para determinar o nível de atividade física em diferentes populações mediante o uso de questionários (MATSUDO *et al.*, 2001). Uma proposta internacionalmente conhecida é a do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) que faz um levantamento mundial da prevalência de atividade física.

Para Matsudo (2001) pode ser classificado como sedentário o indivíduo que não realiza nenhuma atividade física capaz de elevar a frequência cardíaca a ponto de permitir a sensação da pulsação do coração por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana.

1.2 EXERCÍCIO FÍSICO

A prática de exercícios físicos é de extrema importância para a melhora da qualidade de vida e manutenção da saúde, além de estar ligada a prevenção de vários problemas cardiovasculares e metabólicos como dislipidemias, infarto, hipertensão e diabetes. O Colégio Americano de Medicina e do Esporte (ACSM), em sua última posição publicada em relação à prática de atividade física, propõe que o mínimo de atividade física a ser realizada para a manutenção da capacidade física e da saúde, deve ser de 30 minutos de atividade moderada (caminhada) cinco vezes na semana ou 20 minutos de atividade intensa ou vigorosa (corrida ou trote) pelo menos três vezes na semana.

O exercício físico é classificado em aeróbio ou anaeróbio. Relaciona-se à rota metabólica preferencial utilizada em determinadas atividades. Ambos os tipos de exercícios podem ser de intensidade leve, moderada ou forte. No exercício aeróbio há o uso de oxigênio, o qual funciona como fonte de queima dos substratos que produzirão a energia transportada para o músculo em atividade. Estimula a função dos sistemas cardiovascular bem como o metabolismo. O exercício anaeróbio utiliza uma fonte de energia que independe do uso do oxigênio. Envolve um esforço intenso realizado por um número limitado de músculos com produção de ácido láctico (POWERS & HOLLEY, 2000).

Para Rincón *et al.* (2001), o exercício pode ser equiparado com saúde, e as pessoas que praticam algum tipo de exercício regularmente estão menos suscetíveis às infecções quando comparadas com pessoas sedentárias, especialmente se a atividade praticada é de baixa intensidade. Entretanto, isto pode não ser verdade para atletas competitivos, que em muitos casos estão mais suscetíveis às infecções que as pessoas sedentárias.

Conforme Mackinnon (2000a), entre atletas e outros indivíduos fisicamente ativos, há a percepção de que o exercício regular moderado aumenta, ao passo que o

exercício intenso suprime a resistência às infecções, como a do trato respiratório superior. Essa percepção é apoiada por dados epidemiológicos em atletas de resistência e de dados limitados de estudos de intervenção utilizando o exercício moderado em indivíduos não treinados previamente.

Para Nemet *et al.*, (2003) os efeitos do exercício no crescimento e desenvolvimento são mediados através de uma complexa interação entre os sistemas endócrino, imune e nervoso. Entre os hormônios que durante o exercício atuam no sistema imune, os principais são as catecolaminas (epinefrina), o cortisol, o hormônio do crescimento e peptídeos opióides (endorfinas). Já entre os fatores metabólicos e mecânicos estão a glutamina, aminoácido fundamental no metabolismo de células musculares e de células do sistema imune, a hipóxia, a hipertermia e a lesão muscular gerando processo inflamatório localizado.

Segundo Rogatto & Luciano (2002), o exercício físico é apontado como um fator para a promoção de bem estar e saúde aos seus praticantes. Entretanto, quando o exercício é realizado de maneira inadequada, pode trazer comprometimentos à saúde, levando ao estado de *overtraining* e/ou estresse, o qual, entre outros sintomas, pode ser detectado pela redução do peso corporal e pela observação de mudanças no perfil imunológico, com declínio do número total e/ou alterações de leucócitos na corrente sanguínea.

Sem a prática de atividade física, o corpo acumula tensões tornando os músculos fracos e deficientes (NAHAS, 2001).

1.3 RESPOSTAS DO ORGANISMO AO EXERCÍCIO

O exercício físico gera um desvio do estado de homeostase orgânica, levando à reorganização da resposta de diversos sistemas. Seus componentes sofrem modificações de acordo com o estímulo recebido e apesar do exercício ser genericamente classificado como estímulo estressante, é mais adequado dividir a resposta ao exercício em aguda e adaptação crônica. A resposta aguda é reação transitória ao estresse como elevação da frequência cardíaca, da ventilação pulmonar e sudorese, enquanto o estímulo crônico gera a resposta de adaptação crônica ao exercício, tornando o organismo capaz de tolerar o estresse (ARAÚJO, 2001).

Em uma revisão publicada há duas décadas, o fisiologista respiratório Jerome Dempsey já fazia uma abordagem crítica a respeito da interação de três componentes fundamentais na resposta ao exercício. De acordo com esse autor, pode-se considerar que os pulmões, o sistema cardiovascular e o músculo esquelético compõem os três elementos fisiológicos mais importantes na análise do desempenho aeróbio (WAAGSTEIN, 1989).

Durante um período de exercício, o corpo humano sofre adaptações cardiovasculares e respiratórias a fim de atender às demandas aumentadas dos músculos ativos e, à medida que essas adaptações são repetidas, ocorrem modificações nesses músculos, permitindo que o organismo melhore o seu desempenho. Entram em ação processos fisiológicos e metabólicos, otimizando a distribuição de oxigênio pelos tecidos em atividade (WILMORE & COSTIL, 2001).

1.3.1 Função Respiratória

O trato pulmonar é o componente que desempenha papel crítico na resposta fisiológica ao exercício no que diz respeito ao metabolismo aeróbio. As principais funções deste sistema durante o exercício são: entregar o oxigênio aos músculos ativos numa proporção semelhante a sua utilização no metabolismo aeróbio e remover o dióxido de carbono e outros produtos finais do metabolismo à medida que são produzidos nos músculos ativos (GUYTON & HALL, 2002).

A demanda metabólica para síntese de ATP no exercício vai depender do transporte de oxigênio ajustado pelo conteúdo arterial e da transferência do oxigênio dos alvéolos para o sangue ajustado pela difusão alvéolo-capilar (WILMORE & COSTILL, 2001).

O valor do consumo máximo de oxigênio (VO_2 Max) é definido como sendo a quantidade máxima de oxigênio utilizada pelo indivíduo durante um exercício máximo até a exaustão e é determinado pelo aumento da carga de trabalho ou da velocidade da esteira, de maneira gradativa (POWERS & HOWLEY, 2000).

Nos exercícios realizados em altas velocidades, nos quais as cargas de trabalho estão entre 65% a 85% do consumo máximo de oxigênio (VO_2 Max) as células mantêm o requerimento energético de ATP para a contração muscular através do metabolismo anaeróbico da glicose, resultando em acúmulo de ácido

lático nas células musculares, com consequente desenvolvimento de acidemia arterial. Essa acidose metabólica é chamada de limiar anaeróbico. É a capacidade máxima de absorção de oxigênio na intensidade de exercício a partir da qual ocorre aumento exponencial na concentração de lactato sanguíneo. O limiar anaeróbico também pode ser relacionado a um aumento na relação das trocas respiratórias (R) devido à liberação do excesso de dióxido de carbono no processo tamponamento (SVEDAHL & MACINTOSH, 2003).

1.3.2 Sistema Cardiovascular

O sistema cardiovascular responde ao exercício com acentuado aumento da frequência cardíaca, da força de contração, do volume sistólico e do débito cardíaco. Estas respostas cardiovasculares são rápidas e concomitantes a vasoconstricção e vasodilatação arterial para um trabalho muscular adequado às exigências do exercício (MACARDLE *et al.*, 2003). É considerado o elo limitante da cadeia de órgãos e sistemas que compõe a seqüência de eventos de captação, transporte e utilização de oxigênio durante o exercício (GHORAYEB *et al.*, 2005).

As mensurações da frequência cardíaca durante o exercício são empregadas para quantificar a intensidade da carga de trabalho, monitorar o condicionamento físico e para estudar os efeitos do exercício sobre o sistema cardiovascular.

A FC é modificada a cada batimento em função da contínua estimulação/inibição do sistema simpático e parassimpático (adrenalina/noradrenalina e acetilcolina, respectivamente). A variação no intervalo entre os batimentos é feita com o objetivo do ajuste da pressão arterial em resposta à monitorização contínua dos presorreceptores (MALLIANI, 1999). O metabolismo do coração é influenciado tanto pelo cronotropismo quanto pelo inotropismo, sendo que ambos irão influenciar na sobrecarga do miocárdio e na demanda de oxigênio deste músculo no exercício (MIRANDA *et al.*, 2006).

A necessidade de oxigênio do coração pode ser medida pelo consumo ou captação de oxigênio pelo miocárdio (mVO_2), que é determinada pela interação, por exemplo, da tensão intramiocárdica, da contratilidade do músculo cardíaco e da frequência cardíaca. Todos estes fatores são alterados durante o exercício físico

aumentando a demanda por nutrientes e oxigênio pelo coração, acarretando no aumento do fluxo coronariano de sangue (ANDRADE *et al.*, 2002; POLITO & FARINATTI, 2003).

O padrão de referência para a avaliação da aptidão funcional cardiorrespiratória de indivíduos em diferentes faixas etárias, pelos valores de consumo máximo de oxigênio, pode ser observado por teste cardiopulmonar.

O teste cardiopulmonar estuda a atividade elétrica do coração e suas repercussões clínicas, aferindo a adequação entre a demanda e a oferta de oxigênio ao miocárdio, fornecendo informações importantes sobre a saúde e características específicas do funcionamento do organismo, otimizando a proposta de treinamento por meio de um programa de atividade física individualizada (ROCHA, 2004).

Durante o exame a pessoa desenvolve esforço progressivo até sua exaustão, com duração média de 10 a 12 minutos, podendo ser realizado em ergômetros, como esteira ergométrica e bicicleta estacionária. Enquanto o esforço é realizado são monitorizadas dezenas de variáveis simultaneamente, como o eletrocardiograma, a pressão arterial, a frequência cardíaca, a ventilação pulmonar, o consumo de oxigênio e a produção de dióxido de carbono, analisados a cada ciclo respiratório. Estes dados, em conjunto, fornecem um retrato detalhado das respostas fisiológicas ao exercício.

1.3.3. Ação dos músculos

Para além destas solicitações orgânicas, há cada vez mais evidências de que, durante o exercício físico agudo, tal como em qualquer outra situação que envolva um aumento súbito do metabolismo celular, ocorre também uma concomitante sobrecarga orgânica oxidativa, com a consequente lesão oxidativa cuja magnitude parece ser dependente da intensidade, da duração e do tipo de exercício realizado (POWERS & HOLLEY, 2000; SMOLKA *et al.*, 2000).

Segundo Fox, Foss e Keteyian (2000), a maior parte das atividades de resistência depende do sistema energético aeróbio do músculo esquelético. A base neuromuscular do treinamento aeróbio está nas diferentes unidades motoras ou nos tipos de fibras do músculo esquelético e nas suas formas de recrutamento durante a realização de exercícios.

As características das fibras musculares, tipo I e II, com suas especificidades oxidativas aliadas à porcentagem na área relativa, possibilitam estimar o perfil da capacidade de trabalho do indivíduo (POWERS; HOWLEY, 2000). Entende-se por capacidade, carga de trabalho ou potencia a quantidade de trabalho (força x distancia) que é realizada num dado período de tempo (FOX; FOSS & KETHEYIAN, 2000).

O treinamento de força pode promover alterações hormonais e estruturais no músculo esquelético (CLARKSON & HUBAL, 2002). A atividade muscular intensa freqüentemente resulta na produção e acúmulo de metabólitos, causando algum comprometimento no metabolismo energético e por conseqüência alterando força de contração muscular (PEYREBRUNE *et al.*, 2005).

1.3.4 Marcadores Metabólicos

Os marcadores metabólicos são afetados pelo exercício e se apresentam em altos níveis refletindo a contínua liberação de enzimas dos músculos e do fígado (WU *et al.*, 2004).

1.3.4.1 Glicose sanguínea

A glicose representa aproximadamente 99% de todos os açúcares circulantes no sangue, sendo originária da digestão de carboidratos ou da degradação do glicogênio hepático. A síntese do glicogênio ocorre a partir da glicose em um processo determinado como glicogênese. Esse glicogênio é então armazenado no fígado ou no músculo, sendo utilizado quando a sua quebra forma glicose-1-fosfato através da glicogenólise (ROBERGS *et al.*, 2004).

A manutenção da homeostasia da glicose sanguínea passa a constituir um desafio durante o exercício de *endurance* de alta intensidade, quando as reservas musculares e hepáticas de glicogênio são depletadas rapidamente. Quando isso ocorre, o sistema nervoso central acaba metabolizando corpos cetônicos como combustível energético. Simultaneamente, a proteína muscular é degradada a fim de preservar os níveis plasmáticos de glicose (MACARDLE *et al.*, 2003).

A concentração de glicose no sangue é hormonalmente regulada. Flutuações na glicose sanguínea devido à captação na dieta ou exercício vigoroso são contrabalanceadas por uma variedade de alterações desencadeadas por hormônios no metabolismo de vários órgãos (LEHNINGER *et al.*, 2002).

Durante uma atividade física, há uma estimulação do sistema nervoso simpático com aumento da liberação de adrenalina para a corrente sanguínea. A epinefrina prepara o organismo para aumentar sua atividade, mobilizando a glicose sanguínea a partir do glicogênio e outros precursores.

Um exercício prolongado (60 a 120 minutos) que atinja o ponto de fadiga pode depletar quase que completamente os estoques de glicogênio hepático e muscular; ocasionando conseqüentemente uma queda da glicose sanguínea (MAUGHAN *et al.*, 2000).

Caso a glicose sanguínea decaia durante um evento de longa duração, há a liberação hormonal de glucagon. De acordo com Lehninger *et al.*, (2002), este hormônio estimula a liberação de glicose a partir do glicogênio hepático e desloca o metabolismo energético do fígado e dos músculos para ácidos graxos, poupando, assim, a glicose para o uso do cérebro. Tal complicação poderia ser facilmente prevenida pelo uso da reposição de glicose durante um evento competitivo em concentrações adequadas e condizentes com a duração e intensidade do esforço.

1.3.4.2 Lactato Sanguíneo

As mensurações das concentrações de lactato no sangue em indivíduos submetidos ao esforço físico refletem sua condição muscular, ou seja, revelam as reais condições do metabolismo aeróbio e anaeróbio do sistema músculo-esquelético.

O lactato é produto do metabolismo muscular em qualquer tipo de exercício e o aumento de sua concentração é decorrente da limitação da disponibilidade de oxigênio para oxidação do piruvato na mitocôndria (MACARDLE, 2003). Desta maneira, a relação entre a concentração de lactato e a velocidade de exercício obtida nos testes de exercício, ilustra a situação na qual há um aumento exponencial de suas concentrações sanguíneas quando a contribuição da energia aeróbica começa a ser insuficiente frente aos requerimentos energéticos totais.

A intensa produção de lactato resulta na diminuição do pH, o qual pode limitar a capacidade para o trabalho por interferir na atividade enzimática muscular, em relação ao tempo de contração muscular de intensidade progressiva (JUDEL *et al.*, 2004).

Para se encontrar o limiar anaeróbico individual, que é definido quando o acúmulo de ácido láctico é maior que sua ressíntese (WILMORE & COSTILL, 2001), deve-se encontrar os aumentos na concentração de lactato sanguíneo onde existe uma quebra na progressão linear de aumento.

As mensurações de lactato permitem a adoção de condutas preventivas à saúde do indivíduo submetido a determinado programa de treinamento, auxilia na avaliação da capacidade atlética, para que, alterações neste treinamento possam melhorar seu desempenho e prevenir lesões, por vezes despercebidas, ou observadas tardiamente, e que estejam limitando sua capacidade funcional bem como a modificação do programa de treinamento (JUDEL *et al.*, 2004).

1.4 GLUTAMINA

A glutamina (gln) foi observada pela primeira vez pelos cientistas Hlasiwetz e Haberman em 1873 quando sugeriram que a amônia encontrada em hidrolisados protéicos era o resultado de sua liberação a partir da glutamina e asparagina (CURI, 2000).

Em 1932, foi descrito o isolamento da glutamina a partir do hidrolisado protéico e a presença de enzimas que catalisam sua síntese e hidrólise foi descrita em 1935 por sir Hans Krebs. A partir daí os conhecimentos dos aspectos relativos à síntese e degradação da glutamina aumentaram significativamente. Pouco progresso no entendimento das funções metabólicas desse aminoácido ocorreu entre 1940 e 1950, porém em 1955 surgiram as primeiras evidências de suas propriedades metabólicas importantes, quando Eagle demonstrou ser este importante para o crescimento e manutenção de células em cultura e precursor de nucleotídeos e de outras moléculas, além de substrato energético para a proliferação celular (CURI, 2000).

As duas principais enzimas participantes do metabolismo da glutamina são a glutamina sintetase e a glutaminase. A primeira enzima citada é responsável por

catalisar a conversão de glutamina a partir de amônia e glutamato, na presença de ATP. Já a glutaminase é responsável pela hidrólise da glutamina, convertendo-a em glutamato e amônia (ROGERO & TIRAPEGUI, 2003).

A glutamina é um aminoácido que desempenha inúmeras funções fisiológicas e apesar de ser não-essencial é atualmente considerado condicionalmente essencial, por ser sintetizado a partir das necessidades corporais nos estados catabólicos como em situações de trauma e infecções. É encontrada em grande quantidade no plasma e no músculo esquelético, correspondendo 70% a 80% de todos os aminoácidos livres no organismo (SOUBA, 1990; BORGES *et al.*, 1995; ROGERO & TIRAPEGUI, 2003).

Em condições fisiológicas normais a concentração de glutamina plasmática é mantida constante. A produção e utilização desta podem ser alteradas pelo exercício, pelo nível de estresse ou pelo desequilíbrio sistêmico. A glutamina é ativamente transportada para dentro das células através de um sistema dependente de sódio, resultando em gasto de energia (ROGERO & TIRAPEGUI, 2003).

Em estudo realizado por Bergström *et al.* (1997), utilizando um exercício de intensidade a 70% do VO_2 Max, foi observado um aumento da concentração de glutamina muscular nos primeiros dez minutos (de 18,9 para 23,6 mmol/L), diminuindo com o decorrer do exercício. Em outro estudo, Rennie *et al.* (2006) observaram uma diminuição de 34% do conteúdo muscular de glutamina em humanos logo após uma sessão de exercício com duração de duzentos e vinte e cinco minutos, a 50% do VO_2 Max (de 21,6 para 14,3 mmol/L). Esses dois estudos sugerem que ocorre aumento na síntese de glutamina, porém sua liberação supera esta síntese e, no decorrer do exercício, a concentração intracelular tende a diminuir.

Dentre as possíveis causas relacionadas a essa diminuição, destacam-se alguns dos diversos órgãos e células que promovem a captação e a utilização da glutamina, durante e após o exercício (GARCIA & CURI, 2000). A maioria dos órgãos e tecidos tem tanto a enzima de degradação quanto de síntese da glutamina, portanto o cérebro, o coração, o pulmão e o tecido adiposo são produtores regulares da glutamina, enquanto intestino, baço, pâncreas, rins e células do sistema imune são consumidores. O fígado e os músculos tanto podem produzir como consumir glutamina (ROWBOTTON *et al.* 1995; BROSANAN, 2000; ROGERO & TIRAPEGUI, 2003; DIESTEL *et al.*, 2005).

Os rins, em estado de jejum prolongado (> 60 horas), sintetizam glicose a partir deste aminoácido (gliconeogênese) e dependem da amônia carregada pela glutamina para manterem o balanço ácido básico do organismo (ROWBOTTON *et al.*, 1995). Além do fornecimento de amônia, a oxidação de glutamina nos rins aumenta a produção de íons bicarbonato (HCO_3^-), posteriormente liberados na circulação, para tamponarem os íons de hidrogênio. Quanto mais intenso o exercício, maior é a produção de íons de hidrogênio e, conseqüentemente, maior é a demanda dos rins para tamponarem a acidose provocada. Esse processo tende a explicar a direta relação entre a diminuição da concentração plasmática de glutamina e intensidade e duração do exercício (GARCIA & CURI, 2000).

O fígado também utiliza a glutamina como precursor gliconeogênico. Segundo Garcia e Curi (2000) estudos enfatizam a importância deste aminoácido no processo gliconeogênico hepático em seres humanos. A hipótese para o aumento da captação de glutamina no fígado pode ser sua utilização para a síntese de glutathione. O fígado é a principal fonte desse antioxidante e o exercício, ao aumentar a produção de radicais livres, provavelmente estimula as vias hepáticas de síntese de antioxidantes.

As alterações metabólicas provocadas pelo aumento da demanda energética, seja pelo exercício ou por uma situação de estresse, induzem a utilização de reservas e a produção de inúmeros metabólitos ou mediadores que podem ser classificados em hormônios (catecolaminas e glicocorticóides), peptídeos (interleucinas e FNT) e lipídeos (leucotrienos, prostanglandinas e tromboxanos) (CASTELL, 1997; GLEENSON, 2005).

A glutamina é requerida para a proliferação e síntese de nucleotídeo nos linfócitos. As citocinas pró-inflamatórias exercem sua ação através da regulação da função hepática utilizando a glutamina como fonte de energia para promover a manutenção da glicemia por meio da neoglicogênese e favorecendo a síntese de proteínas da fase aguda da inflamação (MOLINA, 1994). Apesar dos efeitos antiinflamatórios serem necessários para contrapor-se àqueles pró-inflamatórios, a imunossupressão pode refletir a tentativa do organismo de conter a inflamação induzida pelo exercício físico exaustivo por meio da síntese de moléculas endógenas antiinflamatórias (SMITH, 2003).

Com sua atividade de proteção da barreira da mucosa intestinal, a glutamina aumenta a função desta, reduzindo a entrada de bactérias e estimula o

crescimento dos enterócitos além de aumentar a superfície absorptiva. Em um estudo de Estivariz *et al.* (2008) foi avaliado o uso de glutamina na nutrição parenteral de 59 pacientes críticos em pós-operatório de cirurgia cardíaca, vascular, colônica e de necrose pancreática. Os resultados mostraram que a suplementação de glutamina na nutrição parenteral reduziu significativamente a incidência de infecções nosocomiais nos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, vascular e de cólon.

Para o músculo cardíaco, a glutamina é um importante combustível, pelo fato de ser convertida em glutamato, o qual participa do Ciclo de Krebs para produzir ATP, durante os primeiros minutos do exercício e, conseqüentemente, aumentar a capacidade de geração de energia pela via oxidativa, atuando desse modo sobre a *performance* de atletas. Essa é outra razão de sua importância durante a prática de exercícios (GHORAYEB & BARROS, 1999; BRUCE *et al.*, 2001).

1.5 SUPLEMENTAÇÃO COM GLUTAMINA

A glutamina é o aminoácido livre mais abundante no tecido muscular. Além de atuar como nutriente (energético) para as células imunológicas, apresenta uma importante função anabólica promovendo o crescimento muscular. Este efeito pode estar associado à sua capacidade de captar água para o meio intracelular o que estimula assim a síntese proteica, através do aumento de volume celular e da pressão osmótica (MACLENNAM *et al.*, 1988; LOW *et al.*, 1996; CASTELL & NEWSHOLME, 1997). Suplementando a dieta com glutamina os atletas estarão capacitados para evitar lesões no tecido muscular e promover aumento do volume celular (HAUSSINGER *et al.*, 1994; KIEHL, 2007).

A concentração intramuscular de glutamina pode regular o catabolismo e anabolismo protéico. A suplementação desse aminoácido em indivíduos submetidos a fatores estressantes tem contribuído para que a queda da síntese protéica não seja tão acentuada (CASTELL & NEWSHOLME, 1997).

Fornecer glutamina através da suplementação significa que menos tecido muscular será "esgotado" para fornecer glicose. Isso é de grande importância para pessoas com dieta de restrição calórica, que frequentemente perdem massa muscular ao invés de tecido gorduroso (ROGERO & TIRAPEGUI, 2003).

Não há relatos de efeitos adversos ou negativos atribuíveis a suplementação de glutamina (WERNERMAN, 2008). Boza *et al.* (2001) em seu estudo falam que a biodisponibilidade da glutamina é igual quando administrada por via enteral como um aminoácido livre e quando ligada à proteína. Dechelotte (1991) mostrou em seu trabalho que a glutamina é eficientemente absorvida pelo jejuno humano *in vivo* e pode inibir diretamente a lipólise, o que, nem afeta a proteólise, nem a produção de glicose em humanos saudáveis.

Uma forma de utilizar a glutamina como suplemento e conseguir transpor a “barreira das células intestinais pode ser a utilização de dipeptídeos de glutamina como a glicil-glutamina a alanil-glutamina. Estes são bem absorvidos e passam para a corrente sanguínea de forma intacta, sendo lisados posteriormente, principalmente nos rins (MINAMI *et al.*, 1992)

A dose considerada ideal para a suplementação de glutamina ainda é desconhecida. Em vários estudos, as doses variaram de 0,2-0,65 g/kg com esta última considerada a dose máxima tolerada em pacientes criticamente doentes (NOVAK *et al.*, 2002; HEYLAND, 2007; GALERA *et al.*, 2009).

Há vários trabalhos mostrando que a glutamina desempenha papéis importantes:

- É nutriente específico para o enterócito e para as células imunológicas como mostraram O’Flaherty & Bouchier-Hayes (1999), em artigo de revisão, afirmando que dietas imunomoduladoras com nutrientes, dentre eles a glutamina, melhoram a imunidade e reduzem processos inflamatórios;
- Mantém preservação da função metabólica tecidual. Williams & Branch (2002) mostraram aumento significativo na síntese de colágeno com a administração oral da mistura de glutamina, promovendo melhora na cicatrização de feridas;
- Tem efeito na proteção da barreira mucosa do intestino e na modulação da inflamação e da infecção. A glutamina beneficiou os recém-nascidos pré-termo graves, que mesmo apresentando consumo energético e protéico diminuídos conseguiram manter o peso corporal além de ter uma evolução diagnóstica mais rápida (CARVALHO, 2006).
- Atenuação da produção de citocinas inflamatórias. Gianotti *et al.* (1999) mostraram que um grupo de pacientes cirúrgicos, recebendo suplementação imunomoduladora (glutamina), obteve no 8o dia pós-operatório menores concentrações de IL-6 e IL-1.

- Diminuição da apoptose celular. A suplementação com glutamina promoveu aumento na hidratação do músculo sóleo, acompanhado de aumento em duas variáveis do índice hematimétrico (volume globular e volume globular médio), ressaltando sua ação na hidratação celular (CANCELLIERO, 2005).
- Ação anti-oxidante pela maior produção de glutathiona. NOVELLI *et al.* (2007) mostraram esta ação com um resumo sobre suplementação de glutamina aplicada à atividade física, sua suplementação e possível atuação sobre a ressíntese de glicogênio e rendimento de atletas de alto nível.

Enfim os estudos sobre o efeito da suplementação de glutamina em recém nascidos, em idosos, em atletas submetidos a exercícios intensos e prolongados (SMITH & NORRIS, 2000; FONTANA, 2003), têm sido realizados, visando observar os possíveis benefícios deste aminoácido. No entanto, os resultados são controversos. Não foram encontrados na literatura pesquisada trabalhos relacionados à glutamina em sedentários. Quando se fala em trabalhos com sedentários, estes são indicadores apenas como grupo comparativo entre atletas. Ainda assim existem questionamentos sobre a efetividade desta suplementação, sendo necessária a realização de novas pesquisas para este tema, principalmente no metabolismo de sedentários. Deste modo necessário se faz investigar se os efeitos da L-glutamina modificam as respostas metabólicas e hemodinâmicas em indivíduos sedentários submetidos ao estresse pelo exercício físico extenuante.

2. OBJETIVO

Analisar as respostas metabólicas e hemodinâmicas decorrentes da administração prévia de L-glutamina por via oral em indivíduos sedentários submetidos ao esforço físico.

3 MÉTODO

3.1 VOLUNTÁRIOS

Foi selecionada uma amostra composta por 11 indivíduos (5 homens e 6 mulheres entre 30 – 45 anos), sedentária, determinada pelo questionário do IPAQ (anexo 1). Considerou-se sedentário o indivíduo que não praticava atividade física regular por mais de um dia por semana, nem laboral capaz de elevar a frequência cardíaca a ponto de permitir a sensação da pulsação do coração durante a execução de uma tarefa que durasse mais de 10 minutos (MATSUDO, 2001).

3.2 SELEÇÃO

Os voluntários foram selecionados por conveniência, para melhor acompanhamento da suplementação, a partir da população de profissionais do HUWC/UFC e policiais militares que trabalham internamente no Serviço de Inteligência da Polícia Militar do Ceará.

Os voluntários após terem lido, concordado e assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (apêndice 1), foram avaliados por um cardiologista e solicitados exames de ecodoplercardiograma, ergometria, eletrocardiograma e espirometria. Foram excluídos do estudo: tabagistas, portadores de doença músculo-esquelética, hipertensos, diabéticos, cardiopatas e pneumopatas para não interferir na análise metabólica e hemodinâmica dos resultados.

3.3 DESENHO DO ESTUDO

Foi realizado um estudo de intervenção, cruzado, randomizado, duplo-cego. O protocolo foi dividido em duas etapas realizadas por um mesmo voluntário.

O protocolo de pesquisa e TCLE foram avaliados e aprovados pelo Comitê de Ética do Hospital Universitário Walter Cantídio da Universidade Federal do Ceará

HUWC/UFC de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (protocolo nº 020.04.07).

3.4 LOCAIS DO ESTUDO

A consulta e os exames pré-selecionais foram realizados no Hospital Universitário Walter Cantídeo. O teste cardiopulmonar foi realizado no Laboratório de Ergometria do Hospital Dr. Carlos Alberto Studart Gomes de Messejana, e os exames laboratoriais no Laboratório de Análises Clínicas da Faculdade de Farmácia da UFC.

3.5 INTERVENÇÃO

Após a seleção os indivíduos participantes do estudo foram randomizados em dois protocolos de avaliação em dias marcados. Num dos protocolos o participante utilizou L-Glutamina (Ajinomoto Interamericana Ind. Com.Ltda ®, São Paulo, Brasil) sob a forma de um pó branco, cristalino (0,5 g/kg, conforme protocolo utilizado por Galera *et al.*, (2009)) adicionada a uma bebida láctea Nescau Light (200 ml) ou Caseinato de Cálcio (CaCa) da indústria Kerry do Brasil Ltda., Três Corações®, Mato Grosso, 0,5 g/kg adicionada a 200ml de Nescau Light®, da seguinte forma:

- Do 1º ao 7º dia - L-GLN ou CaCa (0,5g/kg) misturada à bebida láctea, em caixa (200 ml), achocolado light NESCAU®
- No 7º dia foi realizado o teste de esforço progressivo máximo e coleta de amostras.
- Do 8º ao 14º dia foi estabelecido um intervalo sem suplementação.
- Do 15º ao 21º dia - CaCa ou L-GLN (0,5 g/kg) misturado a bebida láctea, em caixa (200 ml), achocolado light (NESCAU®).
- No 21º dia - novo teste de esforço progressivo máximo e coleta de amostras.

A separação do material para suplementação (L-glutamina e CaCa) foi pesada e acondicionada em recipientes com os nomes dos voluntários por uma engenheira de alimentos (não envolvida diretamente com os voluntários) e preparado em líquido para beber por uma profissional do HUWC (também não envolvida com os

voluntários). A suplementação foi acompanhada diariamente por profissionais envolvidos no estudo no período da manhã entre 9 e 10 horas.

Os experimentos foram realizados no período da manhã, em um ambiente com temperatura mantida entre 22 e 24°C.

Os voluntários foram avaliados quanto à resposta metabólica durante um teste cardiopulmonar em esteira.

3.6 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO CARDIOPULMONAR

No sétimo dia de cada protocolo de suplementação, o voluntário compareceu ao Laboratório de ergometria do Hospital Dr. Carlos Alberto Studart Gomes de Messejana, em jejum de no mínimo 8 horas, roupas e calçados leves, tendo sido recomendado, para o dia prévio ao exame abstinência de atividades extenuantes e não ingerir bebidas estimulantes (chá, café).

Antes do início do teste, dez eletrodos prata/cloreto de prata (Ag/AgCl) descartáveis eram acoplados à pele devidamente higienizada, para obtenção do eletrocardiograma (ECG) padrão de 12 derivações (6 periféricas e 6 precordiais). A próxima etapa consistia em medir a pressão arterial (PA) em repouso de pé (PA pré-teste) e colocar no participante a máscara para ventilação.

Foi realizado o teste cardiopulmonar com protocolo individualizado (sugerido pelo computador), de rampa em esteira, de forma progressiva máxima até a exaustão, levando em conta as variáveis: VO_2 Máximo previsto para o indivíduo obtido de equações do *American College of Sports Medicine* feitas para o Protocolo em Rampa levando em consideração a idade do indivíduo; tempo proposto de esforço de 8 a 12 minutos; velocidade inicial de 3 km/h sem inclinação, sendo estas aumentadas progressivamente de caminhada a trote (Micromed, Brasília).

Durante o exercício, foi utilizada pelo voluntário a máscara facial de neoprene HANS RUDOLPH®. O analisador metabólico de gases CORTEX acoplado ao sistema computadorizado ERGOPC Elite® versão 2.0 (Micromed®, Brasília), mediu o volume de ar expirado (VE), o volume de oxigênio consumido por minuto (VO_2), o volume de dióxido de carbono produzido por minuto (VCO_2) e a razão de trocas gasosas (QR). A identificação do LA foi determinado pelo software de acordo com os critérios de Wasserman *et al.*, (1987).

Antes do início de cada teste, o analisador metabólico de gases foi calibrado com um gás conhecido composto de 17% de O₂ e 5% de CO₂ com balanço de nitrogênio atestado pelo Centro de Controle de Qualidade de Gases Especiais, conforme as especificações do fabricante. Foram determinadas durante os testes além da Frequência Cardíaca (FC), a Pressão Arterial Sistólica (PAS) e Diastólica (PAD), obtidas manualmente por esfigmomanômetro TYCOS® em repouso e a cada 2min durante o exercício físico até o término da atividade e ainda coleta de sangue para dosagens de glicose e lactato.

Cada um dos indivíduos fez o mesmo teste pelo menos após sete dias do primeiro, substituindo a bebida que continha L-glutamina pela que continha CaCa ou o contrário.

3.7 AMOSTRAS SANGUÍNEAS E ANÁLISES BIOQUÍMICAS

Foi realizada a coleta de sangue, seguindo as normas de biossegurança, em quatro momentos: em jejum (após uma hora de repouso da chegada ao laboratório); após a suplementação protéica (imediatamente antes do início do exercício); após o individuo atingir a exaustão (no final do teste); e meia hora após o teste, para avaliação laboratorial.

A coleta foi feita na veia braquial direita, lado oposto ao tensiômetro utilizado durante o teste de esforço, através de uma seringa de 10 ml. A primeira coleta após a punção sempre foi descartada, pela possibilidade de hemólise das amostras causadas no primeiro momento da coleta, conforme FIGURA 1:

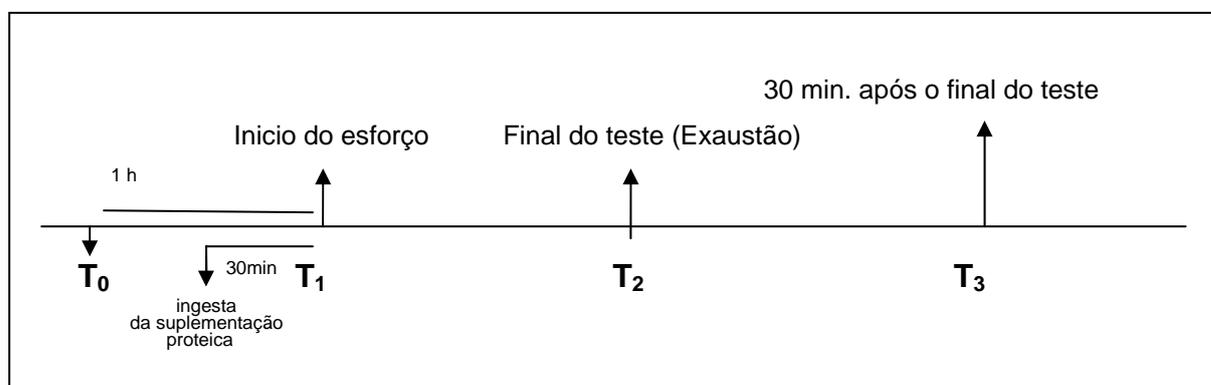


FIGURA 1: Indicações dos momentos em que foram realizadas as coletas de sangue para análise laboratorial. T₀ (desjejum): 1 hora antes do teste de esforço. T₁ 30 minutos após a ingestão da suplementação protéica, imediatamente antes do início do exercício. T₂ final do teste: quando o participante atingiu a exaustão. T₃: 30 min. após o término do teste

Em cada uma das 4 coletas eram colhidos 08 ml de sangue intravenoso. As amostras sanguíneas foram conservadas em gelo e levadas a um freezer de -70° C, até o momento da análise em laboratório dos parâmetros bioquímicos.

As amostras coletadas com heparina foram encaminhadas ao Laboratório de Análises Clínicas da Faculdade de Farmácia para análise de glicose e lactato. Todos os exames foram realizados no mesmo Laboratório de Análises Clínicas e os resultados analisados de acordo com os valores de referência padronizados pelo mesmo.

3.7.1 GLICEMIA

As amostras sanguíneas armazenadas em tubos heparinizados foram centrifugadas e o plasma foi separado e acondicionado em frascos próprios para análises de glicose no equipamento analisador de glicose LABQUEST da marca LABTEST. Este teste foi realizado no método laboratorial enzimático-colorimétrico (GOD-POD) (YOUNG, 2001), por um farmacêutico no Laboratório da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Ceará.

3.7.2 LACTATO SANGUÍNEO

As amostras sanguíneas armazenadas em tubos heparinizados foram centrifugadas e o plasma foi separado e acondicionado em frascos próprios para análises de lactato em um equipamento analisador de lactato LABQUEST da marca LABTEST, utilizando o teste LACTATO K084 com princípio UV enzimático com a lactato desidrogenase (THOMAS, 1998). Este teste também foi realizado por um farmacêutico no Laboratório da Faculdade de farmácia da Universidade Federal do Ceará.

3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O cálculo da amostra foi calculado utilizando o software Epi Info™ para o intervalo de confiança de 95%, com erro máximo de 1% desvio padrão populacional de 1,65, chegando a uma amostra de 11 para determinação do limiar de anaerobiose.

Foi realizado um teste “t” de Student, após aplicação de um teste de normalidade de SHAPIRO WILK, para analisar as respostas metabólicas e hemodinâmicas decorrentes da administração de L-glutamina durante teste cardiopulmonar nas duas fases do experimento. O nível de significância para os testes estatísticos foi estabelecido em 5% ($p < 0,05$). Os dados foram expressos em médias \pm desvio padrão.

4 RESULTADOS

Dados resultantes da avaliação da utilização do L-glutamina em indivíduos sedentários submetidos ao esforço físico

4.1 DADOS ANTROPOMÉTRICOS E HEMODINÂMICOS

A idade média do grupo estudado foi de $37,9 \pm 5,59$ anos, variando de 30 a 45 anos. A massa corporal média de $74,83 \pm 9,78$ quilogramas, a estatura de $1,62 \pm 0,07$ centímetros, o índice de massa corporal (IMC) de $28,38 \pm 3,35$ quilos por metro quadrado (TABELA 01).

TABELA 01- Dados antropométricos e hemodinâmicos dos voluntários.

Variável	Média \pm DP	Mínimo	Máximo
Idade	$37,6 \pm 5,78$	30	45
Massa corporal (kg)	$75,27 \pm 10,13$	59	91
Estatura (m)	$1,63 \pm 0,07$	1,53	1,76
IMC (kg/m^2)	$28,24 \pm 3,35$	22,5	33,3
FC	$73,18 \pm 9$	53	83
PAS	$124,5 \pm 4,71$	110	130
PAD	$78,18 \pm 4$	70	80

Teste t de Student pareado. Valores médios de idade (anos), peso (kg), estatura (m), IMC (kg/m^2) FC (bpm) PAS (mmHg), PAD (mmHg). Indivíduos selecionados na avaliação (N=11).

4.2 PARÂMETROS METABÓLICOS OBSERVADOS NO TESTE CARDIOPULMONAR

TABELA 02 – Parâmetros metabólicos analisados.

Parâmetros Metabólicos	Caseinato de Cálcio			L-glutamina			Valor de p*
	Média	DP	IC (95%)	Média	DP	IC (95%)	
VO₂ máximo atingido	32	5,12	28,54-35,43	32,2	6,4	27,88-36,49	0,37
QR							
Início do esforço	0,77	0,09	0,71 - 0,83	0,76	0,03	0,70 – 0,82	0,87
Limiar	0,86	0,04	0,75 – 0,97	0,87	0,04	0,77 – 0,97	0,82
Esforço máximo	1,15	0,10	1,08 – 1,21	1,10	0,05	1,07 – 1,14	0,04
Recuperação	1,21	0,08	1,15 – 1,26	1,18	0,09	1,12 – 1,24	0,57
Carga de Trabalho	178,5	56,7	140,3-216,6	150,4	47,8	118,3-182,5	0,03

* Teste t de Student pareado entre os dois protocolos estudados. VO₂ máximo medido em ml/Kg/min. Carga medida em Watts e tempo de esforço em minutos.

4.2.1 VO₂ Máximo

Não houve diferença estatisticamente significativa entre os protocolos de suplementação da média do VO₂ Max (p= 0,37) (TABELA 01).

4.2.2 Quociente Respiratório

Houve uma diferença estatisticamente significativa da média do Quociente Respiratório no esforço máximo da atividade entre o protocolo de Caseinato de Cálcio (amplitude total= 0,33; mínimo= 0,99; máximo= 1,32; mediana= 1,15 e distância interquartílica= 0,17) e o protocolo de suplementação da L-glutamina (amplitude total= 0,19; mínimo= 1; máximo= 1,19; mediana= 1,1 e distância interquartílica= 0,06) (p=0,04).

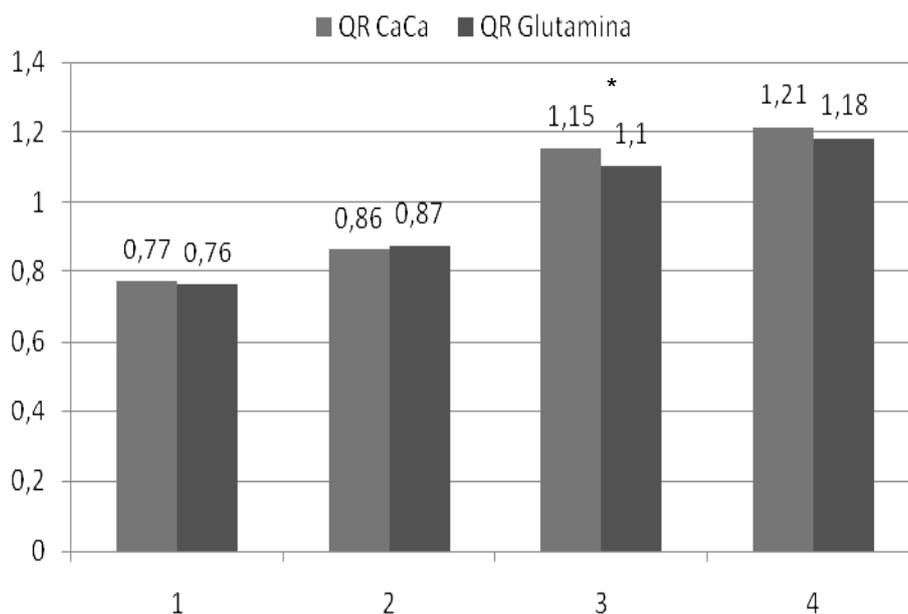


FIGURA 2: Demonstração do Quociente Respiratório por amostra de protocolo de suplemento. 1= Início do esforço; 2= Limiar de anaerobiose definido pelo software do analisador de gases; 3= Esforço máximo e 4= Primeiros momentos de recuperação do esforço. * (**P=0,04**).

4.2.3 Carga de trabalho realizada

A carga de trabalho realizada pelos indivíduos durante o esforço apresentou diferença estatisticamente significante maior para o protocolo de Caseinato de Cálcio (amplitude total= 200,8; mínimo= 49,2; máximo= 250; mediana= 167,9 e distância interquartílica= 48) e para o protocolo L-glutamina (amplitude total= 174,3; mínimo= 60,7; máximo= 235; mediana= 137,8 e distância interquartílica= 48). Este grupo realizou o mesmo tempo de teste cardiopulmonar entre os protocolos não havendo diferença estatística significante entre os mesmos (**p=0,03**) (TABELA 2) (FIGURA 3).

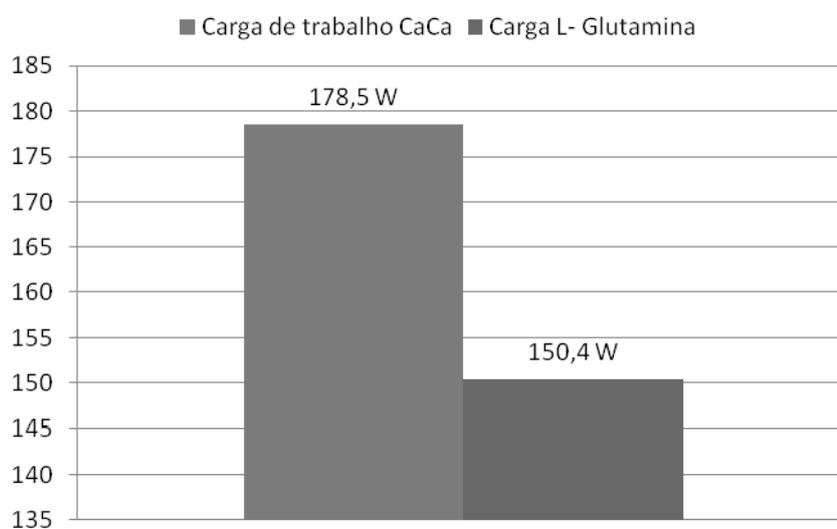


FIGURA 3: Carga de trabalho realizada pelos indivíduos durante o teste cardiopulmonar ($p=0,03$)

4.2.4 TEMPO DE ESFORÇO REALIZADO

Não houve diferença estatística significativa do tempo de esforço realizado entre os protocolos CaCa e L-glutamina (FIGURA 4) ($p=0,3$).

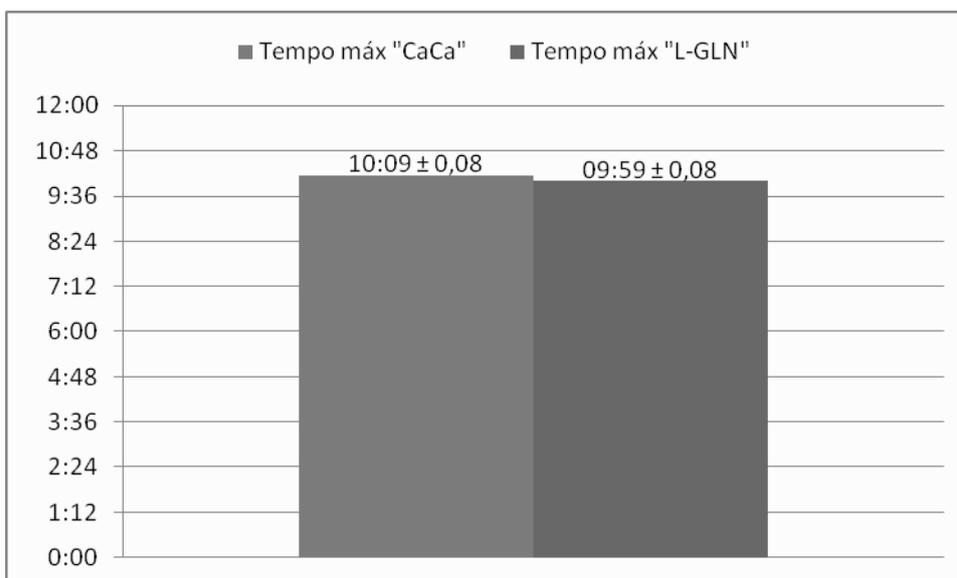


FIGURA 4 – Tempo de esforço exercido pelos indivíduos durante o teste cardiopulmonar na esteira.

4.3 PARÂMETROS BIOQUÍMICOS ANALISADOS

TABELA 03 - Descrição da amostra, por protocolo de experimento, em relação aos parâmetros bioquímicos analisados.

Parâmetros Bioquímicos	Caseinato de Cálcio			L-glutamina			Valor de p*
	Média	DP	IC (95%)	Média	DP	IC (95%)	
Glicose							
T0	85	6,92	80,3-89,6	87,81	7,15	83-92,6	0,1
T1	84,36	18,22	72,1-96,6	94,45	12,16	86,2-102	0,03
T2	104,36	13,1	95,5-113,1	103	16,76	91,7-114,2	0,8
T3	90,27	13,45	81,23-99,3	88,54	11,11	88-96	0,6
Lactato							
T0	3,68	0,8	2,1-3,43	2,2	0,9	1,9-2,4	0,01
T1	2,1	0,6	1,6-2,5	2,11	0,4	1,9-2,43	0,6
T2	12,46	5,1	9-15,9	10,3	3,2	8,1-12,43	0,04
T3	6,9	3,6	5,59-8,81	5,02	1,77	4,2-6,59	0,01

* Teste t de Student pareado entre os dois protocolos estudados. T0= jejum; T1= após a ingestão da suplementação e imediatamente antes do esforço; T2= logo após o esforço e T3= 30min após o exercício.

4.3.1 GLICOSE

Foi observada diferença estatisticamente significativa entre a média de glicose no T1 (após a ingestão da suplementação e imediatamente antes do exercício) entre o protocolo do caseinato de cálcio (amplitude total= 59; mínimo= 61; máximo= 120; mediana= 80 e distância interquartílica= 25 e o protocolo da L-glutamina (amplitude total= 39; mínimo= 77; máximo= 116; mediana= 96 e distância interquartílica= 20). (**p=0,03**) (TABELA 3)

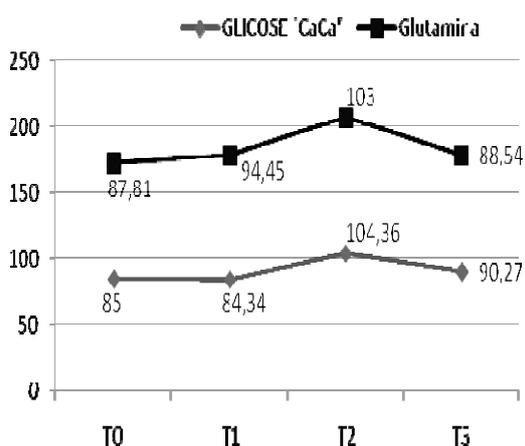
4.3.2 LACTATO

Houve diferença estatisticamente significante maior nos seguintes tempos:

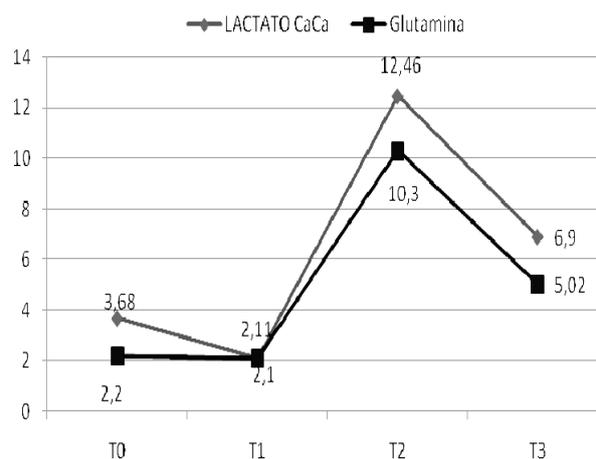
- T0 (antes do início do teste) – para o protocolo do caseinato de cálcio (amplitude total= 3,05; mínimo= 1,95; máximo= 5; mediana= 2,46 e distância interquartílica= 1,45 e o protocolo da glutamina (amplitude total= 3,14; mínimo= 1,33; máximo= 4,48; mediana= 2,08 e distância interquartílica= 0,88) (**p=0,01**) (TABELA 3)

- T2 (Esforço Máximo) - para CaCa (amplitude total= 3,05; mínimo= 1,95; máximo= 5; mediana= 2,46 e distância interquartílica= 1,45 e o protocolo da glutamina (amplitude total= 19,15; mínimo= 7,76; máximo= 26,91; mediana= 11,12 e distância interquartílica= 4,64) (**p=0,04**).

- T3 para CaCa (amplitude total= 7,71; mínimo= 3,71; máximo= 11,42; mediana= 7,40 e distância interquartílica= 4,22 e o protocolo da glutamina (amplitude total= 4,39; mínimo=3,2; máximo= 7,6; mediana= 5,3 e distância interquartílica= 3,6) (**p=0,01**) (TABALA 3).



* FIGURA 5 - Curvas de glicemia. T0= jejum; T1= após a ingestão da suplementação e imediatamente antes do esforço; T2= logo após o esforço e T3= 30min após o exercício



* FIGURA 6 - Curvas de Lato. T0= jejum; T1= após a ingestão da suplementação e imediatamente antes do esforço; T2=logo após o esforço e T3= 30min após o exercício.

4.4 PARÂMETROS HEMODINÂMICOS

TABELA 04 – Descrição da amostra, por protocolo de experimento, em relação aos parâmetros hemodinâmicos analisados.

Parâmetros Hemodinâmicos	Caseinato de Cálcio			Glutamina			Valor de p*
	Média	DP	IC (95%)	Média	DP	IC (95%)	
FC							
Pré-esforço	76,18	15,1	65,63-86,73	79,63	11,5	71,91-87,36	0,35
Limiar	135,63	21,37	121,27-150	144,27	19,6	131,13-157,4	0,32
Esforço máximo	171	27,24	152,7-189,3	175,72	24,83	159-192,41	0,03
Recuperação	111,36	5,41	107,73-115	120,3	6,25	116,1-124,47	0,001
PAS							
Pré-esforço	127,27	9,84	120,66-133,88	127,73	13,85	118,42-137	0,45
Esforço Máximo	171,8	19	159-184,58	182,8	20,5	78,49-92,41	0,22
Recuperação	130	14,1	120,49-139,5	129,09	10,2	122,23-136	0,42
PAD							
Pré-esforço	83,6	9,2	77,42-89,84	85,45	10,35	78,49-92,41	0,22
Esforço Máximo	88,6	8,9	82,61-94,66	90,9	10,4	83,89-97,92	0,52
Recuperação	80,9	7	76,20	76,8	10,3	71,91-86,26	0,11

* Teste t de Student pareado entre os dois protocolos estudados. A FC (Frequência Cardíaca) foi registrada em batimentos/minuto (bpm). A PAS (Pressão Arterial Sistólica) e a PAD (Pressão Arterial Diastólica) em mm/Hg.

4.4.1 Frequência Cardíaca

Foi observada diferença estatisticamente significativa entre a média da FC nos tempos:

- T2 (esforço máximo) entre o protocolo do Caseinato de Cálcio (amplitude total= 94; mínimo= 101; máximo= 195; mediana= 180 e distância interquartílica= 23 e o protocolo da L-glutamina (amplitude total= 88; mínimo= 109; máximo= 197; mediana= 183 e distância interquartílica= 13). ($p=0,03$) (TABELA 04).

- T3 (recuperação) entre o protocolo do Caseinato de Cálcio (amplitude total= 19; mínimo= 103; máximo= 122; mediana= 111 e distância interquartílica= 7 e o protocolo da L-glutamina (amplitude total= 20; mínimo= 111; máximo= 131; mediana= 120 e distância interquartílica= 10). ($p=0,001$) (TABELA 04).

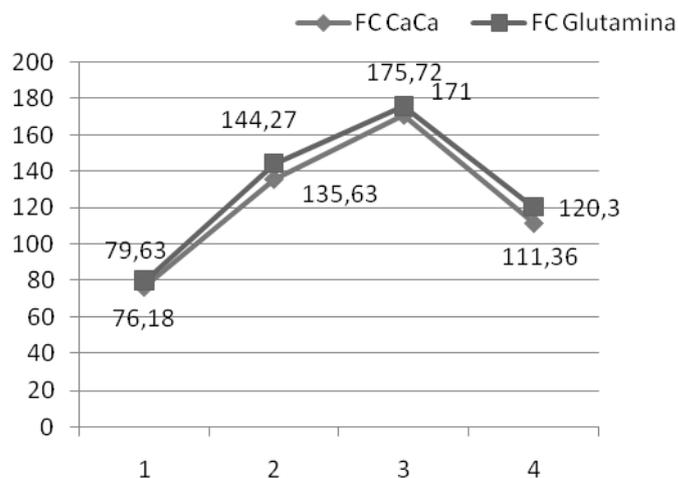


FIGURA 7 - Curvas da Frequência Cardíaca

4.4.2 Pressão Arterial Sistólica

Não houve alteração estatisticamente significativa entre os protocolos de Caseinato de Cálcio e L-glutamina durante o esforço físico.

Pré-esforço – ($p=0,45$)

Esforço Máximo – ($p=0,22$)

Recuperação – ($p=0,42$)

4.4.3 Pressão Arterial Diastólica

Não houve alteração estatisticamente significativa entre os protocolos de Caseinato de Cálcio e L-glutamina durante o esforço físico.

Pré-esforço – ($p=0,22$)

Esforço Máximo – ($p=0,52$)

Recuperação – ($p=0,11$)

5 DISCUSSÃO

Neste estudo procurou-se estabelecer uma média de idade entre 30-45 anos, classificada, segundo a Organização Mundial de Saúde - OMS (1995), como idade adulta para evitar maiores interferências nas variáveis observadas. Os voluntários apresentaram índice de massa corporal (IMC) de $28,38 \pm 3,35$, apresentando sobrepeso. Tal fato pode estar associado à condição de sedentarismo dos voluntários.

Considerando-se a medida do consumo máximo de oxigênio (VO_2 Max), para relacionar análise do efeito da L-glutamina sobre a resposta metabólica, foi observado que não houve diferença entre os grupos do protocolo. Tebexreni *et al.* (2001) mostraram em seu trabalho que o VO_2 não é o fator crítico que determina *performance* física, é um importante fator a ser melhorado pelos programas de treinos. Peres (2004) analisou os efeitos da glutamina e carboidrato em atletas de alto nível. O grupo suplementado com glutamina apresentou maiores valores de VO_2 Max, quando comparado ao grupo que foi suplementado apenas com o carboidrato. No presente trabalho, o indivíduo fez o teste duas vezes, por se tratar de um estudo cruzado, porém pela condição física do mesmo como sedentário e não haver treinamento entre as suplementações, o VO_2 mostrou-se sem alteração. Somente a suplementação não fez diferença estatística de VO_2 Max entre os protocolos.

A mensuração da concentração de lactato sanguíneo é um procedimento padrão para objetivamente estimar a intensidade do exercício (ROECKER, 2000; CIELO *et al.*, 2007). Assim, o aumento nas concentrações plasmáticas de lactato (Tabela 3) para os protocolos é indicativo de que o indivíduo realizou atividade extenuante e o consumo de glicose foi marcadamente elevado na atividade física imposta, com ativação da glicólise anaeróbica. Isto demonstra que os indivíduos submetidos a este estudo de fato realizaram esforço físico máximo além do limiar anaeróbico.

Quanto às concentrações de glicose, durante o exercício ocorre liberação de glicogênio muscular, o que pode contribuir para elevações na glicemia. No presente estudo a suplementação oral de L-glutamina promoveu elevação nas concentrações de glicose plasmática 30 minutos após a ingestão deste aminoácido (Tabela 3). Entretanto, tal elevação permaneceu dentro da faixa de euglicemia.

Déchelotte *et al.* (2006) usaram o dipeptídeo L-alanil-glutamina (0,5g/kg/dia) adicionado à nutrição parenteral total administrado a pacientes em estado crítico, demonstrando redução de complicações infecciosas e também redução da intolerância à glicose. A hiperglicemia foi menos frequente entre os pacientes que receberam L-alanil-glutamina. Bakalar *et al.* (2006) administraram solução salina ou L-alanil-glutamina (0,4g/kg/dia) em pacientes com trauma e mostraram que a oxidação da glicose foi maior nos pacientes que receberam a infusão do dipeptídeo. Estes autores concluíram que a suplementação parenteral do dipeptídeo alanil-glutamina foi associada com maior sensibilidade à insulina em pacientes politraumatizados. Essa maior sensibilidade hormonal pode ajudar a compreensão dos mais baixos valores da glicemia provocada pela L-alanil-glutamina, corroborando com a ação pró glicolítica deste aminoácido.

No estudo de Alves *et al.*(2003) a infusão pré-operatória de L-alanil-glutamina promoveu diminuição de lactato e de glicose durante a isquemia e 30 minutos após a reperfusão, sugerindo aumento da atividade glicolítica aeróbica no membro operado submetido à isquemia/reperfusão. Isto sugere que este dipeptídeo eventualmente atua como adjuvante no controle glicêmico durante a isquemia e reperfusão. Este achado sinaliza uma redução do metabolismo anaeróbio e, conseqüentemente, uma maior utilização da via glicolítica aeróbica, com maior produção de energia.

Outros autores também mostraram papéis fundamentais da glutamina no músculo esquelético ao tratar de transporte de glicose (ROTH, 2007) e lactato. Soh *et al* (2005) mostraram que a glutamina mantém a homeostase da glicose durante e após o exercício. Welbourne (1998), em seu trabalho, mostrou que a glutamina aumentou a disponibilidade das reservas alcalinas e diminuiu a acidose metabólica do organismo proporcionando menor fadiga muscular.

No presente estudo, em T0 (antes da suplementação oral), os indivíduos submetidos ao protocolo CaCa apresentaram elevação da lactacemia quando comparados àquela encontrada nos voluntários do protocolo L-glutamina, porém, considerada não acumulativa ($< 4\text{mMol/L}$) (FOX, FOSS & KETAYIAN, 2000). Tal elevação não pode ser creditada à ação de nenhum dos suplementos protéicos ofertados.

Ao iniciar o teste cardiopulmonar os indivíduos em ambos os protocolos, apresentaram lactacemia semelhante: 1,10 *versus* 1,11. Na vigência do esforço

máximo ocorreu significativa elevação das concentrações plasmáticas de lactato (500%) tanto no protocolo CaCa quanto no protocolo L-glutamina. Esta elevação da lactacemia vem ao encontro da meta de atingir o limiar anaeróbico nos voluntários em ambos os protocolos. Por outro lado, verificou-se redução significativa na lactacemia (Tabela 3) no protocolo L-glutamina na vigência de esforço máximo e 30 minutos após o término do teste. Menor lactacemia durante o protocolo L-glutamina indica maior atividade glicolítica aeróbica, com maior utilização de energia e consumo de oxigênio. Na literatura consultada não há trabalhos referindo atividade pró glicolítica aeróbica com a suplementação prévia de L-glutamina frente ao exercício em indivíduos sedentários.

Daniel & Cavaglieri (2005) investigaram os efeitos da suplementação do aminoácido glutamina e do treinamento sobre a resistência aeróbia e anaeróbia e, lactato sanguíneo. Foi verificado que no protocolo de suplementação crônica de 5g diárias de glutamina até a totalização de 30 doses, administrada após o treinamento, a glutamina não exerceu efeito ergogênico, não alterando a performance dos futebolistas estudados. Rocco (2008) verificando os efeitos fisiológicos da glutamina em 23 indivíduos não sedentários, concluiu que a suplementação crônica com glutamina (0,03g/Kg/dia) associada ao treinamento aeróbico não proporciona efeitos ergogênicos no desempenho aeróbico no grupo estudado. Estes estudos não demonstraram efeitos na redução da lactacemia, possivelmente devido à utilização de doses não nutracêuticas.

A ação pró glicolítica da L-glutamina sugerida no presente estudo encontra suporte na redução do quociente respiratório (CO_2 produzida/ O_2 consumido) durante o protocolo glutamina. (Tabela 4). Esta redução deve-se a maior utilização de energia com conseqüente maior utilização de O_2 .

A carga de trabalho na vigência do protocolo L-glutamina foi significativamente menor quando comparada àquela encontrada no protocolo CaCa. Tal fato sugere maior eficiência energética conferida pela suplementação prévia de L-glutamina, provavelmente resultante de sua ação pró glicolítica aeróbica, ou seja, indivíduos quando suplementados com L-glutamina realizaram um trabalho menor, no mesmo intervalo de tempo, do que quando foram suplementados com CaCa.

O aumento da frequência cardíaca (FC) tem um papel relevante na distribuição do sangue e na oferta dos metabólitos aos tecidos (CIELO, 2007). Neste estudo foi observado que houve um aumento gradual da FC nos dois protocolos

durante todo o teste, como esperado numa sessão de exercício, confirmando que os indivíduos realizaram um esforço máximo. Porém, a suplementação com L-glutamina modificou o ritmo cardíaco (bpm) dos indivíduos durante o teste no limiar de anaerobiose e no esforço máximo, com um aumento estatisticamente significativo em relação ao Caseinato de Cálcio ($p= 0,03$) (Tabela 4). Isto pode indicar que com o aumento do metabolismo a glutamina proporciona o aumento da FC. Foi observado que a pressão arterial sistólica e diastólica não se modificou frente à suplementação de L-glutamina ou CaCa (Tabela 4).

Alguns estudos investigaram o comportamento dessas variáveis após a realização de uma sessão de exercícios de força. O estudo de Hagberge (2000) revela que a pressão arterial sistólica tende a diminuir progressivamente com o aumento da frequência de exercícios, enquanto a pressão arterial diastólica demora um pouco mais para responder à atividade e cessa esta resposta depois de um período de treinamento. O presente trabalho não apresentou diferença entre os protocolos já que os indivíduos voluntários eram sedentários.

A heterogeneidade do grupo de voluntários pode ter sido considerada uma limitação deste trabalho. Há indivíduos eutróficos, pré-obesos e obesos. Mais trabalhos devem ser desenvolvidos utilizando a suplementação oral de L-glutamina em indivíduos não sedentários e em atletas, a fim de comprovar a ação pró glicolítica e a maior eficiência energética conferidas por este aminoácido no presente estudo.

6 CONCLUSÃO

Este estudo mostra que a suplementação de L-glutamina em doses nutracêuticas de 0,5 g/kg em sedentários:

1. Modifica a resposta metabólica frente ao teste de esforço máximo reduzindo a lactacemia e a potência de trabalho realizada.
2. Não implica em mudanças hemodinâmicas durante o esforço físico.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSM - Colégio Americano de Medicina Esportiva. **Manual de pesquisa e diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**, 2003. Disponível em: <http://www.cdof.com.br/crianca.htm>. Acesso em: 25 de abril de 2007.

ALVES W.F.; AGUIAR, E.; GUIMARÃES, S.B; VASCONCELOS, P.R.L. Repercussões da L-alanil-glutamina sobre as concentrações de lactato e lactato desidrogenase (LDH) em pacientes com isquemia crítica dos membros inferiores submetidos à revascularização distal. **Acta Cir Bras** v.18, n. 3. 2003.

ANTONIO, J.; SANDERS, M. S.; KALMAN, D.; WOODGATE, D. e STREET, C. The effects of high-dose glutamine ingestion on weightlifting performance. **J. Strength Cond. Res.** n.16, v.1, p.157-160, 2002.

ANDRADE, F. M.; BARBOSA JÚNIOR, A. O; PULCINELLI, A. J. Estudo comparativo do duplo produto no treinamento de força em séries piramidais crescente e decrescente. **Vida & Saúde.** v. 1, p. 1-9, 2002.

ARAUJO, L. M. B.; BRITTO, M. M. S.; CRUZ, T. R. P. Tratamento do diabetes mellitus do tipo 2: novas opções. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo.** São Paulo, v.44, n. 6, 2000.

BAKALAR, B.; DUSKA, F.; PACHL, J., et al. Parenterally administered dipeptide alanyl-glutamine prevents worsening of insulin sensitivity in multiple-trauma patients. **Crit Care Med.** v. 34, n. 2, 2006.

BALDWIN J, SNOW RJ, GIBALA MJ, GARNHAM A, HOWARTH K, FEBBRAIO MA. Glycogen availability does not affect the TCA cycle or TAN pools during prolonged, fatiguing exercise. **J Appl Physiol**; n.94, p. 2181-7, 2003.

BERGSTRÖM J, FURST P, NOREE LO, VINNARS E. Intracellular free amino acid concentration in human muscle tissue. **J Appl Physiol.** n.36, p. 693-697, 1997.

BINI, I. C. Elaboração de programa de prevenção e verificação dos fatores de risco para as coronariopatias. Florianópolis: s.n., 2004. (Dissertação de Mestrado).

BORGES, V.C.; DUARTE A.J.S.; WAITZBERG, D.L. Imunonutrição: Uma perspectiva. Capítulo 58. In: Waitzberg, D.L. **Nutrição Enteral e Parenteral na Prática Clínica.** 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1995.

BOZA JJ, MOENNOZ D, BOURNOT CE, BLUM S, ZBINDEN I, FINOT PA, BALLEVRE O. Role of glutamine on the de novo purine nucleotide synthesis in Caco-2 cells. **Eur J. Nutr.**, n.39, p.38-46, 2000.

BROSNAN, J.T. Glutamate, at the interface between amino acid and carbohydrate metabolism. **J. Nutr.** v. 130, p.988-990, 2000.

BRUCE, M.; CONSTANTIN-TEODOSIU, D.; GREENHAFF, P.L.; BOOBIS, L.H.; WILLIAMS, C.; BOWTELL, J.L. Glutamine supplementation promotes anaplerosis but

not oxidative energy delivery in human skeletal muscle. **Am. J. Physiol.**, v. 280, p. E669-75, 2001.

CANCELLIERO, K M. Participação dos Eritrócitos no Controle Glicêmico do Exercício. **Saúde Rev.**, Piracicaba, n.7, p. 63-65, 2005

CARVALHO, T. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Revista brasileira de Medicina do Esporte**, v.9, n.2, p.1-13, 2003.

CASTELL, L. M.; NEWSHOLME, E. A. The effect of oral glutamine supplementation on athletes after prolonged, exhaustive exercise. **Nutrition**, v. 13, p. 738-42, 1997.

CENTER DISEASE OF PREVENTION AND CONTROL (CDC). Promoting physical activity: a best buy in public **health**. 2000.

CHIARA, V.; SICHIERI, R. e MARTINS, P. D. Sensibilidade e especificidade de classificação de sobrepeso em adolescentes, Rio de Janeiro. **Rev. Saúde Pública**, v.37, n.2, p.226-231, 2003.

CIELO, F. M. B. L.; NETO, J. B.; CURI, R.; PELEGRINOTI, I. L.; CIELO, C. A.; PITHON CURI, T. C. Avaliação da glicemia, lactato plasmático e frequência cardíaca e nadadoras de 13 a 16 anos de idade após esforços máximos de 100 e 200 metros nado crawl. **R. Bras. Ci. e Mov.**, v.15, n. 1, p. 37-44, 2007.

CLARKSON P.M.E, HUBAL M.J. Exercise-induce Muscle Damage in Humans. **Am J Phys Rehabil.**, n.81, p.S52-S69. 2002.

CLARKSON P. M. E., NEWHAM D. J. Association between muscle soreness, damage and fatigue. **Adv Exp Med Biol.**, n.384, p.457-469, 1995.

CURI, R. **Glutamina: metabolismo e aplicações clínicas e no esporte**. Rio de Janeiro: Sprint, 2000.

DANIEL, J.F.; CAVAGLIERI, C.R. Efeitos da suplementação crônica de glutamina sobre a performance de atletas de futebol da categoria juvenil. **R. Bras. Ci e Mov.** v.13, n.4, p. 55-64, 2005.

DATA FOLHA. Pesquisa de prática de atividades físicas no Brasil. Relatório Data Folha, Novembro, 1997.

DECHELOTTE, P; DARMAUN, D; RONGIER, M.. Absorption and metabolic effects of enterally administered glutamine in humans. **Am. J.Physiol.**, n. 260, v. 5, p.677-82, 1991.

DÉCHELOTTE, P.; HASSELMANN, M.; CYNOBER, L. et al. L-alanyl-L-glutamine dipeptide-supplemented total parenteral nutrition reduces infectious complications and glucose intolerance in critically ill patients: The French controlled, randomized, double-blind, multicenter study. **Crit Care Med.** v. 34, n. 3, 2006.

DIESTEL, C. F.; PAULO, F. L.; MARQUES, R. G.; HORST, N. L.; CAETANO, C. E. R. Efeitos da suplementação de glutamina na parede colônica de ratos submetidos à irradiação abdominal. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v.20, 2005. Suplementação Nº1.

ESTÍVARIZ CF *et al.*. Efficacy of parenteral nutrition supplemented with glutamine dipeptide to decrease hospital infections in critically ill surgical patients. **J PEN** v.32 n.4, 389-402, 2008.

FAVERO TG, ZABLE AC, COLTER D, ABRAMSON JJ. Lactate inhibits Ca^{2+} -activated Ca^{2+} -channel activity from skeletal muscle sarcoplasmic reticulum. **J Appl Physiol**. n.82, p.447-52,1997.

FONTANA, K. E.; VALDES, H.; VALDISSERA, V. Glutamina como suplemento ergogênico. **R. bras. Ci. e Mov.** v.11, n.3, p. 91-96, 2003.

FOX D.; FOSS, M; L.; KETAYIAN, S. J. **Bases fisiológicas do exercício e do esporte**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

GALERA, *et al.*The safety of oral use of L-glutamine in middle-aged and elderly individuals. **Applied nutritional investigation**. p.1–7. 2009.

GARCIA JRJ, CURI R. Glutamina e exercício. In: CURI R. Glutamina – **Metabolismo e Aplicações Clínicas e no Esporte**. São Paulo: Sprint, p. 243-252, 2000.

GARCIA JRJ. *et al.*. Conseqüências do exercício para o metabolismo da glutamina e função imune. **Rev Bras Med Esp**. n. 6, p.99-107, 2000

GHORAYEB, N.; BARROS NETO, T. L., O exercício: preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos. São Paulo: Atheneu, p. 249 – 259, 1999.

GHORAYEB *et al.*.Avaliação cardiológica pré- participação do atleta. Revista Soc.Cardiol. Estado de São Paulo. v.15, n.2, 2005.

GIANOTTI L, S. M, BOLLERO D, BROGLIO F, LANFRANCO F, AIMARETTIG, *et al.* Activity of GH/IGF-1 axis in burn patients: comparison with normal subjects and patients with GH deficiency. **J Endocrinol Invest**. n.25 v.2, p.116-24, 2002.

GLEESON, M., GREENHAFF, P. e MAUGHAN, R. **Bioquímica do Exercício e do Treinamento**, São Paulo, Manole. 2000

GOMES, M. R.; TIRAPEGUI, J. Nutrição e atividade esportiva. In: TIRAPEGUI **Nutrição**: fundamentos e aspectos atuais. São Paulo: Atheneu,. p. 141-160, 2000.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de fisiologia médica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

HAGBERG J.M.; *et al.*... The role of exercise training in the treatment of hypertension. An update. **Sports Med.**, n, 30, v.3, p.193-206, 2000.

HEYLAND DK, DHALIWALM R, DAY A, DROVER J, COTE H, WISCHMEYER P. Optimizing the dose of glutamine dipeptides and antioxidants in critically ill patients: a phase I dose-finding study. **JPEN**. n.31, p.109–18, 2007.

HOFFMAN JR E FALVO MJ. Protein: which is the best? *Journal of Sports Science and Medicine*, v.3, p.118-130, 2004.

INTERNATIONAL PHYSICAL ACTIVITY QUESTIONNAIRE. Guidelines for data processing and analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)—short and long forms. Revised 2002. Available at: <http://www.ipaq.ki.se/downloads.htm>. Accessed May 29, 2009.

JUEL C., KLARSKOV C., NIELSEN J.J., KRUSTRUP P., MOHR M., BANGSBO J. Effect of high intensity intermittent training on lactate and H₂O₂ release from human skeletal muscle. **Am J Physiol Endocrinol Metab**, n.286, p.E245–E251, 2004.

KANNEL WB, WILSON P, BLAIR SN. Epidemiological assessment of the role of physical activity and fitness in development of cardiovascular disease. **Am Heart J**. n.109, p.876-85, 1985.

KRZYWKOWSKI, K.; PETERSEN, E.W.; OSTROWSKI, K.; AMSTER, H.L.; BOZA, J.; KRISTENSEN, J.H.; PEDERSEN, B.K. Effect of glutamine supplementation and protein supplementation on exercise induced decreases in salivary IgA. **J. Appl. Physiol.**, v. 91, p. 832-8, 2001b.

KIEHL, L.D.M.P. Efeitos da suplementação aguda de glutamina peptídeo e carboidratos em jogadores de futebol juniores: análise de parâmetros nutricionais, desempenho físico e bioquímico. (Tese de Doutorado). Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, p.147, 2007.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de Bioquímica**. São Paulo: Ed Sarvier, 2002.

LOW, S.Y.; RENNIE, M.J.; TAYLOR, P.M. Modulation of glycogen synthesis in rat skeletal muscle by changes in cell volume. **J. Physiol.**, v. 495, p. 299-303, 1996.

MACKINNON, L. T. Chronic exercise training effects on immune function. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 32, n. 7, p. 369-376, Jul. 2000a

MACLENNAN, P.A., SMITH, K.; WERIK, B.; WATT, P. W.; RENNIE, M. J. Inhibition of protein breakdown by glutamine in perfused rat skeletal muscle. **FEBS Letters**, v. 237, p. 133-136, 1988.

MACARDLE, W.D; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. **Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. 5 ed Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
MALLIANI A. The Pattern of Sympathovagal Balance Explored in the Frequency Domain. **News Physiol Sci**. Jun n.14, p.111-117, 1999.

MAUGHAN, R., GLEESON, M., GREENHAFF, P.L. **Bioquímica do exercício e treinamento**. Editora Manole: São Paulo, 2000.

MATSUDO, S. ARAÚJO T. MATSUDO V. ANDRADE D, ERINALDO ANDRADE, LUIS CARLOS OLIVEIRA, GLAUCIA BRAGGIONET AL... Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, São Paulo, v. 6, n. 2, 2001.

MCDOWALL, Jill Anne. Supplement use by young athletes. **Journal of Sports Science and Medicine**, n.6, p. 337-342, 2007.

MINAMI M, ITAI Y, OHTOMO K, et al. Siderotic nodules in the spleen: MR imaging of portal hypertension. *Radiology*, n.172, p.681–684, 1989.

MIRANDA, H.; RANGEL, F.; GUIMARÃES, D.; DANTAS, E. H. M.; NOVAES, J.; SIMÃO, R. Verificação da Frequência Cardíaca, Pressão Arterial e Duplo-Produto em Diferentes Posições Corporais no Treinamento de Força. **Revista Treinamento Desportivo**, v. 7, p. 68-72, 2006

MOLINA, R.F. Apoyo nutricional en el enfermo grave. In: Villazón S.A; Arenas M.H. Nutrición enteral y parenteral. México DF: **Interamericana**, p.204-209, 1994.

NAHAS, M.V. Atividade física, saúde e qualidade de vida: **conceitos e sugestões para um estilo de vida ativo**. Londrina: Midiograf, 2001.

NEMET, D. et al... Effect of water polo practice on cytokines, growth mediators, and leukocytes in girls. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 2, p. 356-363, Feb. 2003.

NETO, T.L.B. A Controvérsia dos agentes ergogênicos: estamos subestimando os efeitos naturais da atividade física. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo**, v. 45, n. 2, p. 121-122, 2001.

NOVAK F, HEYLAND DK, AVENELL A, DROVER JW, SU X. Glutamine supplementation in serious illness: A systematic review of the evidence. **Crit Care Med**. n.30, p. 2022–9, 2002.

NOVELLI, M.; STRUFALDI, M.B.; ROGERO, MM.; ROSSI, L. Suplementação de Glutamina Aplicada à Atividade Física. **R. Bras. Ci e Mov**. n. 15,v.1,p. 109-117. 2007

O'FLAHERTY L, BOUCHIER-HAYES DJ. Immunonutrition and surgical practice. **Proc Nutr Soc**. n.58, v.4, p.831-7, 1999.

OLIVEIRA. A.A.A, SANTOS.P.S, O consumo de proteína isolada da soja por praticantes de musculação, **Nutrição Brasil**, v.6, n.4, p.217 – 221, julho/agosto 2007.
PERES, F.P. Efeitos da suplementação da glutamina peptídeo e carboidratos na performance de atletas de alto nível.(Dissertação de mestrado. Faculdade de Educação Física, Universidade metodista de Piracicaba, Piracicaba, SP 2004.

PEYREBRUNE, M. C., STOKER, K., HALL, G. M., & NEVIL, M.E. Effect of creatine supplementation on training for competition in elite swimmers. **Med Sci Sports Exerc**. n. 37, v.12, p.2140-7, 2005.

POLITO, M. D. e FARINATTI, P. T. V. Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto ao exercício contra-resistência: uma revisão da literatura. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**. v. 3, p. 79-91, 2003.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. Fisiologia e exercício: **teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2000.

REIS. M.G.A, MANZONI.M, LOUREIRO.H.M.S, Avaliação do uso de suplementos nutricionais por freqüentadores de academias de ginástica em Curitiba, **Nutrição Brasil**. v.5 n.5 p.257, 2006.

RENNIE MJ. et al... Branched-chain amino acids as fuels and anabolic signals in human muscle. **J Nutr.**, n.136, p. 264S-268S, 2006.

RINCÓN, E. O. *et al.* Phagocytic function in cyclists: correlation with catecholamines and cortisol. **Journal of Applied Physiology**, v. 91, p. 1067-1072, 2001.

ROBERGS, R. A., FARZENAH G., DARYL P. Biochemistry of exercise induced metabolic acidosis. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol**, n.287, p.R502–R516, 2004.

ROCHA ML. **Aspectos Diversos da Medicina do Exercício**. 1a ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2004.

ROECKER K, MAYER F, STRIEGEL H, DICKHUTH HH. Increase characteristics of the cumulated excess-CO₂ and the lactate concentration during exercise. *Int J Sports Med.*, n.21, p.419-23, 2000

ROGATTO, G. P.; LUCIANO, E. Perfil leucocitário de ratos (*Rattus norvegicus albinus*, Wistar) submetidos ao exercício resistido crônico. **Biosci. J.**, v. 18, n. 1, p. 51-63, jun. 2002.

ROGERO, M.M; TIRAPGUI, J. Aspectos nutricionais sobre glutamina e exercício físico. **Nutrire** v.25, p.101-126, 2003.

ROCCO, G.F. Capacidade aeróbia e composição corporal; efeito de um programa de treinamento aeróbio de oito semanas associado à suplementação com glutamina em universitários. (Dissertação de Mestrado) Universidade de Brasília. 2008

ROTH, E. Immune cell modulation by amino acids. **Clin Nutr** n.26, p.535–44, 2007.

ROWBOTTOM, DG. et al... The haematological, biochemical and immunological profile of athletes suffering from the overtraining syndrome. **Eur J Appl Physiol**. n.70, p. 502-9,1995.

SOH I., PHILLIP W., KAREEM J., TAKEO U., HISAMINE K., SHAWN B., PAUL J. C. Impact of glutamine supplementation on glucose homeostasis during and after exercise **J Appl Physiol.**, n.99, p.1858-1865, 2005.

SILVA, C. A.; LIMA, W. C. Efeito benéfico do exercício físico no controle metabólico do diabetes mellitus tipo 2 a curto prazo. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.** São Paulo, v. 46, n. 5, p.550-556, 2002.

SMITH, L.L. Overtraining, excessive exercise, and altered immunity: is this a T helper-1 versus T helper-2 lymphocyte response? **Sports Medicine.** v.33, p.347-364, 2003.

SOUBA, W.W; KLIMBERG, V.S; PLUMLEY, D.A, et al... The role of glutamine in maintaining a healthy gut and supporting the metabolic response to injury and infection. **J. Surg. Res.** v.48, p. 383-391, 1990.

SVEDAHL K, MACINTOSH BR. Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. **Can J Appl Physiol.**, n.28, p. 299-323, 2003.

TEBEXRENI, A.S.; VILLAÇA, L.; TAMBEIRO, V. L.; BARROS NETO, T. L. Protocolos Tradicionais em Ergometria, Suas Aplicações Práticas Versus Protocolo de Rampa. CEMAFE – Centro de Medicina da Atividade Física e do Esporte – Escola Paulista de Medicina – UNIFESP. **Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo**, n.3, vol. 11, p.519-528, maio/junho, 2001.

THOMAS L. **Clinical Laboratory Diagnostics** . Frankfurt: THBooks Verlagsgesellschaft; p. 160-166,1998.

WAAGSTEIN F, CAIDAHL K, WALLENTIN I. Long-term betablockade in dilated cardiomyopathy. Effects of shorthand long-term metoprolol treatment followed by withdrawal and readministration of metoprolol. **Circulation.**, n. 80, p.551-63. 1989.

WELBOURNE, T. et al. An oral glutamine load enhances renal acid secretion and function. **Am J Clin Nutr.**, n.67, v.4, p. 660-663, 1998.

WERNERMAN J. Clinical Use of Glutamine Supplementation. **J. Nutr.** n.138, p. 2040S-2044S, 2008.

WILLIAMS M.H, BRANCH J.D. Creatine supplementation and exercise performance. **J Am Coll Nutr.**, n.17,p. 216–234, 1998.

WILMORE J. H.; COSTILL D. L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. São Paulo: Ed. Manole. 2a. ed, 2001.

WU, H. et al. Effects of 24 h ultra-marathon on biochemical and hematological parameters. **World Gastroenterol.**, n.10, p.2711-2714, 2004.

YOUNG, D.S. - **Effects of Drugs on Clinical Laboratory Tests**. AACC Press, ed.4, 2001.

8. APÊNDICES

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Título da Pesquisa: **“Efeitos da L-Glutamina nas respostas metabólicas e hemodinâmicas em indivíduos sedentários submetidos ao esforço físico”**.

Pesquisador Responsável: Soraya Maria do Nascimento Rebouças Viana

Orientadores: Paulo Roberto Leitão de Vasconcelos

Carlos Roberto Martins R. Sobrinho.

Local do estudo: Hospital Universitário Walter Cantídeo-HUWC

Hospital Dr. Carlos Alberto Studart Gomes de Messejana

Endereço: Rua Capitão Francisco Pedro 1290.

Fortaleza – Ceará. Fone: 3366.8146.

Nosso estudo tem por objetivo avaliar as repercussões de uma proteína, chamada glutamina, que é muito utilizada por pessoas que realizam atividades físicas para aumentar a resistência muscular.

Participarão deste estudo pessoas com faixa etária de 30 a 60 anos que não fumem, não bebam, não possuam incapacidade de andar e estejam com os exames laboratoriais e físicos realizados anteriormente dentro dos limites de normalidade.

A pesquisa constará de um teste de esforço numa esteira, em que o participante será convidado a comparecer duas vezes, em dias marcados, ao HUWC em jejum de 8 horas no período da manhã para receber uma dieta preparada por um engenheiro de alimentos. Em um dos dias, a dieta poderá conter a glutamina (a proteína que será estudada). Após a ingestão da dieta o voluntário fará um teste em uma esteira até o momento de sua exaustão, ou seja, até não conseguir mais caminhar pelo cansaço físico. Durante este teste será colhido 8 ml de sangue da veia do braço após o desjejum, que será 30 minutos antes de caminhar, imediatamente antes do início do exercício, no momento da exaustão do exercício, 30 minutos após o término do teste para avaliação da atuação desta proteína durante as etapas do esforço físico.

Não haverá riscos ao participante à utilização da suplementação protéica na quantidade definida no estudo. Porém, durante o teste, poderá ocorrer falta de ar, além de uma baixa possibilidade de desencadear arritmias cardíacas pelo esforço físico. Nessas condições o exame será interrompido. Alguns desconfortos poderão acontecer como dor pela punção na coleta de sangue, dores musculares e articulares e cansaço físico devido ao teste na esteira.

Antes do início do teste o participante será instruído sobre os sinais e sintomas que devem ser alertados a parar a seqüência. Durante a realização o mesmo será observado por uma

equipe treinada e acompanhado por um cardiologista que estará apto a reconhecer qualquer alteração que possa sugerir a interrupção do esforço. O laboratório onde serão realizados os testes dispõe de recursos de emergência no caso de intercorrência clínica.

Os benefícios deste estudo serão conhecer melhor um suplemento alimentar que vem sendo útil para reposição energética esperando uma melhora humoral e da qualidade de vida de pessoas que realizam atividades físicas.

As informações obtidas através desse estudo serão tratadas rigorosamente com confidencialidade. Os resultados desta pesquisa serão divulgados publicamente, entretanto, a identidade do participante jamais será revelada.

Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação.

Em caso de dano pessoal, diretamente causado pelos procedimentos propostos neste estudo (nexo causal comprovado), o participante terá direito a tratamento médico na Instituição.

A participação neste estudo é voluntária. E o mesmo pode recusar-se a participar ou parar a qualquer momento da pesquisa.

Em qualquer etapa do estudo, o voluntário terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para o esclarecimento de eventuais dúvidas. A principal investigadora é a Dra. Soraya Maria do Nascimento Rebouças Viana, que pode ser encontrada na Av. Rogaciano Leite, 900 ap. 901 Cocó. Fortaleza, CE. Tel: 3273.0271/ 9991.0707.

Em caso de alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, o contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do HUWC poderá ser feito à Rua Capitão Francisco Pedro 1290, Rodolfo Teófilo; fone: 3366-8589 – E-mail: cephuwc@huwc.ufc.br

CONSENTIMENTO DO PARTICIPANTE

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim sobre o estudo acima. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e de retorno financeiro.

Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades, prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

Assinatura do Participante ou Responsável

Data ____ / ____ / ____

Assinatura do Pesquisador

Data ____ / ____ / ____

Assinatura do Orientador

Data ____ / ____ / ____

APÊNDICE 2 - DADOS BRUTOS

INDIVÍDUO	IDADE (anos)	PESO (Kg)	ESTATURA (m)	IMC (Kg/m ²)
1	30	85	1,76	27,5
2	43	82	1,59	32,5
3	42	59	1,56	24,2
4	38	82	1,63	30,9
5	40	69	1,64	25,7
6	30	91	1,74	30,1
7	42	74	1,69	25,9
8	45	79	1,54	33,3
9	30	62	1,66	22,5
10	41	66	1,54	27,8
11	33	79	1,62	30,3

Indivíduo	FC pré A	FC pré B	FC lim A	FC lim B	FC EM A	FC EM B	FC rec A	FC rec B
1	74	90	106	178	193	197	114	131
2	64	85	102	148	101	109	111	120
3	81	78	125	123	181	183	111	120
4	77	74	130	135	195	191	116	117
5	67	68	165	164	181	187	107	130
6	53	56	146	116	176	176	104	111
7	71	71	134	138	189	185	111	115
8	83	84	156	152	143	153	114	118
9	116	94	159	164	176	183	122	121
10	74	91	119	123	180	180	103	115
11	78	85	150	146	166	189	112	125

FC pré A: Frequência cardíaca no pré esforço protocolo A; FC pré B: Frequência cardíaca no pré esforço protocolo B; FC lim A: Frequência cardíaca no limiar de anaerobiose protocolo A; FC lim B: Frequência cardíaca no limiar de anaerobiose protocolo B; FC EM A: Frequência cardíaca no esforço máximo protocolo A; FC EM B: Frequência cardíaca no esforço máximo protocolo B; FC rec A: Frequência cardíaca na fase de recuperação protocolo A; FC rec B: Frequência cardíaca na fase de recuperação protocolo B

INDIVÍDUO	PAS INI A	PAS INI B	PAS ESF A	PAS ESF B	PAS REC A	PAS REC B
1	120	125	160	185	100	135
2	120	120	150	185	130	130
3	120	110	180	160	110	120
4	130	150	210	210	140	130
5	120	125	150	170	130	140
6	120	140	170	210	140	130
7	150	130	160	200	140	120
8	125	125	175	155	140	120
9	125	120	165	160	120	115
10	130	110	200	170	140	130
11	140	150	170	200	140	150

PAS INI A: Pressão arterial sistólica inicial protocolo A; PAS INI B: Pressão arterial sistólica protocolo B; PAS ESF A: Pressão arterial sistólica no esforço máximo protocolo A; PAS ESF B: Pressão arterial sistólica no esforço máximo protocolo B; PAS REC A: Pressão arterial sistólica fase de recuperação protocolo A; PAS REC B: Pressão arterial sistólica fase de recuperação protocolo B.

INDIVÍDUO	PAD PRÉ A	PAD PRÉ B	PAD ESF A	PAD ESF B	PAD REC A	PAD B REC
1	80	80	90	90	80	75
2	80	80	90	90	80	75
3	80	80	90	90	70	80
4	90	90	100	110	90	90
5	70	80	80	80	80	65
6	80	100	80	100	90	90
7	100	100	100	100	80	80
8	80	80	75	80	80	60
9	80	80	80	80	70	70
10	80	70	100	80	90	70
11	100	100	90	100	80	90

PAD PRÉ A: Pressão arterial diastólica pré-esforço protocolo A; PAD PRÉ B: Pressão arterial diastólica protocolo B; PAD ESF A: Pressão arterial diastólica no esforço máximo protocolo A; PAD ESF B: Pressão arterial diastólica no esforço máximo protocolo B; PAD REC A: Pressão arterial diastólica fase de recuperação protocolo A; PAD REC B: Pressão arterial diastólica fase de recuperação protocolo B.

INDIVÍDUO	VO ₂ MÁX A	VO ₂ MÁX B
1	38,6	40,1
2	28,2	24,9
3	27,4	28,4
4	34,9	34,9
5	41,5	44,4
6	29,3	29,8
7	33,5	33,6
8	33,5	35,6
9	32,6	32,5
10	24,5	26,0
11	27,9	24,1

VO₂Máx A: Volume máximo de O₂ consumido protocolo A; VO₂Máx B: Volume máximo de O₂ consumido protocolo B.

INDIVÍDUO	CARGA (POTÊNCIA) A	CARGA (POTÊNCIA) B
1	250 W	179 W
2	152 W	193 W
3	134 W	96,1 W
4	204,1 W	235 W
5	223 W	183 W
6	235 W	135 W
7	216,7 W	135,5 W
8	165 W	136 W
9	49,2 W	60,7 W
10	167 W	164 W
11	167,9 W	137,8 W

INDIVÍDUO	TEMPO DE ESFORÇO A	TEMPO DE ESFORÇO B
1	11:52	11:26
2	11:01	08:04
3	11:46	11:49
4	12:20	12:49
5	09:40	09:34
6	09:49	09:49
7	11:49	11:19
8	06:28	06:55
9	06:14	06:50
10	09:22	10:01
11	11:19	11:19

Tempo de esforço em minutos.

T0 LACTATO A	T1 LACTATO A	T2 LACTATO A	T3 LACTATO A	T0 LACTATO B	T1 LACTATO B	T2 LACTATO B	T3 LACTATO B
2,02	2,13	26,92	11,41	1,81	2,43	14,02	5,30
2,46	2,00	11,17	5,01	1,33	1,87	6,43	4,17
2,02	1,74	9,14	7,40	2,10	2,74	4,74	3,22
3,80	2,53	11,12	8,27	2,69	3,02	10,82	6,76
2,38	2,01	13,97	8,38	2,36	2,16	11,94	6,96
1,90	1,60	9,03	6,38	1,83	1,80	11,06	4,44
2,91	1,90	10,59	9,24	2,93	1,69	13,75	7,36
2,85	3,74	13,78	9,43	4,48	2,23	10,92	7,00
2,77	1,20	10,69	3,72	1,89	2,08	6,63	3,21
3,47	2,28	12,91	5,55	2,08	1,89	11,69	7,60
1,82	1,59	7,76	4,47	1,55	2,02	8,64	3,39

T0 LACTATO A: Concentração de lactato em jejum, protocolo A; T1 LACTATO A: Concentração de lactato após a suplementação, 30 minutos antes do esforço protocolo A; T2 LACTATO A: Concentração de lactato após esforço máximo protocolo A; T3 LACTATO A: Concentração de lactato 30 minutos após o esforço máximo protocolo A; T0 LACTATO B: Concentração de lactato em jejum, protocolo B; T1 LACTATO B: Concentração de lactato após a suplementação, 30 minutos antes do esforço protocolo B; T2 LACTATO B: Concentração de lactato após esforço máximo protocolo B; T3 LACTATO B: Concentração de lactato 30 minutos após o esforço máximo protocolo B.

T0 GLICOSE A	T1 GLICOSE A	T2 GLICOSE A	T3 GLICOSE A	T0 GLICOSE B	T1 GLICOSE B	T2 GLICOSE B	T3 GLICOSE B
84,0	64,0	98,0	69,0	80,0	77,0	90,0	78,0
71,0	61,0	95,0	79,0	80,0	84,0	83,0	74,0
74,0	69,0	88,0	74,0	79,0	77,0	117,0	86,0
86,0	97,0	103,0	95,0	96,0	88,0	72,0	75,0
86,0	97,0	103,0	95,0	90,0	94,0	100,0	91,0
88,0	72,0	101,0	93,0	82,0	105,0	91,0	82,0
92,0	78,0	91,0	89,0	93,0	104,0	115,0	97,0
93,0	102,0	134,0	88,0	96,0	101,0	114,0	95,0
91,0	120,0	115,0	112,0	93,0	116,0	115,0	111,0
84,0	88,0	116,0	111,0	82,0	96,0	124,0	89,0
86,0	80,0	104,0	88,0	95,0	97,0	112,0	96,0

T0 GLICOSE A: Glicose em jejum protocolo A; T1 GLICOSE A: Glicose após suplementação, 30 minutos antes do esforço protocolo A; T2 GLICOSE A: Glicose no esforço máximo protocolo A; T3 GLICOSE A: Glicose 30 minutos após o esforço máximo protocolo A; T0 GLICOSE B: Glicose após a suplementação protocolo B; T1 GLICOSE B: Glicose 30 minutos após suplementação protocolo B; T2 GLICOSE B: Glicose no esforço máximo protocolo B; T3 GLICOSE B: Glicose 30 minutos após esforço máximo protocolo B;

9 ANEXO

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA VERSÃO CURTA,
ÚLTIMA SEMANA.

Nome: _____

Data: ____/____/____ Idade : ____ Sexo: F () M ()

Nós estamos interessados em saber que tipo de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação a pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gastou fazendo atividade física na ÚLTIMA semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são MUITO importantes. Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder às questões lembre que:

- atividades físicas VIGOROSAS são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar MUITO mais forte que o normal
- atividades físicas MODERADAS são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar UM POUCO mais forte que o normal

Para responder às perguntas pense somente nas atividades que você realiza por pelo menos 10 minutos contínuos de cada vez:

1a Em quantos dias da última semana você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

_____ dias por SEMANA () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando por dia?

horas: _____ Minutos: _____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades MODERADAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo, pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (POR FAVOR, NÃO INCLUA CAMINHADA)

_____ dias por SEMANA () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades VIGOROSAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo, correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar MUITO sua respiração ou batimentos do coração.

_____ dias por SEMANA () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____