

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE

CURSO DE BACHARELADO EM NUTRIÇÃO

ROBERTA CRISTINA DE FRANÇA SILVA

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS E
GORDURA HEPÁTICA DE RATOS WISTAR
SUPLEMENTADOS COM ÓLEO DE CÁRTAMO
SUBMETIDOS OU NÃO A EXERCÍCIO AERÓBICO**

Cuité/PB

2014

ROBERTA CRISTINA DE FRANÇA SILVA

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS E GORDURA HEPÁTICA DE
RATOS WISTAR SUPLEMENTADOS COM ÓLEO DE CÁRTAMO SUBMETIDOS
OU NÃO A EXERCÍCIO AERÓBICO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado
para obtenção do grau de Bacharel em Nutrição
do Curso de Nutrição da Unidade Acadêmica de
Saúde da Universidade Federal de Campina
Grande, Cuité/PB

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Juliana Késsia Barbosa
Soares.

Cuité/PB

2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE
Responsabilidade Msc. Jesiel Ferreira Gomes – CRB 15 – 256

S586a Silva, Roberta Cristina de França.

Avaliação dos parâmetros bioquímicos e gordura hepática de ratos wistar suplementados com óleo de cártamo submetidos ou não a exercício aeróbico. / Roberta Cristina de França Silva. – Cuité: CES, 2014.

38 fl.

Monografia (Curso de Graduação em Nutrição) – Centro de Educação e Saúde / UFCG, 2014.

Orientadora: Juliana Késsia Barbosa Soares.

1. Óleo de cártamo. 2. Exercício aeróbico. 3. Suplementação. 4. Colesterol total. I. Título.

CDU 615.874.2

ROBERTA CRISTINA DE FRANÇA SILVA

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS E GORDURA HEPÁTICA DE RATOS WISTAR SUPLEMENTADOS COM ÓLEO DE CÁRTAMO SUBMETIDOS OU NÃO A EXERCÍCIO AERÓBICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Unidade Acadêmica de Saúde da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito obrigatório para obtenção de título de Bacharel em Nutrição, com linha específica em Experimental.

Aprovado em _____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Doutora Juliana Késsia Barbosa Soares

Universidade Federal de Campina Grande – Centro de Educação e Saúde
Orientadora

Prof.^a Doutora Flávia Negromonte Souto Maior

Universidade Federal de Campina Grande - Centro de Educação e Saúde
Examinadora

Prof.^a Mestre Raphaela Araújo Veloso Rodrigues

Universidade Federal de Campina Grande – Centro de Educação e Saúde
Examinadora

Cuité/PB

2014

Aos meus amados e queridos pais, que me apoiaram e acreditaram em mim desde sempre, **Maria José de França** e **José Galdino da Silva**.

Aos meus irmãos, **Aline Priscila de França Silva** e **Alexsandro Luiz de França Silva**, pelo companheirismo, amor e pela força durante esses anos.

À minha avó **Rita Alvelino Tomé**, que tanto orou por mim e pela realização da minha formação profissional.

À minha vó **Josefa Galdino da Silva** pelo amor e por ser um grande exemplo força e coragem.

À minha orientadora **Juliana Késsia**, por ter tornado possível esta conquista.

A vocês, com todo carinho

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, Pai e todo poderoso, que é minha proteção, minha inspiração, e minha fortaleza em todos os momentos da minha vida.

À minha família, que compartilhou comigo todos os momentos de alegria, choro, medo, conquista e vitória, sempre com muita paciência, amor e fé.

À professora **Juliana Késsia Barbosa Soares**, por ter sido além de professora orientadora, uma amiga, exemplo de sabedoria, paciência e humildade, com ensinamentos que contribuíram grandemente na minha formação acadêmica e certamente levarei para minha caminhada profissional.

A todos os meus amigos conquistados através do curso de Nutrição na UFCG, em especial à **Diliam Maise, Morgana Moura, Diego Elias, Nayane Medeiros e Paloma Martins**, pelo companheirismo e pelos momentos felizes que passamos durante esses anos, levarei cada sorriso em meu coração, cada batalha que vencemos juntos. Jamais esquecerei cada um de vocês. A meu amigo **David Ryan** por ter realizado junto comigo toda a pesquisa.

Ao **corpo docente do curso de Nutrição**, pelo profissionalismo e acessibilidade para com os alunos, em especial as professoras **Elieyde Gomes** pela capacidade ímpar de profissionalismo, carinho e humildade para com todos os alunos.

A todos os **professores e alunos** envolvidos com o Laboratório Experimental de Nutrição (LANEX) pelo empenho, responsabilidade, incentivo, participação e conhecimentos compartilhados... aprendemos tanto juntos.

Às professoras **Flávia Negromonte e Raphaela Araújo** por terem aceitado o meu convite, foi uma grande satisfação tê-las na minha banca examinadora.

À minha família do **Grupo de Oração Chama Viva**, pelo amor fraternal, apoio e presença de cada um de vocês: “somos um”.

À minha pequena e amada *pet* **Lupita**, pelo companheirismo, amor verdadeiro e incondicional, que me deu forças de forma inexplicável, tantas vezes.

Aquilo que se faz por amor está sempre além do bem e do mal.

(Friedrich Nietzsche)

RESUMO

SILVA, R. C. F. **AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS E GORDURA HEPÁTICA DE RATOS WISTAR SUPLEMENTADOS COM ÓLEO DE CÁRTAMO SUBMETIDOS AO EXERCÍCIO AERÓBICO**. 2014. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Nutrição) - Universidade Federal de Campina Grande – Centro de Educação e Saúde, Cuité, 2014.

Tem sido demonstrado que o treinamento aeróbico melhora marcadores da síndrome metabólica. Além disso, o exercício pode reduzir a perda de massa muscular e aumentar a sensibilidade à insulina. Os suplementos de óleo são fontes de ácidos graxos essenciais e estão relacionados com controle de dislipidemias. O óleo de cártamo é citado como um desses lipídeos que aumenta a termogênese e reduz a gordura corporal. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar os efeitos da suplementação com o óleo de cártamo sobre parâmetros bioquímicos e a gordura hepática em ratos submetidos ou não a exercício físico aeróbico. Foram usados 40 ratos machos, divididos em 4 grupos: controle sedentário (CS), controle exercitado (CE), óleo de cártamo sedentário (OS) e óleo de cártamo exercitado (OE). A prática do exercício consistiu de corrida em esteira automática por 45 min. na velocidade de 21 (m/min) cinco vezes por semana, durante quatro semanas. Os grupos com óleo de cártamo receberam o óleo através de gavagem na proporção de 1ml/100g de peso, enquanto que os outros grupos receberam água destilada na mesma proporção. Após serem anestesiados, o sangue dos animais foi coletado através de punção cardíaca. O plasma foi utilizado para quantificar a glicemia plasmática, colesterol total, HDL e triglicerídeos. Retirou-se o fígado para quantificação da gordura. Os resultados demonstraram que o grupo OS obteve maior gordura no fígado comparado com os demais grupos ($P < 0,05$). O OS apresentou um aumento na concentração de colesterol total quando comparado com o grupo CS ($P < 0,05$) e os triglicerídeos plasmáticos tanto o CE, como o OE e OS obtiveram valores menores do que o CS ($P < 0,05$). Baseado nos dados, pode-se concluir que o consumo do óleo de cártamo sem atividade física associada pode desencadear alterações metabólicas indesejáveis como aumento no colesterol sérico e fígado gorduroso.

Palavras-chave: Óleo de cártamo. Exercício aeróbico. Suplementação. Colesterol total.

ABSTRACT

SILVA, R. C. F. **EVALUATION OF BIOCHEMICAL PARAMETERS AND HEPATIC FAT OF RATS SUPPLEMENTED WITH SAFFLOWER OIL SUBMITTED TO AEROBIC EXERCISE.** 2014. 38 f. Completion of Course work (Undergraduate Bachelor of Nutrition) - Federal University of Campina Grande - Center for Education and Health, Cuité, 2014.

It has been shown that aerobic training improves metabolic syndrome markers. In addition, exercise can reduce the loss of muscle mass and increase insulin sensitivity. The oil supplements are sources of essential fatty acids and are related to dyslipidemia control. Safflower oil is cited as one of those lipids which enhances thermogenesis and reduces body fat. The objective of the present study was to evaluate the effects of safflower oil supplementation on biochemical parameters and liver fat in rats submitted or not to aerobic exercise. Fourty male rats were divided into 4 groups: Sedentary control (SC), exercised control (EC), sedentary safflower oil (OS) and exercised safflower oil (OE). The practice of exercise consisted of running on automatic treadmill for 45 min at a speed of 21 (m / min) five times a week during four weeks. Groups with safflower oil received through the oil gavage at the ratio of 1 ml / 100g in body weight, while other groups received distilled water in the same ratio. After anesthetization, the animals' blood was collected by cardiac puncture. Plasma was used to measure plasma glucose, total cholesterol, HDL and triglyceride. The liver was removed for quantitation of fat. The results showed that the OS group had higher liver fat compared with the other groups ($P < 0.05$). The OS showed an increase in total cholesterol levels compared to the CS group ($P < 0.05$) and plasma triglycerides both the CE and the OE and OS lower values than the CS ($P < 0.05$). Based on the data it can be conclude that the consumption of safflower oil without associated physical activity may trigger undesirable metabolic changes such as increased serum cholesterol and fatty liver.

Keywords: Safflower oil. Aerobic exercise. Supplementation. Total cholesterol.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Flor da planta <i>Carthamus Tinctorius L</i>	20
Figura 2 - Sementes da planta <i>Carthamus Tinctorius L</i>	20
Figura 3 - Suplementação do rato com o óleo de cártamo por meio de gavagem.....	23
Figura 4 - Esteira motorizada Insight® para ratos utilizada no experimento.....	24
Figura 5 - Centrífuga da marca Centribio® utilizada na pesquisa para separação do plasma.....	25
Figura 6 - Materiais utilizados na pesquisa para análise de determinação de gordura.....	26
Figura 7 . Utilização dos kits enzimáticos da Labtest® para quantificação do colesterol total, HDL-c e triglicerídeos.....	27
Figura 8 - Percental de gordura hepática de animais tratados com óleo de cártamo, submetidos ou não à prática de exercício físico aeróbico.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Protocolo de corrida na esteira motorizada para ratos utilizado na pesquisa.....	24
Tabela 2 - Parâmetros bioquímicos dos animais tratados com óleo de cártamo submetidos ou não a exercício aeróbico.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OMS - Organização Mundial da Saúde
HDL-c - High-density lipoprotein
CLA - Ácido linolêico conjugado
LDL-c - Low Density Lipoprotein
AGS - Ácidos graxos saturados
AGPI - Ácidos graxos poliinsaturados
AGMI - Ácidos graxos moniinsaturados
AGI - Ácidos graxos insaturados
SM - Síndrome Metabólica
CH - Carboidrato
PTN - Proteína
VLDL-c - Very Low Density Lipoprotein
LANEX - Laboratório de Nutrição Experimental
UAS – Unidade acadêmica de saúde
CES - Centro de Educação e Saúde
UFMG - Universidade Federal de Campina Grande
CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais
CBiotec - Centro de Biotecnologia
UFPB - Universidade Federal da Paraíba
COBEA - Colégio Brasileiro de Experimentação Animal
CS - Controle sedentário
CE - Controle exercitado
OS - Cártamo sedentário
OE - Cártamo exercitado
RPM - Rotações por Minuto
ANOVA - Análise de variância
FAS - Ácido Graxo Sintase

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 EFEITOS DOS LIPÍDIOS DIETÉTICOS SOBRE O METABOLISMO.....	15
3.2 LÍPIDEOS E EXERCÍCIO FÍSICO.....	16
3.3 CARTHAMUS TINCTORIUS L.....	19
4. METODOLOGIA	22
4.1 ANIMAIS E DIETA.....	22
4.2 PRÁTICA DO EXERCÍCIO FÍSICO.....	23
4.3 COLETA DE SANGUE.....	25
4.4 DETERMINAÇÃO DA GORDURA DO FÍGADO.....	25
4.5 ANÁLISES BIOQUÍMICAS.....	26
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	27
5. RESULTADOS	28
5.1 DETERMINAÇÃO DA GORDURA HEPÁTICA.....	28
5.2 ANÁLISES BIOQUÍMICAS.....	29
6. DISCUSSÃO	30
7. CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde (OMS) afirma que a alta ingestão dietética de gordura saturada, gordura trans, colesterol e sal, associada à baixa ingestão de frutas, legumes, peixes, juntamente com um estilo de vida sedentária aumentam o risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Em contrapartida, uma dieta balanceada associada a prática de exercício físico regular, representa fator de proteção e pode contribuir para um peso corporal e um perfil lipídico mais saudável (WHO, 2011).

A procura por um “corpo perfeito” e aumento na resistência durante os exercícios físicos levam inúmeros jovens e adultos a adotarem estratégias radicais, que estão geralmente relacionadas à utilização de suplementos alimentares. Os suplementos alimentares são comercializados como recursos ergogênicos, que são caracterizados como substâncias com capacidade de melhorar o desempenho esportivo, usados para acelerar o tempo necessário para alcançar os resultados almejados pela prática de exercícios físicos. O aumento da massa magra e a redução do percentual de gordura trazem vários benefícios à saúde, sendo um dos principais anseios por parte dos praticantes de exercícios físicos (BERTULUCCI et al., 2010; PITANGA, 2008). Na busca por essa redução de gordura, os esportistas estão buscando na suplementação lipídica um meio de reduzir a gordura corporal, dentre esses lipídeos estão o óleo de coco, de cártamo ou de chia. (COSTA et al., 2012; LIMA; CAVALCANTI, 2008).

As sementes do cártamo são ricas em óleo de alto valor nutricional, pois contém ácidos graxos essenciais insaturados, ácido oleico e ácido linoleico, além de ser fonte de antioxidantes, pois são fonte de vitamina E (EKIN, 2005), flavonoides e tocoferóis (LEE et al., 2002; VOSOUGHKIA et al., 2011; KANEHIRA et al., 2003). Além disso, foi observado que o óleo de cártamo aumenta a termogênese, reduzindo a gordura corporal e aumentando a tonicidade muscular em humanos (NORRIS et al., 2009; PINTÃO; SILVA, 2008). Efeitos como inibição na proliferação de tumores (LOO et al., 2004), melhora na fluidez do sangue (LI et al., 2009), redução no consumo alimentar e aumento das concentrações de HDL-colesterol (High-density lipoprotein) (CAMPANELLA et al., 2014) também foram observados.

Ainda há uma lacuna na literatura no que diz respeito a estudos relacionados com a ação da suplementação do óleo de cártamo associada a prática de exercício físico aeróbico. Considerando os estudos observados, cogitou-se o questionamento se a suplementação do óleo de cártamo associado ou não ao exercício aeróbico teria efeito promissor na melhora nos parâmetros bioquímicos e na gordura do fígado de ratos.

Estudos sugerem que a suplementação de ácido linoleico conjugado (CLA) em animais melhora o controle do ganho de peso corporal, além de reduzir a gordura corporal, aumentar a massa magra e favorecer o controle da glicemia (BOTELHO et al., 2005; GONÇALVES et al., 2009; MARQUES; DRAGANO; JUNIOR, 2012). Sendo assim, o óleo de cártamo por ser utilizado na produção de suplementos a base de CLA, hipotetiza-se que o consumo do mesmo associado a exercício aeróbico tenha um efeito promissor na redução da gordura hepática e melhora no perfil lipídico de animais.

Baseado no exposto, objetivou-se com a presente pesquisa, avaliar os efeitos da suplementação do óleo de cártamo sobre parâmetros bioquímicos e a gordura do fígado em ratos *Wistar* submetidos ou não a exercício físico aeróbico.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos da suplementação com o óleo de cártamo sobre parâmetros bioquímicos e a gordura do fígado em ratos *Wistar* submetidos ou não a exercício físico aeróbico.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Comparar os níveis séricos de colesterol total, HDL-colesterol, triglicerídeos e glicose dos animais dos grupos controles com os animais dos grupos com óleo de cártamo submetidos ou não a exercício aeróbico.
- Comparar a gordura hepática total dos ratos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 EFEITOS DOS LIPÍDIOS DIETÉTICOS SOBRE O METABOLISMO

Diversos estudos evidenciam que uma alimentação equilibrada associada a exercício físico regular são de fundamental importância para indivíduos que procuram manter uma vida saudável e longa, por reduzir a incidência dos principais fatores de risco de problemas como hipertensão arterial, hipercolesterolemia, diabetes e obesidade. De fato, hábitos alimentares saudáveis e estilo de vida ativo também são relevantes para indivíduos já acometidos por essas patologias, objetivando uma evolução mais favorável das doenças (DE BACKER et al., 2004).

Quanto aos hábitos alimentares, com a finalidade de redução da incidência dessas doenças, a *American Heart Association* recomenda o consumo de uma alimentação equilibrada, com baixo teor de lipídios, colesterol e ácidos graxos saturados. Em contrapartida, recomenda-se também ingestão aumentada de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados na dieta (FERREIRA et al., 2011).

É reconhecido que a ingestão de dietas que contêm altas quantidades de gorduras saturadas e colesterol aumentam significativamente as concentrações de colesterol total e LDL (Low Density Lipoprotein) e estão relacionadas com o aumento da incidência de infarto do miocárdio, devido à sua relação com o aumento do colesterol sérico. Foi observado que, quando esses ácidos graxos saturados (AGS) são substituídos na dieta por ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) ou monoinsaturados (AGMI) ocorre um efeito positivo no perfil lipídico, o que, por sua vez, pode ter um efeito benéfico sob o ponto de vista cardiovascular. Atualmente, têm merecido destaque os efeitos do ômega-3 sobre a função cardiovascular (MORITZ et al., 2008).

De fato, há um número importante de estudos que favorecem os efeitos positivos da ingestão do óleo de peixe (principalmente rico em ômega-3, ácidos graxos poliinsaturados) e azeite virgem (principalmente ácidos graxos monoinsaturados) sobre as doenças cardiovasculares e o câncer. Da mesma forma, muitos investigadores expressaram sua preocupação com o risco do consumo excessivo de gordura saturada ou óleos ricos em ômega-6, ácidos graxos

poliinsaturados (principalmente óleos de sementes, tais como girassol ou de milho) (QUILES et al., 2003). Em estudo, tem sido observada a relação entre a inclusão de alimentos ricos em AGMI e AGPI na alimentação de homens e mulheres com redução do peso e da gordura corporal total, redução da glicose sérica e da dobra cutânea (FREITAS et al., 2009).

Neschen et al. (2001) em estudo, observaram que a suplementação de óleo de peixe, rico em ômega-3, em ratos machos Sprague-Dawley, durante 21 dias reduziu a resistência a insulina causada por gordura hepática, de forma que houve aumento significativo de proliferação de peroxissoma, o que é um fator positivo na otimização do metabolismo. O aumento da capacidade hepática β -oxidativa resulta em menor síntese hepática de triglicérides, diacilglicerol e conteúdo acil-CoA intramiocelular.

A capacidade em alterar a composição corporal é um dos efeitos mais estudados com relação à suplementação de CLA, promovendo a diminuição da massa gorda e aumento da massa em diferentes espécies, tais como: camundongos, ratos, hamsters, porcos, humanos, entre outras (BOTELHO et al, 2005; LIMA; CALVACANTI, 2008).

Moritz et al. (2008) relaciona a substituição de ácidos graxos saturados na dieta por AGPI ou AGMI com uma melhora no perfil lipídico, o que, por sua vez, pode ter um efeito benéfico sob o ponto de vista cardiovascular. Diante das observações realizadas, é possível considerar que o consumo de óleos ricos em gordura poliinsaturadas, insaturadas e monoinsaturadas podem trazer benefícios significativas no metabolismo lipídico e redução de gordura corporal (OBREGÓN; VALENZUELA, 2009; JONES et al., 2014).

3.2 LIPÍDEOS E EXERCÍCIO FÍSICO

Nos últimos anos, o sobrepeso e a obesidade vem apresentando caráter epidêmico e prevalência crescente, principalmente em países desenvolvidos e em desenvolvimento, fato este que tenta ser explicado, pelos sociólogos e nutrólogos, por alterações nutricionais inadequados consequentes da transição nutricional, caracterizada por um aumento excessivo no consumo de alimentos com alto valor

calórico e ricos em gordura e açúcares simples, associados a sedentarismo condicionado por diminuição na prática de atividade física (OLIVEIRA et al, 2003). A obesidade está relacionada com o aparecimento de doenças metabólicas sistêmicas, como intolerância à glicose, hiperinsulinemia, aumento dos níveis séricos de triglicérides, redução do HDL-colesterol e aumento da pressão arterial. Estas alterações são altamente relacionadas com doenças cardiovasculares, onde esta associação é conhecida como Síndrome Metabólica (SM) (HANLEY et al., 2005).

A prática do exercício físico é uma ferramenta importante para a prevenção da obesidade e da síndrome metabólica. Tem sido demonstrado que treinamento aeróbico melhora marcadores da SM e os níveis de triglicérides. Além disso, o exercício pode melhorar a perda de massa muscular e sensibilidade à insulina em indivíduos com resistência à insulina (BOTEZELLI et al., 2011).

A prática do exercício físico tem sido amplamente empregado, isoladamente ou em associação com terapia nutricional, no tratamento da obesidade, podendo regular diferentes sistemas do organismo a uma série de adaptações fisiológicas, sendo o aumento da oxidação lipídica uma delas (CUNHA et al., 2005; CABRAL, 2013).

Exercícios físicos aeróbicos moderados, também tem sido utilizado como forma de prevenir ou reverter a formação de placas ateromatosas nas artérias, podendo alterar o perfil lipídico plasmático, reduzindo o colesterol total. Entretanto, o efeito protetor da realização habitual de exercícios físicos sobre o colesterol pode não se confirmar, isso vai depender da qualidade da alimentação, ou seja, da ingestão calórica e de gordura além da necessidade diária de cada indivíduo (MEILHAC et al., 2001).

Estudos indicam ainda que o exercício físico favorece o aumento dos níveis de HDL-colesterol, sendo isso considerado um fator de proteção contra as doenças cardiovasculares, pois é a única lipoproteína com capacidade de realizar o transporte reverso do colesterol, retirando o excesso de colesterol livre não só de membranas celulares como também do subendotélio e transporta-lo até o fígado para ser degradado (FERNANDES et al., 2011).

O exercício moderado associado a uma dieta balanceada contribui de forma positiva na função e atividade do sistema antioxidante, atuando como medida preventiva na obesidade e outras doenças metabólicas, em consequência das alterações metabólicas dos lipídios, com melhoria na composição corporal,

reduzindo a massa gorda e aumento da massa magra (AQUINO JUNIOR et al., 2009; TEODORO et al., 2010).

Vários fatores influenciam a oxidação lipídica durante a prática do exercício, dentre eles, estão o fato de que indivíduos treinados oxidam mais ácidos graxos, sendo assim, uma dieta rica em lipídeos aumenta a oxidação dos mesmos (GONZÁLEZ-GROSS et al, 2001).

Sasaki et al. (2013), sugeriram alterações significativas após 62 dias de experimento, em animais exercitados e sedentários suplementados com CLA, quando comparados com o grupo sedentário sem suplementação. Observaram que o efeito da suplementação de CLA associado ao exercício físico tem ação positiva na redução da gordura corporal. Ainda houve redução significativa na quantidade de gordura da carcaça e na quantidade de gordura extraída dos órgãos nos grupos experimentais suplementados quando comparados ao grupo sem suplementação.

Foi observada redução das concentrações plasmáticas de colesterol total e triglicérides em ratos suplementados com ácidos graxos ômega-3 nas doses de 0,5g/kg e 1,0g/kg associado ao exercício do nado (MORITZ et al., 2008).

Segundo Aquino Junior et al. (2009), a suplementação com CLA, administrada em animais sedentários, não promoveu alterações significantes da massa corporal, consumo alimentar e à eficiência alimentar quando comparadas às do grupo sedentário sem suplementação. Por outro lado, comparando o grupo treinado suplementado com o sedentário suplementado, foi observado que a massa corporal dos animais reduziu quando o exercício foi associado à suplementação alimentar, após 8 semanas, sem alteração no consumo alimentar e na eficiência alimentar, porém o exercício sem suplementação não foi capaz de promover mudança significativa na massa corporal dos animais, quando comparado com os grupos sedentários. Outro fator relevante observado neste estudo foi o aumento do peso relativo do fígado decorrente da suplementação com CLA, o que indica que a ingestão deste ácido graxo pode implicar em efeitos indesejáveis, como a chance aumentada para desenvolver o fígado gorduroso.

Sendo assim, tanto o consumo de gordura insaturada e poliinsaturada como a prática de exercícios regulares podem modificar o metabolismo e a composição corporal, de forma que a associação de ambos pode potencializar os efeitos benéficos.

3.3 CARTHAMUS TINCTORIUS L.

A planta *Carthamus Tinctorius L.* é natural do Irã, noroeste da Índia e África. O *Carthamus Tinctorius L.* pertence à família das *Asteraceas*, espécie conhecida por diversos nomes, os mais comuns são açafão-bastardo, açafroa, açafrol, falso açafão, cártamo saflor. Em Inglês, a palavra cártamo designa-se por safflower, safflor ou bastard saffron. A palavra *Carthamus* provém do hebraico «*Kartami*», que significa tingir (PINTÃO; SILVA, 2008).

O cártamo é uma espécie anual, com ciclo de aproximadamente 140 dias, planta rústica, por ser originária dos desertos, apresentam alta resistência à falta de água e baixa umidade relativa do ar, podendo ser cultivada no verão e no inverno, mostrando-se insensível às adversidades climáticas (BONAMIGO et al., 2013). O caule da planta é ereto e ramificado, com cerca de 80 a 150 cm de altura, em vários países é cultivada como planta oleaginosa, sendo os principais produtores mundiais a China, Egito, Estados Unidos, Índia e Rússia. Pode ser uma alternativa de renda para os produtores de regiões mais frias, como o Rio Grande do Sul, uma vez que elas se adaptam bem a vários tipos de temperaturas, além de diversificar o cultivo das flores propagadas por sementes (OLIVEIRA, 2007).

Atualmente o cártamo vem sendo explorado principalmente devido ao seu alto potencial para a produção de óleo, que além de ser utilizado na alimentação humana na produção de suplementos e azeites, também apresenta potencialidades como matéria prima para produção de biodiesel e na fabricação de tintas e vernizes (MÜNDEL et al., 2004).

O óleo de cártamo é utilizado para sintetizar industrialmente o CLA, que tem reconhecida ação na redução da gordura corporal e aumento da tonicidade muscular e é comumente utilizado como suplemento. Várias partes da planta do cártamo podem ser utilizadas: as flores (Figura 1) em técnicas gastronômicas ou na obtenção de corantes e as sementes (Figura 2) são bastante apreciadas pelos pássaros e dão origem a um óleo dietético que possui alto valor nutricional, muito usado atualmente como suplemento alimentar. Desde a antiguidade a planta é utilizada em cosmética e como secante em tintas e vernizes, devido suas propriedades emolientes e regeneradoras do tecido (PINTÃO; SILVA, 2008).



Figura 1. Flor da planta *Carthamus Tinctorius L.* Fonte: Site <http://minutoligado.com.br/mulher/corpo/oleo-cartamo-eliminacao-gordura/>



Figura 2. Sementes da planta *Carthamus Tinctorius L.* Fonte: Site <http://pedroagapito.com.sapo.pt/alimentacao.htm>

No óleo de cártamo predominam os ésteres glicerídeos de ácidos graxos insaturados (AGI) (90%); é rico em ácidos graxos essenciais, em que o ácido oleico (w-9) representa 20 a 30% e ácido linoleico (w-6), 70 a 87% na sua composição.

Além disso, o óleo de cártamo é uma fonte rica em α -tocoferóis, desempenhando assim potente ação antioxidante (EKIN, 2005; VOSOUGHKIA et al., 2011).

Por possuir valor significativo de ácido linoleico, o óleo de cártamo vem sendo alvo de estudo há décadas e sua ação vem apresentando efeito positiva tanto em estudos antigos, quanto nos atuais no que se diz respeito na redução dos níveis de colesterol total, redução de LDL-colesterol (Low Density Lipoprotein), triglicerídeos e glicose. Neschen et al. (2002), envolveu uma amostra com $n=30$, divididos em três grupos de 10, sendo um grupo controle com 17% das calorias provenientes de óleo de soja, 59% de carboidrato (CH) e 24% de proteína (PTN), e dois grupos com dietas ricas em gordura, sendo um ingerindo 59% de calorias provenientes óleo de cártamo, 23 % de CH e 18% de PTN e o outro ingerindo 59% das calorias provenientes de óleo de peixe, 23% de CH e 18% de PTN. Os resultados sugeriram que o consumo de óleo de cártamo reduz níveis de triglicerídeos por causar um aumento da proliferação de peroxissomas, o que resulta em menor síntese se triglicerídeos devido o aumento da beta-oxidação hepática.

Um estudo realizado com 24 ratos *Wistar*, divididos em quatro grupos, um controle, um diabético, um diabético tratado com extrato hidroalcoólico de *Carthamus tinctorius* (200 mg/kg) e um diabético tratado com glibenclamida (0,6 mg kg). Foi observado o efeito antidiabético do extrato hidroalcoólico de *Carthamus tinctorius*, onde ao final de seis semanas de experimento, o tratamento com extrato resultou em diminuição significativa da glicemia sanguínea, dos triglicerídeos, do colesterol total, do LDL-colesterol e do VLDL-colesterol (Very Low Density Lipoprotein), além de haver um aumento significativo na insulina (ASGARY et al., 2012).

Asp et al. (2011), realizaram um estudo com 35 mulheres obesas com diabetes tipo 2 divididas em 2 grupos, sendo que um grupo recebeu 8g de CLA e o outro 8g de óleo de cártamo, durante 16 semanas. Como resultados, o óleo de cártamo aumentou o HDL-colesterol, reduziu a hemoglobina glicada e a proteína C-reactiva, indicando efeito positivo na inflamação.

O óleo de cártamo por ser fonte de ácidos graxos poliinsaturados e antioxidantes, de acordo com os estudos supre citados, tem ação significativa na alteração do perfil lipídico, triglicerídeos e glicose sérica.

4 METODOLOGIA

4.1 ANIMAIS E DIETA

Foram utilizados 40 ratos machos da linhagem *Wistar*, provenientes do Laboratório de Nutrição Experimental (LANEX) da Unidade Acadêmica de Saúde (UAS), do Centro de Educação e Saúde (CES), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), com idade de 60 dias e peso de aproximadamente 250 ± 50 g. Os animais foram alojados no LANEX da UFCG/CES em gaiolas-metabólicas individuais, em condições-padrão: temperatura de $22 \pm 1^\circ\text{C}$, com ciclo claro-escuro (12 h; início da fase clara às 6:00 h), umidade de $\pm 65\%$, recebendo ração e água *ad libitum*. Foram adotados os protocolos e princípios éticos estabelecidos pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) do Centro de Biotecnologia (CBiotec) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), que abordam todos os cuidados com os animais durante a utilização nos experimentos. O presente trabalho foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFCG campus de Patos – PB. Todos os procedimentos realizados com os animais foram de acordo com as normas de vivissecação do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA).

Dos 40 animais foram formados quatro grupos: um grupo controle sedentário (CS), um grupo controle exercitado (CE), um grupo óleo de cártamo sedentário (OS) e um grupo óleo de cártamo exercitado (OE), sendo os grupos com óleo de cártamo os experimentais. Os grupos controles receberam água destilada diariamente durante o período de experimento e os experimentais receberam suplementação com o óleo de cártamo da marca Nature's® produtos naturais, ambos por meio de gavagem como mostra na figura 3, na dose de 1ml/100g de peso corporal.



Figura 3. Suplementação do rato com o óleo de cártamo por meio de gavagem. Fonte: Própria (2014).

4.2 PRÁTICA DO EXERCÍCIO FÍSICO

O treinamento aeróbico foi realizado em uma esteira motorizada de pequeno porte para ratos da marca Insight® com visor eletrônico digital com medição automática (figura 4), contendo 6 baias, o que permitiu que os animais se exercitassem simultaneamente e isoladamente. Todos os animais exercitados passaram inicialmente, por um período de preparação e adaptação à esteira de 5 dias consecutivos antes do experimento (Tabela 1). Após o período de adaptação, o experimento foi iniciado com o tempo de 30 minutos na velocidade de 21 (m/min), onde a cada dia o tempo continuou a ser aumentado 5 minutos por dia até atingir o tempo de 45 minutos na velocidade de 21 (m/min) que foi padronizado até o final da pesquisa. O exercício foi realizado 5 vezes por semana, no período de 4 semanas consecutivas, com a esteira na vertical, sem inclinação, sempre com início do experimento às 08:00 hs da manhã.

Tabela 1. Protocolo de corrida na esteira motorizada para ratos utilizado na pesquisa.

DIAS DE ADAPTAÇÃO	MINUTOS POR DIA	VELOCIDADE (m/min)
1	5	16
2	10	17
3	15	18
4	20	19
5	25	20
SEMANAS DE TREINAMENTO	MINUTOS POR DIA	VELOCIDADE (m/min)
1	30, 35, 40, 45	21
2	45	21
3	45	21
4	45	21



Figura 4. Esteira motorizada da marca Insight® para ratos utilizada no experimento. Fonte: Própria (2014).

4.3 COLETA DE SANGUE

Ao final do experimento, antes da coleta de sangue os animais foram submetidos a um jejum de 8 horas e em seguida anestesiados com cloridrato de quetamina e xilazina (1ml/kg de peso). Foi realizado um corte longitudinal e após a exposição do coração o sangue foi coletado através de punção cardíaca, em seguida os animais foram eutanasiados. As amostras coletadas foram colocadas em tubos de ensaio com três gotas de EDTA para evitar a coagulação, em seguida o sangue foi centrifugado a 3.000 rpm (rotações por minuto) durante 10 minutos. Após a centrifugação (figura 5), o plasma foi armazenado em *ependorf* e colocado em freezer, em temperatura de congelamento para posterior análise.



Figura 5. Centrífuga da marca Centribio® utilizada na pesquisa para separação do plasma. Fonte: Própria (2014).

4.4 DETERMINAÇÃO DA GORDURA HEPÁTICA

Após a coleta de sangue, o fígado foi retirado e armazenado em freezer para posterior análise. O método empregado para determinação da gordura total hepática (figura 6) foi o de Folch, Less e Stanley (1957), onde foram utilizadas 2g do fígado e

para a extração da gordura foi utilizada uma solução de clorofórmio e metanol na medida de 2:1, respectivamente.



Figura 6. Materiais utilizados na pesquisa para análise de determinação de gordura. Fonte: Própria (2014).

4.5 ANÁLISES BIOQUÍMICAS

Nas análises bioquímicas foram determinadas as concentrações de glicose, colesterol total, HDL-c e triglicerídeos plasmáticos. As concentrações de glicose foram identificadas pelo método enzimático colorimétrico da glicose-oxidase/peroxidase e a leitura foi realizada por meio do glicosímetro (Accu-Chek Performa®, Roche Diagnostics). A quantificação do colesterol total, HDL-c e triglicerídeos, foi dada através da utilização dos kits enzimáticos da Labtest®, demonstrada na figura 7, com leitura no espectrofotômetro com calibração da absorvância de 505 nm para triglicerídeos e 500 nm para colesterol total e HDL-c.



Figura 7. Utilização dos kits enzimáticos da Labtest® para quantificação do colesterol total, HDL-c e triglicerídeos. Fonte: Própria (2014).

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi empregado o meio de análise de variância (ANOVA) para comparação dos intergrupos dos dados e quando ocorria diferença entre os grupos, foi realizado o pós-teste de Holm-Sidak. Em todos os casos, o nível de significância considerado para rejeição da hipótese nula foi de 5% (valor $P > 0,05$). Para a realização das análises estatísticas foi utilizado o *software Sigma Stat 3.1*.

5 RESULTADOS

5.1 DETERMINAÇÃO DA GORDURA DO FÍGADO

Dos quatro grupos de animais tratados, as médias e os desvios padrões dos percentuais de gordura hepática observados foram de $2,14 \pm 0,71$ para o grupo controle sedentário, $1,79 \pm 0,79$ para o controle exercitado, $3,63 \pm 0,66$ para o óleo de cártamo sedentário e $1,99 \pm 0,29$ para o óleo de cártamo exercitado, como demonstrado na figura 1. O grupo óleo de cártamo sedentário obteve valores maiores quando comparado com os outros três grupos ($P < 0,05$).

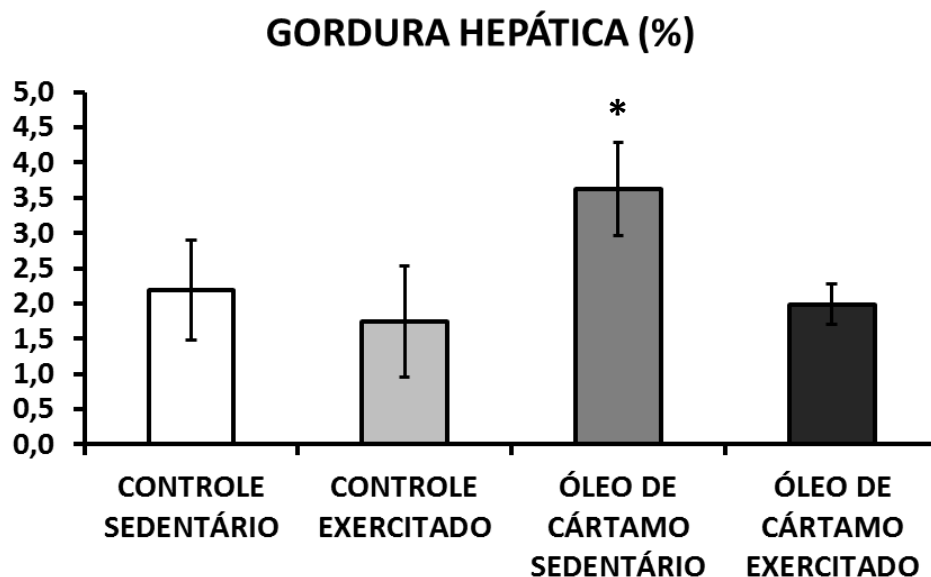


Figura 8 – Percental de gordura hepática de animais tratados com óleo de cártamo, submetidos ou não a prática de exercício físico aeróbico. N=10 por grupo. Teste estatístico realizado para comparação entre os dados Two way Anova seguido de Holm-Sidak. *=diferença significativa com relação a todos os grupos.

5.2 ANÁLISES BIOQUÍMICAS

Tratando-se das análises bioquímicas dos animais, o grupo suplementado com óleo de cártamo sedentário apresentou um aumento na concentração de colesterol total quando comparado com o grupo controle sedentário ($P < 0,05$). Analisando os triglicerídeos plasmáticos tanto o controle exercitado, como o grupo óleo de cártamo exercitado e o sedentário obtiveram valores menores do que o grupo controle sedentário ($P < 0,05$). Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros bioquímicos dos animais tratados com óleo de cártamo submetidos ou não a exercício aeróbico

GRUPOS	CT	TG	HDL	GLICOSE
CS	57,5±57,5	71,21±3,2	43,6±9,5	163,1±25,4
CE	63,3±8,34	42,51±8,3*	43,1±8,6	179±25,01
OS	78,3±13,5*	53,14±13,3*	53,14±13,4	163,5±20,8
OE	64,7±14,1	49,25±11,6*	49,25±11,7	150,8±35,2

Teste estatístico Two Way Anova seguido de Dunn. N=10 para todos os grupos. CT= Colesterol total, TG= Triglicerídeos HDL= high density lipoprotein. *=versus grupo controle sedentário.

6 DISCUSSÃO

Com relação aos valores de colesterol total e gordura no fígado dos animais sedentários tratados com lipídeos, podemos observar que estudo tratando animais com óleo de cártamo e CLA durante 69 dias (2% em ambos) observou um aumento do colesterol total no grupo cártamo, porém em nenhum dos grupos foi observado o acúmulo excessivo de gordura hepática (MARINELI, 2012). Resultado similar foi relatado em pesquisa utilizando ratos com diferentes marcas de CLA, também na concentração de 2% durante 42 dias. Nestas pesquisas, não houve diferenças significativas no conteúdo de lipídeos hepáticos totais entre os grupos (SANTOS-ZAGO; BOTELHO; OLIVEIRA, 2008) ao contrário de uma outra pesquisa onde uma dieta hiperlipídica (59%) com óleo de cártamo aumentou oito vezes mais os teores da gordura hepática comparada com os demais grupos (NESCHEN et al. 2001).

Em animais exercitados tratados com CLA (2%) associado ou não à prática de exercício, foi observado um aumento do peso relativo do fígado decorrente da suplementação com CLA no grupo sedentário, associado um aumento na glicemia de jejum nos animais, o que indica que a ingestão deste ácido graxo pode implicar em efeitos indesejáveis, como a chance aumentada para desenvolver o fígado gorduroso, além da resistência à insulina (AQUINO JR et al., 2009). Na presente pesquisa, quando os animais receberam a suplementação do óleo de cártamo e não se exercitaram, tanto o colesterol total como a gordura hepática estavam aumentados.

Em outra pesquisa, durante nove semanas, grupos de camundongos foram tratados com uma dieta hiperlipídica (35% de lipídio), normolipídica com 25,4g de óleo de cártamo, dieta suplementada com 2% de CLA, dieta suplementada com 2% de fitoesteróis e dieta CLA+fitoesteróis (2% cada). O grupo suplementado exclusivamente com CLA apresentou maior valor de colesterol total e hiperglicemia severa, quando comparados aos demais grupos. Esses dados confirmam que o consumo aumentado destes lipídeos podem induzir alterações e danos metabólicos. A manutenção no teor de glicogênio hepático associada ao aumento na glicemia pode sugerir que o fígado esteja entrando em um processo de resistência à ação da insulina, uma vez que este é o maior órgão responsável pela manutenção da homeostase glicêmica (MARQUES; DRAGANO; JUNIOR, 2012). Esta seria uma possível diferença entre os efeitos do CLA e do óleo de cártamo. No presente

estudo, os animais suplementados com óleo de cártamo não apresentaram alteração na glicemia e estes dados corroboram o estudo realizado com ratos Sprague-Dawley tratados com dietas hiperlipídicas de óleo de cártamo (59%) e óleo de peixe (59%). Quando analisado os teores de insulina, apenas o óleo de peixe induziu a redução desses níveis (NESCHEN et al., 2001). Dados contrários foram encontrados por LI et al. (2010) em ratos e por Asp et al. (2011) em mulheres, observando redução da glicemia plasmática.

Vários fatores podem influenciar a metabolização lipídica e, em meio a esses, está o fato de que indivíduos exercitados oxidam mais ácidos graxos e que uma dieta rica em lipídeos vai aumentar a oxidação destes, que podem estar atuando de maneira cumulativa por se tratar de fatores decorrentes de adaptações enzimáticas (FERNANDES et al, 2011). Estudo realizado com ratos avaliou o efeito do óleo de peixe associado ou não a exercício de nado. Observou-se uma redução do colesterol total nos grupos controle exercitados, ômega-3 sedentário e ômega-3 exercitado quando comparados com o controle. Em todos os grupos foram notadas uma redução significativa de triglicerídeos séricos (MORITZ et al., 2008). Estudo ofertando óleo de cártamo em dieta normo e hiperlipídica não obteve diferença significativa entre os grupos nas médias de glicemia, colesterol total e triglicerídeos, apesar dos grupos com adição de óleo de cártamo apresentarem valores médios de LDL inferiores aos seus controles (CAMPANELLA et al, 2014).

Quando observados os níveis de triglicerídeos séricos, tanto os grupos suplementados com óleo de cártamo (sedentário e exercitado), quanto o grupo controle exercitado apresentaram uma redução significativa quando comparados com o grupo controle sedentário. Resultado contrário foi encontrado por Franco, Campos e Demonte (2009) realizando uma pesquisa semelhante tratando ratos com uma dieta hiperlipídica com óleo de soja (17%) submetidos ou não ao nado. Foi observado que o grupo hiperlipídico exercitado apresentou uma redução no teor de triglicérides, o que não aconteceu no grupo hiperlipídico sedentário quando comparado com o controle sedentário. A redução dos níveis de triglicerídeos no grupo óleo de cártamo sedentário, observados no presente estudo, pode está relacionado com os efeitos hipotrigliceridêmicos dos AGPI, os quais se devem à redução da atividade de enzimas ligadas à síntese de ácidos graxos, como ácido graxo sintase, glicose-6-fosfato desidrogenase e lipase triacilglicerol (IRITANI et al., 1998). Pesquisa realizada tratando animais com dieta hiperlipídica contendo óleo de

cártamo, resultou em um aumento da incorporação de ácido araquidônico na membrana mitocondrial hepática, aumento da oxidação das gorduras pela mitocôndria e redução da atividade da FAS (Ácido graxo sintase) hepática (CRESCENZO et al., 2012). Esses efeitos demonstram um aumento na termogênese levando a uma redução no percentual de gordura corporal nesses animais. Porém, isso não foi suficiente para reduzir o percentual de gordura total hepática induzida pela dieta hiperlipídica, resultado este, semelhante ao que foi observado no presente estudo nos animais tratados com óleo de cártamo e sedentários.

Os presentes dados podem contribuir para a melhor compreensão dos efeitos da suplementação com o óleo de cártamo sobre o metabolismo bioquímico e da gordura hepática em animais submetidos ou não a exercício aeróbico.

7 CONCLUSÃO

Considerando os resultados obtidos na presente pesquisa, é possível concluir que a suplementação de óleo de cártamo associada ou não a exercício aeróbico não alterou de forma significativo o HDL-colesterol sérico dos animais quando comparados com os grupos não suplementados submetidos ou não a exercício aeróbico, mas reduziu os triglicerídeos quando comparados ao grupo controle sedentário, sem comprometer os níveis de glicose, conforme os parâmetros avaliados. O grupo óleo de cártamo sedentário apresentou um aumento significativo no percentual de gordura hepática e nos níveis de colesterol total, desta forma sugere-se que o consumo indiscriminado do óleo de cártamo sem atividade física, mesmo associada a uma dieta adequada pode desencadear alterações metabólicas indesejáveis como aumento no colesterol sérico e fígado gorduroso.

A presente pesquisa pode servir como subsídio para nutricionistas, principalmente da área de nutrição esportiva na prescrição de suplementos lipídicos, como o óleo de cártamo, de forma segura e sem oferecer prejuízos ao paciente.

REFERÊNCIAS

- AQUINO JUNIOR, A. E.; DOURADO, G. L. Z. S.; DUARTE, F. O.; DUARTE, A. C. G. O.; SENE-FIORESE, M. Effect of conjugated linoleic acid supplementation and swimming training on the body composition and biochemical parameters of Wistar pups. **Revista de Nutrição**, v. 22, n. 4, p. 493-502, 2009.
- ASGARY, S.; RAHIMI, P.; MAHZOUNI, P.; MADANI, H.. Antidiabetic effect of hydroalcoholic extract of *Carthamus tinctorius* L. in alloxan-induced diabetic rats. **Journal of Research in Medical Sciences: The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences**, v. 17, n. 4, p. 386, 2012.
- ASP, M. L.; COLLENE, A. L.; NORRIS, L. E.; COLE, R. M.; STOUT, M. B.; TANG, S. Y.; HSU, J. C.; BELURY, M. A.. Time-dependent effects of safflower oil to improve glycemia, inflammation and blood lipids in obese, post-menopausal women with type 2 diabetes: a randomized, double-masked, crossover study. **Clinical Nutrition**, v. 30, n. 4, p. 443-449, 2011.
- BERTULUCCI, K. N. B.; SCHEMBRI, T.; PINHEIRO, A. M. M.; NAVARRO, A. C. Consumo de suplementos alimentares por praticantes de atividade física em academias de ginástica em São Paulo. **RBNE-Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 4, n. 20, 2010.
- BONAMIGO, T.; FORTES; A. M. T.; PINTO; T. T.; GOMES; F. M.; SILVA ; J.; BUTURI; C. V. Interferência alelopática de folhas de cártamo sobre espécies oleaginosas. **Revista Biotemas**, v. 26, n. 2, p. 1-8, 2013.
- BOTELHO, A. P.; SANTOS-ZAGO, L.F.; REIS,S.M.P.M.; OLIVEIRA, A. C. A suplementação com ácido linoléico conjugado reduziu a gordura corporal em ratos Wistar; Conjugatedlinoleicacidsupplementationdecreasedthebodyfat in Wistarrats. **Revista de Nutrição**, v. 18, n. 4, p. 561-565, 2005.
- BOTEZELLI, J. D.; MOURA, R. F.; DALIA, R. A.; MOURA, L. P.; CAMBRI, L. T.; GHEZZI, A. C.; VOLTARELLI, F. A.; MELLO, M. A. R. Different exercise protocols improve metabolic syndrome markers, tissue triglycerides content and antioxidant status in rats. **Diabetol Metabolic Syndrome** v. 3, n. 35, p. 1-8, 2011.
- CABRAL, C. A. C. **Efeitos do exercício físico em cardiomiócitos de ratos desnutridos**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Ouro Preto – Ouro Preto-MG, 46 pag., 2013.
- CAMPANELLA, L. C. D. A.; SILVA, A. C.; FREYGANG, J.; DAL MAGRO, D. D. Efeito da suplementação de óleo de cártamo sobre o peso corporal, perfil lipídico, glicídico e antioxidante de ratos wistar induzidos a obesidade. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 35, n. 1, p. 141-147, 2014.
- COSTA, N. M.; RAIZEL, R.; SANTINI, E.; DOS REIS FILHO, A. D. Suplementos alimentares para o emagrecimento: eficácia questionável. **RBNE-Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 6, n. 31, 2012.

CRESCENZO, R.; BIANCO, F.; FALCONE, I.; TSALOUHIDOU, S.; YEPURI, G.; MOUGIOS, V.; DULLOO, A. G.; LIVERINI, G.; IOSSA, S. Hepatic Mitochondrial Energetics During Catch-Up Fat With High-Fat Diets Rich in Lard or Safflower Oil. **Obesity**, v. 20, n. 9, p. 1763-1772, 2012.

CUNHA, T. S.; TANNO, A. P.; MOURA, M. J. C. S.; MARCONDES, F. K. Relação entre a administração de esteróide anabólico androgênico, treinamento físico aeróbio e supercompensação do glicogênio. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 3, pag. 187-192, 2005.

DE BACKER, G.; AMBROSIONI, E.; BORCH-JOHNSEN, K.; BROTONS, C.; CIFKOVA, R.; DALLONGEVILLE, J.; WOOD, D. European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. **Atherosclerosis**, v. 173, n. 2, p. 379-389, 2004.

EKIN, Z. Resurgence of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) utilization: a global view. **Journal of Agronomy**, v. 4, n. 2, p. 83-87, 2005.

FERNANDES, S.A.T.; NATALI, A.J.; LATERZA, M.C.; TEODORO, B.G.; FRANCO, F.S.C.; PELUZIO, M.C.G. Ácido linoleico conjugado: efeitos no perfil lipídico e na composição corporal de camundongos exercitados. **Motriz**. Vol. 17. Num. 4, p. 683-690, 2011.

FERREIRA, A. L. A.; CORREA, C. R.; FREIRE, C. M. M.; MOREIRA, P. L.; BERCHIERI-RONCHI, C. B.; REIS, R. A. S.; NOGUEIRA, C. R. Síndrome metabólica: atualização de critérios diagnósticos e impacto do estresse oxidativo na patogênese. **Revista Brasileira Clínica Médica**, v. 9, n. 1, p. 54-61, 2011.

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, n. 1, pag. 497-509, 1957.

FRANCO, L. D. P.; CAMPOS, J. A. D. B.; DEMONTE, A. Teor lipídico da dieta, lipídios séricos e peso corporal em ratos exercitados. **Revista de nutrição**, v. 22, n. 3, p. 359-366, 2009.

FREITAS, M. M.; CASTRO, S. A. D. S. P.; SALOMÃO, G. A.; SILVA, M. D. P. C.; GODOY, F. M.; NAVARRO, A. C. O efeito do consumo de alimentos fonte de ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados, sobre a composição corporal e perfil lipídico sanguíneo de mulheres sedentárias e fisicamente ativas. **RBNE-Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 3, n. 16, 2009.

GONÇALVES, D. C.; LIRA, F. S.; ZANCHI, N. E.; NICASTRO, H.; PASSANHA, A.; ROSA, J. C.; JUNIOR, A. H. L.; SEELAENDER, M. C. L. Ácido Linoleico conjugado e exercício: potencial efeito sobre o metabolismo lipídico. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, v. 8, n. 1, pag. 83-96, 2009.

GONZÁLEZ-GROSS, M.; GUTIÉRREZ, A.; MESA, J.L.; RUIZ-RUIZ, J.; CASTILLO, M.J. La nutrition en la práctica deportiva: adaptación de la pirâmide nutricional a las características de la dieta del deportista. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v.51, n.4, p.321-31, 2001.

HANLEY, A. J. G.; WILLIAMS, K.; FESTA, A.; WAGENKNETCHT, L. E.; D'AGOSTINO, R. B.; HAFFNER, S. M. Liver Markers and Development of the Metabolic Syndrome The Insulin Resistance Atherosclerosis Study. **Diabetes**, v. 54, n. 11, p. 3140-3147, 2005.

IRITANI, N.; KOMIYA, M.; FUKUDA, H.; SUGIMOTO, T. Lipogenic enzyme gene expression is quickly suppressed in rats by a small amount of exogenous polyunsaturated fatty acids. **The Journal of nutrition**, v. 128, n. 6, p. 967-972, 1998.

JONES, P. J.; SENANAYAKE, V. K.; PU, S.; JENKINS, D. J.; CONNELLY, P. W.; LAMARCHE, B.; COUTURE, P.; CHAREST, A.; BARIL-GRAVEL, L.; WEST, S. G.; LIU, X.; FLEMING, J. A.; MCCREA, C.; KRIS-ETHERTON, P. M. DHA-enriched high-oleic acid canola oil improves lipid profile and lowers predicted cardiovascular disease risk in the canola oil multicenter randomized controlled trial. **The American Journal of Clinical Nutrition**, p. ajcn. 081133, 2014.

KANEHIRA, T.; TAKEKOSHI, S.; NAGATA, H.; MATSUZAKI, K.; KAMBAYASHI, Y.; OSAMURA, R. Y.; HOMMA, T. A novel and potent biological antioxidant, Kinobeaon A, from cell culture of safflower. **Life Sciences**, v. 74, n. 1, p. 87-97, 2003.

LEE, J. Y.; CHANG, E. J.; KIM, H. J.; PARK, J. H.; CHOI, S. W. Antioxidative flavonoids from leaves of *Carthamus tinctorius*. **Archives of Pharmacal Research**, v. 25, n. 3, p. 313-319, 2002.

LI, H. X.; HAN, S. Y.; WANG, X. W.; MA, X.; ZHANG, K.; WANG, L.; ZHI-ZHONG, M.; TU, P. F. Effect of the carthamins yellow from *Carthamus tinctorius* L. on hemorheological disorders of blood stasis in rats. **Food and Chemical Toxicology**, v. 47, n. 8, p. 1797-1802, 2009.

LIMA, C. S.; CALVACANTI, T.D. G. Influência da suplementação de ácido linoléico conjugado (CLA) sobre a composição corporal de homens e mulheres. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, São Paulo**, v. 2, n. 12, p. 414-423, 2008.

LOO, W. T.; CHEUNG, M. N.; CHOW, L. W. The inhibitory effect of a herbal formula comprising ginseng and *carthamus tinctorius* on breast cancer. **Life Sciences**, v. 76, n. 2, p. 191-200, 2004.

MARINELI, R. S. **Avaliação dos efeitos do ácido linoléico conjugado (CLA), dos fitosteróis e de sua combinação na regulação de parâmetros bioquímicos, oxidativos e na composição corporal de ratos Sprague Dawley**. 2012. 117 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

MARQUES, A. C.; DRAGANO, N. R. V.; JUNIOR, M. R. M. Redução do peso e da glicemia resultante da suplementação de ácido linoleico conjugado e fitosteróis à dieta hiperlipídica de camundongos; Weight and blood glucose reduction resulting from conjugated linoleic acid and phytosterol supplementation on hyperlipidic diets of mice. **Ciência rural** v. 42, n. 2, p. 374-380, 2012.

MEILHAC, O.; RAMACHANDRAN, S.; CHIANG, K.; SANTANAM, N.; PARTHASARATHY, S. Role of arterial wall antioxidant defense in beneficial effects of exercise on atherosclerosis in mice. **Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology**. v. 21, n. 10, p. 1681-1688, 2001.

MORITZ, B.; WAZLAWIK, E.; MINATTI, J.; MIRANDA, R. C. D. D. Interferência dos ácidos graxos ômega-3 nos lipídeos sanguíneos de ratos submetidos ao exercício de natação. **Revista de Nutrição**, v. 21, n. 6, p. 659-669, 2008.

MÜNDEL, H. H.; BLACKSHOW, R. E.; BYERS, J. R.; HUANG, H. C.; JOHNSON, D. L.; KEON, R. **Safflower Production on the Canadian Prairies**. Lethbridge, Canada., pag.36, 2004.

NESCHEN, S.; MOORE, I.; REGITTNIG, W.; YU, C. L.; WANG, Y.; PYPAERT, M.; SHULMAN, G. Contrasting effects of fish oil and safflower oil on hepatic peroxisomal and tissue lipid content. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, v. 282, n. 2, p. E395-E401, 2001.

NORRIS, L. E.; COLLENE, A. L.; ASP, M. L.; HSU, J. C.; LIU, L. F.; RICHARDSON, J. R.; BELURY, M. A. Comparison of dietary conjugated linoleic acid with safflower oil on body composition in obese postmenopausal women with type 2 diabetes mellitus. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 90, n. 3, p. 468-476, 2009.

OBREGÓN, A. M.; VALENZUELA, A. Ácido linoleico conjugado (ALC), metabolismo de lípidos y enfermedad cardiovascular. **Revista Chilena de Nutrición**, v. 36, n. 3, p. 258-268, 2009.

OLIVEIRA, A. M. A. D.; CERQUEIRA, E. M.; SOUZA, J. D. S.; OLIVEIRA, A. C. D. Sobrepeso e obesidade infantil: influência de fatores biológicos e ambientais em Feira de Santana, BA. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 47, n. 2, p. 144-150, 2003.

OLIVEIRA, G. G. **Trichoderma spp. no crescimento vegetal e no biocontrole de Sclerotinia sclerotiorum e de patógenos em sementes de cártamo (Carthamus tinctorius)**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, RS, 80 pag., 2007.

PITANGA F. J. G. **Teste, Medidas e Avaliação Física em Educação Física e Esportes**. 4ª ed. São Paulo: Phorte Editora, pag. 202, 2008.

PINTÃO, A. M.; SILVA, I. F. A Verdade sobre o açafraão. **WORKSHOP PLANTAS MEDICINAIS E FITOTERAPÊUTICAS NOS TRÓPICOS**. 19 pag., 2008.

- QUILES, J. L.; HUERTAS, J. R.; OCHOA, J. J.; BATTINO, M.; MATAIX, J.; MAÑAS, M. Dietary fat (virgin olive oil or sunflower oil) and physical training interactions on blood lipids in the rat. **Nutrition**. v.19, n. 4, p. 363-368, 2003.
- SANTOS-ZAGO, L.F.; BOTELHO, A. P.; OLIVEIRA, A. C. D. Os efeitos do ácido linoleico conjugado no metabolismo animal: avanço das pesquisas e perspectivas para o futuro. **Revista de Nutrição**, v.21, n.2, p.195-221, 2008.
- SASAKI, C. A. L.; SANTOS; J. O.; NOGUEIRA; J. A. D.; FONTANA; K. E.; OLIVEIRA; R. J. Effect of oral supplementation with conjugated linoleic acid associated with exercise on body fat of rats. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 24, n. 1, p. 103-109, 2013.
- TEODORO, B. G.; NATALIA, J.; FERNANDES,S. A. T.; PELUZIO, M. C. G. A influência da intensidade do exercício físico aeróbio no processo aterosclerótico; The aerobic physical exercise intensity influence on the atherosclerotic process. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 16, n. 5, p. 382-387, 2010.
- VOSOUGHKIA, M.; GHAREAGHAG, L. H.; GHAVAMI, M.; GHARACHORLOO, M.; DELKHOSH, B. Evaluation of Oil Content and Fatty Acid Composition in Seeds of Different Genotypes of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **International Journal of Agricultural Science and Research**,v.2, n.1, p.60-66, 2011.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Global atlas on cardiovascular disease prevention and control**. 2011. Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241564373_eng.pdf> Acesso em: 15 abril. 2014.