

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE

UNIDADE ACADÊMICA DE SAÚDE

CURSO DE BACHARELADO EM NUTRIÇÃO

JOSUÉ DIAS DE ARAÚJO JÚNIOR

**EFEITOS DO ÓLEO DE AVESTRUZ SOBRE PARÂMETROS
FÍSICOS E BIOQUÍMICOS:** estudo realizado com ratos
tratados durante a fase inicial da vida

Cuité/PB

2015

JOSUÉ DIAS DE ARAÚJO JÚNIOR

**EFEITOS DO ÓLEO DE AVESTRUZ SOBRE PARÂMETROS FÍSICOS E
BIOQUÍMICOS:** estudo realizado com ratos tratados durante a fase inicial da vida

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Unidade Acadêmica de Saúde da Universidade Federal de Campina Grande como requisito obrigatório 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

Orientador (a): Prof.^a Dr.^a Juliana Késsia Barbosa Soares.

Cuité/PB

2015

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

A663e Araújo Júnior, Josué Dias de.

Efeitos do óleo de avestruz sobre parâmetros físicos e bioquímicos: estudo realizado com ratos durante a fase inicial de vida. / Josué Dias de Araújo Júnior. – Cuité: CES, 2015.

46 fl.

Monografia (Curso de Graduação em Nutrição) – Centro de Educação e Saúde / UFCG, 2015.

Orientadora: Juliana Késsia Barbosa Soares.

1. Dietoterapia. 2. Óleo de avestruz. 3. Dieta – parâmetros físicos e químicos. I. Título.

CDU 615.874.2

JOSUÉ DIAS DE ARAÚJO JÚNIOR

EFEITOS DO ÓLEO DE AVESTRUZ SOBRE PARÂMETROS FÍSICOS E
BIOQUÍMICOS: estudo realizado com ratos tratados durante a fase inicial da vida

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
Orientador

Prof.^a Mestre Raphaela Araújo Veloso Rodrigues

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

Mestranda Jessica Lima de Moraes

Universidade Federal da Paraíba – Programa de Pós Graduação em Ciências e
Tecnologia em Alimentos

Examinador

Cuité/PB

2015

Aos meus pais, **Josué Dias de Araújo e Ednalva dos Santo Araújo**, pelo amor e carinho e por serem meu porto seguro.

A minha querida esposa **Maria Girliane de Macêdo** e a minha filha **Sofia Gabrielly Dias de Macedo**, que são minha fonte de inspiração e de alegria.

Vocês foram essenciais para eu alcançar esse objetivo

Amo vocês.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus por iluminar e guiar os meus passos permitindo que tudo isso acontecesse e por ter me dado forças para superar as dificuldades.

Aos meus pais, **Josué Dias de Araújo e Ednalva dos Santos Araújo** que me deram a vida e me ensinaram a vive-la com dignidade, honestidade, respeito, e por todo amor, carinho, incentivo e apoio incondicional que me disponibilizaram. Amo Vocês!

A minha esposa, **Maria Girliane de Macêdo**, pelos momentos em que chorei diante das dificuldades, você veio com o seu jeito carinhoso e meigo me beijando e me fazendo sorrir, pelos momentos em que perdi a paciência, você veio com palavras amenas e doces e me acalmou, pelos momentos de alegria, que dividiu comigo. Obrigado, meu amor! Obrigado por existir na minha vida e fazer parte dela! Eu te amo!

Aos meus irmãos, **Jacksonildo dos Santos Araújo e Maria de Lourdes dos Santos**, pelo companheirismo, amor, carinho e incentivo. Amo Vocês!

Aos meus cunhados, **Hélio, Ramana, Liliane e Lidiane**, pelo incentivo, muito obrigado.

A minha orientadora Prof.^a Dr.^a. **Juliana Késsia Barbosa Soares**, por ter me orientado sempre com muita paciência e dedicação, pelos ensinamentos e confiança durante esse período, sua simplicidade, paciência e sabedoria contribuíram para o meu aprendizado acadêmico. Agradeço por sua orientação, amizade e dedicação. Quem te vê, não te conhece! Mas, quem te enxerga, te admira!

Á professora Mestre **Mayara Queiroga Barbosa**, pelas importantes contribuições para a construção de parte deste trabalho.

A Prof.^a Dr.^a. **Michelle Cristine Medeiros da Silva**, que me guiou nos primeiros pa do projeto com muita dedicação e paciência.

A todos os meus colegas da graduação, em especial a **David Ryan, Fabiana Dias, Izadora Sousa, Nizabete Targino e Vildete Macedo** por todos os anos de convivência, amizade e pelos os momentos de descontração, risadas, brincadeiras e afins. Foi muito gratificante ter vocês do meu lado durante esse tempo!

Aos alunos da presente pesquisa, **Martiniano Lima, Marcia Heloisa, Iara Gomes, Lenyelle Fernandes e Valquíria Lima**, pela disponibilidade, vontade de aprender juntos, pelo convívio e amizade, muito obrigado a todos.

Ao pessoal do Laboratório Experimental de Nutrição (LANEX), pela ajuda nos experimentos, pelas descontrações, risadas, brincadeiras e aprendizado que foi sem dúvida muito gratificante. Em especial aos colegas **Iohrana Braz, Rita de Cassia, Thaíla Miranda e Jaciel Galdino** que foram essenciais, agradeço muito.

A todos os professores da graduação, pela competência, carinho e humildade que sempre tiveram com os alunos.

Enfim a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização desse trabalho, meus sinceros agradecimentos.

“Deus nos fez perfeitos e não escolhe os capacitados, capacita os escolhidos. Fazer ou não fazer algo, só depende de nossa vontade e perseverança”.

Albert Einstein

RESUMO

JUNIOR, J. D. A. **EFEITOS DO ÓLEO DE AVESTRUZ SOBRE PARÂMETROS FÍSICOS E BIOQUÍMICOS**: estudo realizado com ratos tratados durante a fase inicial da vida. 2015. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Nutrição) - Universidade Federal de Campina Grande – Centro de Educação e Saúde, Cuité, 2015.

Em virtude da crescente procura por alimentos mais saudáveis, surge recentemente no mercado nacional o óleo de avestruz contendo na sua composição ômega 3, 6, 7 e 9. Sabe-se que inúmeras dietas com altos teores de gorduras e tipos diferentes estão relacionadas com a obesidade e distúrbios metabólicos. Objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos nos animais tratados com o óleo de avestruz durante a fase inicial da vida (gestação e lactação) sobre parâmetros físicos e bioquímicos. Ratas fêmeas Wistar foram utilizadas para obtenção dos filhotes e tratadas durante a gestação e lactação. Os descendentes foram divididos em três grupos: grupo controle (C) com dieta contendo 7% de óleo de soja, grupo normolipídico (NL) com dieta contendo 7% de óleo de avestruz e grupo hiperlipídico (HL) com dieta contendo 14 % de óleo de avestruz. Todos os grupos continham 12 animais. Depois do desmame os descendentes foram alimentados com ração e água *ad libitum* até a vida adulta. O peso corporal foi avaliado semanalmente. Após 60 dias de experimento os animais foram anestesiados e foi medido o comprimento corporal, a circunferência abdominal, torácica e o índice de massa corporal. Em seguida retirou e quantificou-se a gordura abdominal e epididimal. O fígado foi retirado para análise de gordura total. O sangue foi coletado por punção cardíaca e o plasma utilizado para quantificar colesterol total, HDL e triglicérides. A glicose plasmática foi medida utilizando glicosímetro. Os resultados demonstraram que o grupo NL obteve maior valor de peso corporal na 3^o, 4^o, e 5^o semana após o desmame comparado com o grupo C e na 1^o, 2^o e 3^o semana após o desmame comparado com o grupo HL ($p < 0,05$). Os grupos NL e HL apresentaram menor comprimento de corpo comparados com o grupo C ($p < 0,05$). Quanto aos parâmetros bioquímicos o grupo HL apresentou maior percentual de glicemia e triglicérides comparado com os demais grupo ($p < 0,05$). Com relação a gordura hepática e abdominal os grupos NL e HL apresentaram valores maiores comparado com o grupo C ($p < 0,05$). Em conclusão os resultados mostram que a dieta

materna rica em óleo de avestruz induz aumento de gordura corporal e glicemia plasmática nos descendentes, podendo continuar durante toda a vida do mesmo, aumentando o risco de desenvolver síndrome metabólica.

Palavras-chave: Óleo de avestruz. Gestação e Lactação. Dieta. Parâmetros físicos e bioquímicos.

ABSTRACT

JUNIOR, JDA. EFFECTS OF THE OSTRICH OIL ON PHYSICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS: study with rats treated during early life. 2015. 46 f. Work Completion of course (Bachelor Degree in Nutrition) - Federal University of Campina Grande - UAS, Cuité, 2015.

Due to the growing demand for healthier foods, recently arises in the domestic market identified that ostrich oil containing in its composition omegas 3, 6, 7 and 9. It is known that diets with high levels of fats and different types are related with obesity and metabolic disorders. The objective of this study was to evaluate the effects in animals treated with ostrich oil during the initial stage of life (pregnancy and lactation) on physical and biochemical parameters. Female Wistar rats were used to obtain the puppies and treated during pregnancy and lactation. The offspring were divided into three groups: control group (C) with a diet containing 7% soybean oil, normolipídico group (NL) with diet containing 7% of ostrich oil and hyperlipidic group (HL) with diet containing 14% of oil ostrich. All groups contained 12 animals. After weaning the offspring were fed with food and water *ad libitum* until reach adulthood age. Body weight was measured weekly. After 60 days of the experiment the animals were anesthetized and measured the body length, abdominal and thoracic circumference, and body mass index. The quantitated of epididymal and abdominal fat were measured. The liver was removed for analysis of total fat. Blood was collected by cardiac puncture and the plasma used to measure total cholesterol, HDL and triglyceride. Plasma glucose was measured using a glucometer. The results demonstrated that NL group had higher body weight value in the 3rd, 4th, and 5th week after weaning compared to the C group and the 1st, 2nd and 3rd weeks after the weaning compared with the group HL ($p < 0.05$). NL and HL groups had lower body length compared with C group ($p < 0.05$). The HL group showed higher percentage of glucose and triglycerides compared to the other group ($p < 0.05$). Regarding the liver and abdominal fat NL and HL groups showed higher values compared to the C group ($p < 0.05$). In conclusion data shown that the maternal diet rich in ostrich oil induces an increase in body fat and plasma glucose in the offspring what may continue throughout the life of the same, increasing the risk of developing metabolic syndrome.

Keywords: ostrich oil. Pregnancy and lactation. Diet. Physical and biochemical parameters.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Organograma dos procedimentos experimentais.....	26
Figura 2 - Balança digital utilizada para aferir o peso corporal dos animais....	27
Figura 3 - Circunferência torácica sendo aferida utilizando fita métrica.....	28
Figura 4 - Circunferência abdominal sendo aferida utilizando fita métrica.....	28
Figura 5 - Comprimento do animal sendo aferido utilizando fita métrica.....	29
Figura 6 - Peso corporal de animais cujas mães foram tratadas com óleo de avestruz durante a gestação e lactação.....	31
Figura 7 - Parâmetros bioquímicos da prole de ratas tratadas com óleo de avestruz durante a gestação e lactação.....	32
Figura 8 - Percentuais de gordura de animais tratados durante a gestação e lactação com óleo de avestruz.....	33

LISTA DE TABELAS E QUADRO

Tabela 1 - Composição do óleo de avestruz.....	19
Tabela 2 - Parâmetros físicos de animais cujas as mães foram tratadas com óleo de avestruz durante a gestação.....	32

LISTA DE ABREVIATUA E SIGLAS

AG - Ácidos graxos

TAGS – Triglicerois

PUFAS - Ácidos graxos polinsaturados

MUFA - Ácidos graxos monoinsaturados

ALA - Ácido alfa linolênico

LA - Ácido linoléico

AO - Ácido oléico

LDL - Lipoproteínas de baixa densidade

EPA - Ácido eicosapentaenoico

DHA - Ácido docosahexaenóico

AA - Ácido araquidônico

IMC - Índice de massa corpórea

LANEX - Laboratório de Nutrição Experimental

LABROM - Laboratório de Bromatologia

CES - Centro de Educação e Saúde

UFMG - Universidade Federal de Campina Grande

CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais

UFPE - Universidade Federal do Pernambuco

CT - Circunferência Torácica

CA - Circunferência Abdominal

GA - Gordura Abdominal

C - Controle sedentário

NL - Dieta normolipídica

HL - Dieta hiperlipídica

ANOVA – Análise de variância

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	17
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO	18
3.1	ÓLEO DE AVESTRUZ	18
3.2	ÁCIDO GRAXOS	20
3.2.1	Ômega 3	20
3.2.2	Ômega 6	21
3.2.3	Ômega 7	22
3.2.4	Ômega 9	23
3.3	PROGRAMAÇÃO FETAL	23
4	METODOLOGIA	25
4.1	ANIMAIS E DIETA	25
4.2	LOCAL DE EXECURÇÃO	26
4.3	PESO CORPORAL	26
4.4	AVALIAÇÃO MURINOMÉTRICA	27
4.5	COLETA DE SANGUE E DETERMINAÇÃO DO PERFIL BIOQUÍMICO	29
4.5.1	Determinação da gordura hepática	29
4.6	ANÁLISE ESTISTÍCA	30
4.7	PROCEDIMENTOS ÉTICOS	30
5	RESULTADOS	31
5.1	PESO CORPORAL	31
5.2	AVALIAÇÃO MURINOMÉTRICA	31
5.3	PARÂMETROS BIOQUÍMICOS	32
5.4	DETERMINAÇÃO DA GORDURA HEPÁTICA	33
6	DISCUSSÃO	34
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
	REFERÊNCIAS	37
	ANEXOS	44

1 INTRODUÇÃO

O avestruz (*Struthio camelus*) é uma ave corredora que não tem a capacidade de voar. Esta ave é muito utilizada como fonte de alimentos em muitos países como Estados Unidos, Austrália, África do Sul, China, Israel e Espanha por apresentar em sua carne características organolépticas semelhantes a de bovinos, porém em relação a teores de colesterol e gordura apresenta valores baixos (HOFFMAN et al., 2005; BALOG et al., 2008).

Entre os principais produtos oriundos do avestruz destaca-se o óleo que contém ômega 9 (oleico), ômega 7 (ácido palmitoleico), ômega 6 (ácido linoleico), ômega 3 (linolênico) e vitaminas (HOFFMAN et al., 2005). O óleo extraído da gordura abdominal e das costas do avestruz são combinações complexas de lipídeos que apresentam triacilgliceróis (TAGs) como principais componentes, os quais são considerados uma importante fonte de ácidos graxos de cadeia curta na dieta humana, principalmente os ácidos graxos essenciais (ômega 3 e 6) necessários para a biossíntese de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa, componentes de membranas de células no corpo humano e animal (ZHOU et al., 2013).

O óleo extraído da gordura da família das ratitas (avestruz, ema e emu) é amplamente utilizado na indústria de cosmético (AMANY; SHAKER; SHEREEN, 2011; PALANISAMY et al., 2011) e farmacêutica (PALANISAMY et al., 2011; GAVANJI; LARKI; TARAGHIAN, 2013) por possuir importantes propriedades medicinais. No Brasil algumas indústrias já estão produzindo o óleo de avestruz que se encontra no mercado na forma de cosméticos e de alimentos.

Recentemente, os padrões dietéticos sofreram diversas transformações, sendo a mais recorrente a mudança no tipo de gordura consumida. Por esse motivo diversos estudos vem analisando inúmeras dietas ricas em gorduras ofertadas a ratas no período de gestação (SRINIVASAN et al., 2006; MITRA et al., 2009; GE et al., 2013) e lactação (SIEMELINK et al., 2002; KHAN et al., 2005; SABEN et al., 2014) afim de descobrirem os efeitos que essas dietas podem ocasionar a mãe ou a prole. Neste aspecto um estudo com ratas Wistar alimentadas com dieta rica em gordura, sugeriu que as alterações ambientais nos períodos pré e pós-natal podem restabelecer o desenvolvimento intrauterino, provocando a obesidade e distúrbios cardiovasculares e metabólicos na prole com idade adulta, como glicose sérica

aumentada, hiperinsulinemia, hiperleptinemia, maior adiposidade e hipertrofia ventricular esquerda (PARENTE; AGUILA; MANDARIM-DE-LACERDA, 2008). Outros trabalhos que estudaram os efeitos de uma dieta com alto teor de gordura e tipos diferentes revelam que não só a quantidade, mas também o tipo de gordura existente nas dietas influenciam o peso ganho e a sensibilidade a insulina. A oferta de dieta rica em óleo de peixe a ratas durante a gestação e lactação resultaram em menor peso e menor resistência à insulina da prole quando comparados com ratos, cuja as mães receberam dieta a base de óleo de palma e de soja no mesmo período (PELLIZZON et al., 2002; JEN et al., 2003).

Diante de uma busca constante por uma alimentação saudável, os efeitos do consumo de óleos precisam ser investigados, principalmente em organismos em desenvolvimento. Devido à escassez de pesquisas que utilizam o óleo de avestruz, com o presente trabalho objetivou-se avaliar os efeitos nos animais tratados com este óleo durante a fase inicial da vida (gestação e lactação) sobre parâmetros físicos e bioquímicos da prole.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos dos animais tratados com óleo de avestruz na fase inicial da vida (gestação e lactação) sobre parâmetros físicos e bioquímicos da prole.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar alterações em parâmetros murinométricos da prole;
- Aferir o ganho de peso semanal;
- Avaliar a gordura abdominal e epidídimal;
- Analisar níveis glicêmicos, triglicerídeos, colesterol total e LDL aos 60 dias de vida;
- Aferir o teor de gordura hepática.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 ÓLEO DE AVESTRUZ

O avestruz é uma ave nativa da África que tem asas atrofiadas e corpo pesado. É considerada a maior ave do mundo com altura média do chão até a cabeça, variando de 2,0 a 2,5m (PIGEM, 2001), e em seu habitat natural ela se alimenta principalmente de gramíneas, folha novas e ramos de arbustos e de arvores (ANGEL, 1996). A exploração comercial do avestruz foi inicialmente desenvolvida na África do Sul no ano 1963, tendo como principal propósito, a produção de plumas (NASCIMENTO, 2011), e aos poucos a estrutuicultura (criação de avestruz) foi se espalhando para outros países, tais como Egito, Estados Unidos, Nova Zelândia, Austrália.

No Brasil as primeiras aves foram introduzidas por volta dos anos noventa, como uma nova alternativa pecuária, devido a sua grande produtividade, rusticidade e por não demandar grandes extensões de terra para sua criação (NASCIMENTO, 2011). Além disso um dos fatores pelo qual a estrutuicultura vem despertando cada vez mais interesse no mercado é a enorme variedade de produtos derivados que podem ser comercializados a partir da ave (ALMEIDA; BARROS, 2007). Os produtos que podem ser obtidos da criação do avestruz são: carne, couro, pluma, ovos e gordura (óleo).

O óleo extraído das costas e abdômen de ratitas (avestruz, ema e meu) é muito valioso no ramo da indústria, cosméticos e nutrição (ZHOU et al., 2013). Segundo Amany (2011) o óleo do avestruz é considerado um hidratante natural e analgésico, sendo usado em cuidados com a pele e produtos de beleza para o corpo, unhas e cabelos; em produtos para animais é utilizado para reduzir a coceira na pele de picadas de pulgas e, combinado com outros ingredientes, para aliviar a dor. A indústria de alimentos também utiliza a gordura do avestruz como ingrediente de produtos para os seres humanos e animais, principalmente cães e gatos (GAVANJI; LARKI; TARAGHIAN, 2013). Apesar de já estar em condições de industrialização e exportação, este ramo da produção ainda é pouco explorado pelos produtores de avestruz do Brasil.

Segundo Palanisamy et al (2011), o óleo de avestruz tem sido utilizado há séculos por culturas antigas para o alívio tóxico da pele seca, queimaduras solares,

lábios rachados, dor muscular, crescimento do cabelo, cabelo seco, escaras, linhas finas e rugas, para amaciar calcanhares rachados e para pequenos cortes e arranhões.

A gordura encontrada no corpo do avestruz está armazenada principalmente em locais como o abdômen, o peito e as costas do animal (SALES et al., 1999, apud GAVANJI; LARKI; TARAGHIAN, 2013). Além disso Horbanczuk et al (2003) divulgou o teor de colesterol e perfil de ácidos graxos da gordura do peito proveniente de fêmeas de avestruz com cinco anos de idade.

Os ácidos graxos (AG) representam o componente principal do óleo de avestruz, com um teor de lipídios de 98,8% para tecido adiposo subcutâneo, e 98,0% para o tecido adiposo retroperitoneal, com aproximadamente 42% de ácido oleico, 21 % de ácido linoleico, e 21% de ácido palmítico, com níveis inferiores de outro ácidos graxos, incluindo 1% de a-linolênico ácido (Tabela 1) e também contém níveis variáveis de compostos, incluindo carotenoides, flavonas, polifenóis, tocoferol e fosfolipídios na fracção nontriglyceride, os quais podem apresentar os benefícios terapêuticos incluindo propriedades antioxidantes (GAVANJI; LARKI; TARAGHIAN, 2013).

Tabela 1- Composição do óleo de avestruz

Número de carbonos	Ácidos graxos	Composição de ácidos graxos (%)
C 14:0	Ácido místico	0.92
C 15:0	Ácido pentadecanóico	0.24
C 16:0	Palmítico	22.60
C 16:1-omega 7	Ácido palmitoleico	8.75
C 17:0	Ácido heptadecanóico	0.35
C 18:0	Ácido esteárico	3.68
C 18:1-omega 9	Ácido oleico	34.80
C 18:2-omega 6	Ácido linoleico	19.27
C 18:3-omega 3	Ácido linolênico	11.18
C 20:0	Ácido araquidônico	0.12
C 20:1	Ácido eicosanóico	0.21

Fonte: Gavanji, 2013

3.2 ÁCIDOS GRAXOS

Os componentes lipídicos, principalmente os ácidos graxos, estão presentes nas mais diversas formas de vida, constituindo as estruturas das membranas celulares, realizando funções energéticas e de reserva metabólicas, além de formarem hormônios e sais biliares.

Um ácido graxo consiste em uma série de átomos de carbono, unidos aos outros por ligações simples (saturado) ou duplas (insaturados) e a átomos de hidrogênio, apresentando cadeias com diferentes tamanho, que pode varia de 12 a 26 ligações de carbonos (NELSON; COX, 2006). Assim os ácidos graxos são nomeados em forma abreviada de acordo com suas estruturas químicas e classificados em saturado e insaturado.

Os ácido graxos são classificados com base no número de duplas ligações. Denominados mono ou poli-insaturados, eles pertencem a diferentes famílias ou séries, dependendo da localização da primeira insaturação, definidas pela localização da primeira dupla ligação na cadeia de carbono a partir do terminal metila, identificada pela letra ω . (MARTINS et al., 2008). Logo, esses ácidos graxos são classificados em família ou série ω -3, ω -6, ω -7 e - ω 9, no qual os dois primeiros são considerados polinsaturados, e os dois últimos monoinsaturado.

3.2.1 Ômega 3

Os ácidos graxos ômega 3 têm sido amplamente estudados desde 1985 e foram apresentados para desempenhar um papel importante no crescimento, desenvolvimento, na saúde e na doença (SIMOPOULOS, 1991). Esses ácidos graxos são assim denominados por possuírem sua primeira dupla ligação no carbono 3 a partir do radical metil do ácido graxo.

Os principais ácidos graxos da família ômega 3 são o alfa-linolênico (ALA), eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA). Os primeiros estudos sobre o metabolismo dos ácidos graxos ômega 3 eclodiu na década de 70, quando foi observado que esquimós da Groenlândia apresentavam baixa incidência de doença coronariana, maior tempo de sangramento e menor concentração de lipídeos e lipoproteínas plasmáticas, decorrente de fatores ambientais, provavelmente de acordo com o consumo de peixe e hábitos alimentares diário daquela população e não a

fatores genéticos (LOTTENBERG, 2009). O ômega 3 é encontrado em grande quantidade nos óleos de peixes marinhos, como sardinha, salmão, atum, arenque, anchova, entre outros (peixes que vivem em águas profundas e frias), e também em algas marinhas e nos óleos e sementes de alguns vegetais, como a linhaça e a canola, por exemplo.

A maioria das dietas ocidentais são deficientes em ômega-3 ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs) e abundante em ômega-6 PUFAs. As Pesquisas nutricionais atuais mostram que uma dieta rica em ômega-3 oferece benefícios para a saúde e propriedades anti-inflamatórias (HOOIJMANS et al., 2012). O EPA é muito importante na prevenção de doenças cardiovasculares e o DHA é considerado essencial para o desenvolvimento do cérebro e do sistema visual, relacionados a saúde materno-infantil (ZAMBOM; SANTOS; MODESTO, 2004), sendo este último predominante na maioria das membranas celulares. Na retina o DHA encontra-se ligado aos fosfolipídios que estão associados à rodopsina, uma proteína que interage no processo de absorção da luz (MARTIN et al., 2006). A redução dos níveis desse ácido graxo nos tecidos da retina tem sido relacionado, com anormalidades no desenvolvimento do sistema visual em recém-nascidos, e em adultos, com a diminuição da acuidade visual (SANGIOVANNI; CHEW, 2005).

As dietas com o ácido ômega 3 atuam evitando doenças cardíacas através de uma variedade de ações como a prevenção de arritmias, geração de prostanoídes e leucotrienos com ações anti-inflamatórias, inibição da síntese de citocinas, que aumentam a inflamação e favorecem a formação de plaquetas (UAUY; VALENZUELA, 2000).

3.2.2 Ômega 6

No grupo dos ácidos graxos poliinsaturados encontra-se o ômega 6 sendo encontrado principalmente em azeites vegetais (girassol, milho, soja, etc.) e em alimentos que os contenham, como as conservas em azeite, entre outros. O ácido linoléico é convertido no organismo em outro ácido graxo da família ômega-6, denominado “ácido gama-linoléico”, sendo, posteriormente, transformado no organismo no ácido graxo araquidônico. (NELSON; COX, 2006).

O ácido linoléico (LA 18:2 n-6) é reconhecido como nutriente essencial há bastante tempo. O ácido araquidônico (AA 20:4 n-6) é obtido através da dieta ou pela

conversão do LA. Encontrado em grande quantidade nos fosfolipídios das membranas celulares o AA desempenha um papel interessante no sistema imunológico, dando origem a mediadores inflamatórios como os eicosanóides (prostaglandinas, tromboxanos e leucotrienos) (ELIAS; INNIS, 2001; MARSZALEK; LODISH, 2005) e é importante no segundo mensageiro e vias de sinalização celular, e em divisão celular (ELIAS; INNIS, 2001).

O AA está intimamente relacionado com o desenvolvimento do cérebro e da retina durante o período gestacional e os primeiros anos de vida (MARTIN et al., 2006), e presente no leite materno é essencial para o desenvolvimento do bebê, visto que a atividade de conversão de LA para AA é reduzida em crianças que mamam (FLEITH; CLANDININ, 2005).

A suplementação com AA destinado a idosos chamou a atenção, uma vez que a conversão de LA para AA declina com a idade (MANIONGUL et al., 1993) e a suplementação melhora a resposta cognitiva (ISHIKURA et al., 2009).

Segundo Back (2009) os leucotrienos derivados de AA têm sido associados com o desenvolvimento da aterosclerose, inflamação vascular e posteriormente degeneração da matriz.

3.2.3 Ômega 7

O ácido palmitoleico (C16:1 n-7) é um ácido graxo monoinsaturado encontrado em abundância nas plantas e fontes marinhas (YANG; KALLIO, 2001; OZOGUL et al., 2009). Em estudos experimentais realizados com animais e seres humanos, a suplementação de dietas ricas em ômega 7 promoveu um melhor perfil lipídico circulante (GARG; BLAKE; WILLS, 2003; GRIEL et al., 2008; MATTHAN et al., 2009), e também impede a apoptose das células beta induzida por ácidos graxos saturados ou de glicose (MORGAN et al., 2008).

Segundo Cao et al., (2008) o ácido palmitoléico tem a capacidade de regular os hormônios de lipídeos derivados de tecido adiposo que estimula ação da insulina muscular, além de suprimir hepatosteatoses em ratos deficientes em proteína de ligação de ácido graxos. Além disso os estudos sobre os efeitos da suplementação desse ácido graxo em modelos animais diabéticos são limitados.

Para Yang (2011) em seus estudos com ratos, o ácido palmitoleico afeta positivamente a hiperglicemia, hipertrigliceridemia, e resistência à insulina em ratos

espontaneamente diabéticos, contribuindo para um melhor controle glicêmico e aumentando o transporte de glicose para as células musculares esqueléticas.

3.2.4 Ômega 9

Os ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) estão quimicamente classificados como ácidos graxos que contêm uma única ligação dupla. O ácido oléico (18: 1, n-9) é um ácido graxo monoinsaturado de cadeia longa que possui 18 carbonos na sua estrutura e uma dupla ligação entre os carbonos e além de ser considerado um ácido graxo insaturado ele pode se sintetizado pelos animais mamíferos e pelo ser humano (MOREIRA; CURI; MANCINI-FILHO, 2002).

O ácido oléico (*cis* C18: 1n-9) compreende mais de 90% de MUFA em alimentos que são ricos em MUFA, como os óleos de girassol, cártamo, canola e azeite de oliva, derivados de vegetais, obtidos a partir de qualquer culturas naturais ou geneticamente modificadas de sementes oleaginosas, são as mais ricas fontes de MUFA, seguido de nozes (e gorduras spread ou óleos derivados deles), e de produtos de origem animal como a carne moída, toucinho, manteiga e ovo (ROS, 2003).

Os ácidos graxos monoinsaturados (MUFAs), tais como o ácido oleico (AO) presente na dieta mediterrânea principalmente o azeite são conhecidos por provocar efeitos metabólicos positivos (GLLINGHAM; HARRIS-JANZ; JONES, 2011). Assim as evidências científicas recomendam o consumo desses ácidos graxos na dieta, revelando que eles podem reduzir os efeitos dos principais fatores de risco que levam a síndrome metabólica (GARG, 1998; ROS, 2003).

3.3 PROGRAMAÇÃO FETAL

O termo programação fetal é um fenômeno pelo qual um estímulo ou insulto suportado durante um período crítico do desenvolvimento (gestação e/ou lactação) resulta em alterações metabólicas, fisiológicas e morfológicas permanentes (LUCAS, 1991 apud LEANDRO et al., 2009). Suas alterações ao longo do tempo são consideradas irreparáveis e irreversíveis, sendo notadas na vida adulta (BARKER, 1995).

Os primeiros estudos desse fenômeno resulta de observações epidemiológicas que relacionaram o baixo peso ao nascer com o desenvolvimento de doenças

metabólicas na vida adulta, independentemente do estilo de vida do indivíduo. O estudo pioneiro verificou uma associação entre taxas elevadas de mortalidade infantil no início do século XX e aumento correspondente das taxas de mortalidade por doença arterial coronariana (BARKER; OSMOND, 1986).

Entretanto, as mudanças no estilo de vida são bastantes notáveis e a obesidade é uma doença que cresce rapidamente no mundo. Estudos apontam que a obesidade e as suas complicações metabólicas, como hiperinsulinemia, hiperglicemia, diabetes mellitus tipo 2 e doença cardiovascular, provocam a diminuição da qualidade de vida e até mesmo a morte prematura (ADAMS et al., 2006; BATTY et al., 2006). O risco para desenvolver estas doenças podem ser determinados pela interação de vários fatores, como a carga genética, ambiente intra-uterino adverso, hábitos de vida dos adultos (dieta, sedentarismo, tabaco, etc) e envelhecimento (SECO; MATIAS, 2009).

Para Kasuga (2006) as mudanças no estilo de vida, tais como a diminuição na prática de atividades físicas e o elevado consumo de dietas hiperlipídicas e ricas em carboidratos de carbono simples podem ser considerados os principais elementos responsáveis pelo desenvolvimento da obesidade. Alguns estudos vem demonstrando que tanto os efeitos da dieta materna quanto a presença da obesidade durante a gestação são expressivos, podendo levar a um modelo de programação metabólica (JAMES, 2008; CHARLTON, 2009). Segundo Barker e colaboradores (2002) os fatores nutricionais são reconhecidos como uma peça chave na programação fetal, influenciando o metabolismo e a fisiologia do indivíduo por toda uma vida.

Sabe-se que na maioria dos trabalhos realizados com animais, os descendentes são estudados a partir do nascimento até adulto maduro, no qual a dieta é administrada em períodos distintos. Além disso os estudos que utilizam vários tipos de dietas principalmente as hiperlipídicas tentam elucidar o período que mais influenciam na programação. Por exemplo Tamashiro et al., (2009) em seu trabalho, foi fornecida uma dieta com 60% da energia proveniente dos lipídeos durante a gestação e lactação de ratos Wistar. Em outros estudos experimentais a dieta hiperlipídica foi ofertada apenas na gestação (CERF et al., 2007) ou na lactação (TSUDUKI et al., 2015). No entanto sabe-se que esses parâmetros ainda deixam a desejar sobre a elucidação dos efeitos decorrentes do padrão alimentar durante a gestação e/ou lactação.

4 METODOLOGIA

4.1 ANIMAIS E DIETA

Fêmeas primíparas, da linhagem *Wistar*, provenientes do biotério de criação do departamento de nutrição da UFPE com idade entre 120 e 150 dias e peso de 250 ± 50 g foram usadas para obtenção dos ratos lactentes e mantidas no laboratório de Nutrição Experimental (LNEX) do Centro de Educação e Saúde (CES) da UFCG – campus Cuité a 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 $\pm 65\%$, onde receberam ração e água *ad libitum*. Durante o acasalamento foram mantidas uma fêmea para cada macho. Os animais foram mantido no LANEX para confirmação da prenhez através do esfregaço vaginal.

Após confirmação da gestação, as ratas foram alojadas em gaiolas-maternidade individuais de polipropileno e divididas em três grupos, segundo manipulação nutricional. Os animais que receberam a dieta padrão com 7% de óleo de soja formaram o grupo controle (C) e os que receberam a dieta com 7% e 14% de óleo de avestruz formaram respectivamente os grupos normolipídicos (NL) e hiperlipídicos (HL). Todas as dietas foram formuladas de acordo com as recomendações de do *American Institute of Nutrition (AIN-93G)* (REEVES; NIELSEN; FAHEY, 1993). As dietas foram ofertadas as ratas a partir do 14º dia da gestação até o final da lactação. As ninhadas foram padronizadas em 6 filhotes e o desmame foi realizado aos 21 dias pós-natal. A pesquisa seguiu o protocolo experimental de recomendações éticas do National Institute of Health (Bethesda, USA), com relação aos cuidados com os animais.

Todos os grupos formados tinham 12 descendentes machos que foram avaliados durante 6 semanas (desde o desmame até 60 dias de vida) e todos os animais receberam ração e água *ad libitum*.

Para maiores detalhes sobre os procedimentos experimentais vida a figura 1:

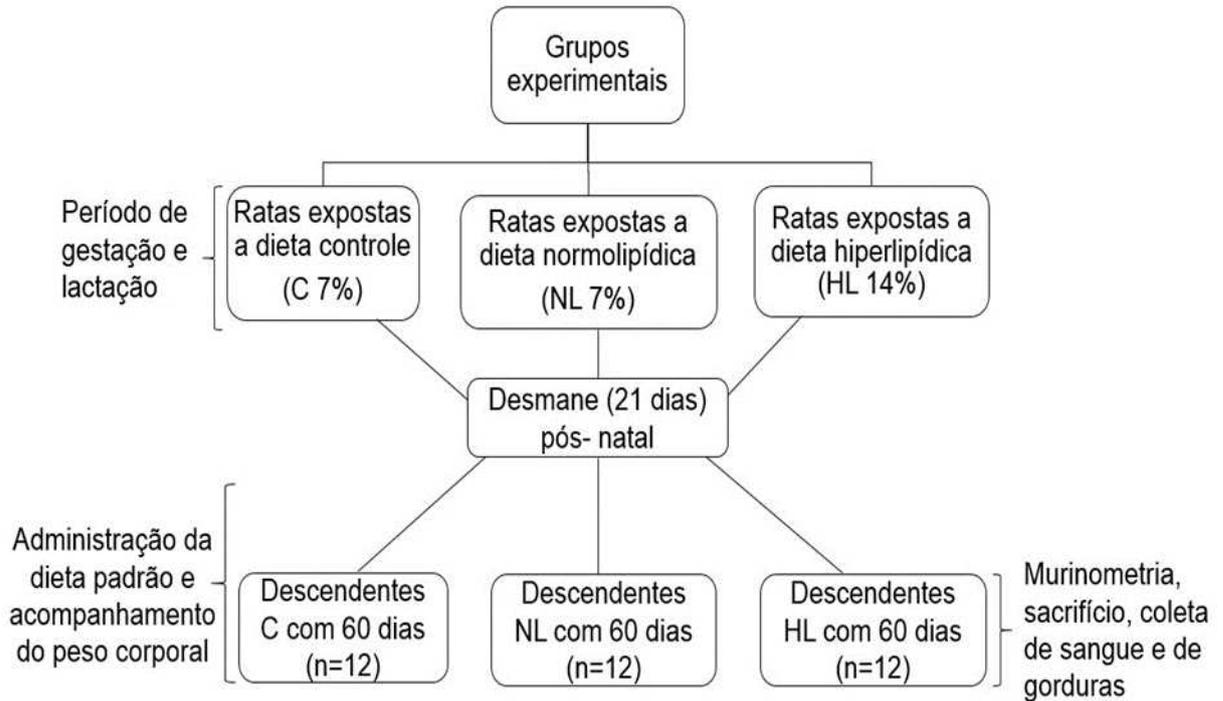


Figura 1- Organograma experimental.

4.2 LOCAL DE EXECUÇÃO

Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal de Campina Grande, *campus* Cuité. As medidas murinométricas, e a aferição da glicemia foram realizados no Laboratório de Nutrição Experimental do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande (LANEX/CES/UFCG); as análises bioquímicas foram executadas no Laboratório Bromatologia (LABROM/CES/UFCG).

4.3 PESO CORPORAL

O controle do peso corporal foi realizado semanalmente e utilizando balança semi-analítica da marca Balmax (modelo: ELP – 25) (Figura 2).



Figura 2 - Balança digital para utilizada para aferir o peso corporal dos animais.
Fonte: Próprio Autor (2015).

4.4 VALIAÇÃO MURINOMÉTRICA

As medidas murinométricas foram realizadas em todos os ratos momentos antes do sacrifício, onde estes foram anestesiados com Cloridrato de Quetamina e Xilasina (1 ml/kg). Foi aferido a circunferência torácica (CT) (Figura 3), a circunferência abdominal (CA) (Figura 4) e comprimento do corpo (Figura 5) (NOVELLI et al., 2007).

O peso corporal e comprimento do corpo foram usados para determinar o índice de massa corporal (IMC) = de peso corporal (g) / comprimento ² (cm²).

A gordura abdominal e epididimal foram retiradas e pesadas em uma balança semi-analítica da marca Balmax, modelo: ELP – 25.



Figura 3 - Circunferência torácica sendo aferida utilizando fita métrica.
Fonte: Próprio Autor (2015).



Figura 4 - Circunferência abdominal sendo aferida utilizando fita métrica.
Fonte: Próprio Autor (2015).



Figura 5 - Comprimento do animal sendo aferido do focinho até cóccix utilizando fita métrica.
Fonte: Próprio Autor (2015).

4.5 COLETA DE SANGUE E DETERMINAÇÃO DO PERFIL BIOQUÍMICO

Um dia antes do sacrifício, os animais permaneceram em jejum de 6 horas. As amostras de sangue foram coletadas através da punção cardíaca ao final do experimento. Os níveis de glicose plasmática foram determinados com glicosímetro ACCU-CHEK®.

Para as análises de Triglicerídeos foi utilizado kit enzimático (LAB TEST) onde o soro foi obtido do sangue centrifugado à 3000 rpm durante 10 minutos.

4.5.1 Determinação da gordura hepática

Após a coleta do sangue, o fígado foi retirado e armazenado à - 20°C para posterior análise. Para determinar a gordura total foi utilizado o método de Folch et al., (1957).

4.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados das análises foram submetidos ao teste One Way Anova seguido de Tukey com nível de significância $p \leq 0,05$.

4.7 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Este estudo foi submetido à aprovação pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Campina Grande.

5 RESULTADOS

5.1 PESO CORPORAL

Analisando o peso corporal dos animais, o grupo NL apresentou maior peso na 3^o, 4^o, e 5^o semana comparado com o grupo C. Já o grupo HL apresentou valores menores na 1^o, 2^o e 3^o semana comparado com o grupo NL ($p < 0,05$) (Figura 6).

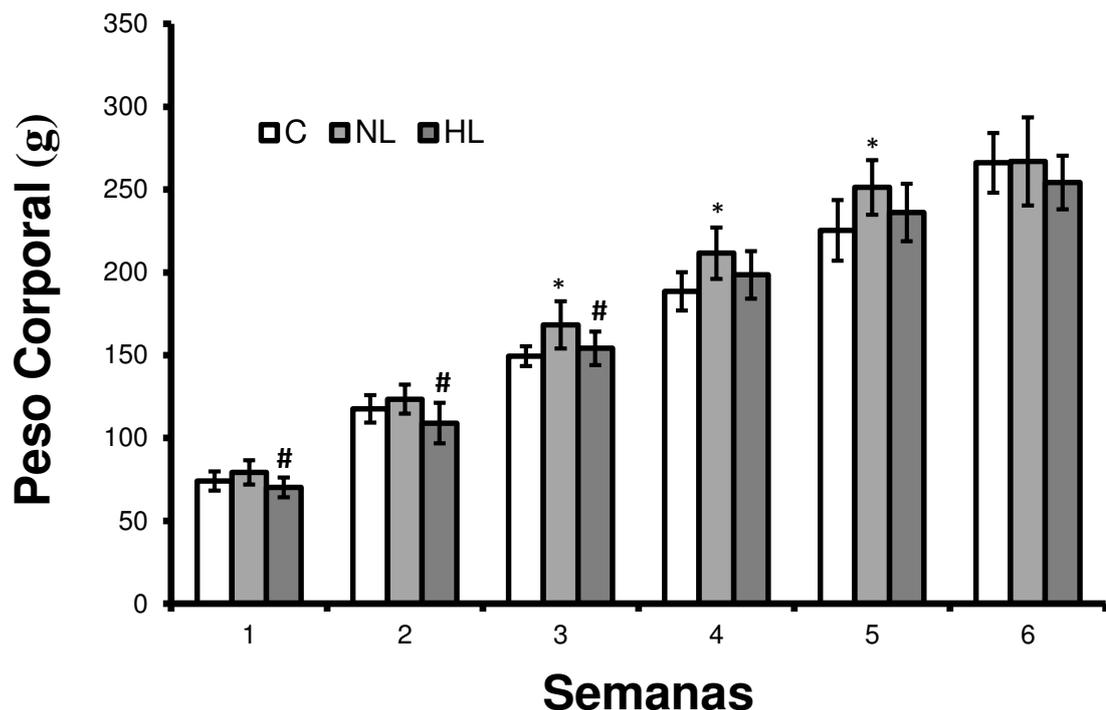


Figura 6 - Peso corporal de animais cuja as mães foram tratadas com óleo de avestruz durante a gestação e lactação. O grupo controle (C) consumiu a ração contendo 7% ($n=12$) de óleo de soja e os grupos experimentais normolipídico (NL) e hiperlipídico (HL) consumiram ração a base de óleo de avestruz contendo respectivamente 7% ($n=12$) e 14% ($n=12$). Para a análise estatística foi aplicado o teste estatístico One Way Anova seguido de Tukey com nível de significância $p \leq 0,05$; * = versus C. # = versus NL.

5.2 AVALIAÇÃO MURINOMÉTRICA

Quanto aos parâmetros murinométricos, os resultados obtidos mostram que os grupos NL e HL apresentaram uma diminuição no comprimento do corpo comparado com o grupo C ($p < 0,05$). Com relação ao IMC, circunferência abdominal, circunferência torácica e comprimento do corpo não houve diferença significativa (Tabela 2).

Tabela 2 - Parâmetros físicos da prole de ratas tratadas com óleo de avestruz durante a gestação e lactação.

GRUPOS	IMC (g/cm ³)	CA(g/cm ³)	CT(cm)	CC(cm)
C	0,66±0,11	15,76 ±0,92	13,26±0,83	21,38±0,93
NL	0,61±0,05	15,58±1,63	13,75±0,69	20,83±0,96*
HL	0,61±0,55	15,33±0,72	13,29±0,62	20,33±0,65*

Teste estatístico One Way Anova seguido de Tukey com nível de significância $p \leq 0,05$. $n=12$ para todos os grupos. IMC: Índice de massa corporal; CA= Circunferência abdominal; CT= Circunferência torácica; CC= Comprimento do corpo. C= Grupo controle; NL= grupo normolipídico; HL= grupo hiperlipídico. *versus C.

5.3 PARÂMETROS BIOQUÍMICOS

No que se refere aos parâmetros bioquímicos, o grupo HL apresentou maiores valores de glicose e triglicerídeos, quando comparado com os demais grupos ($p < 0,05$) (Figura 7).

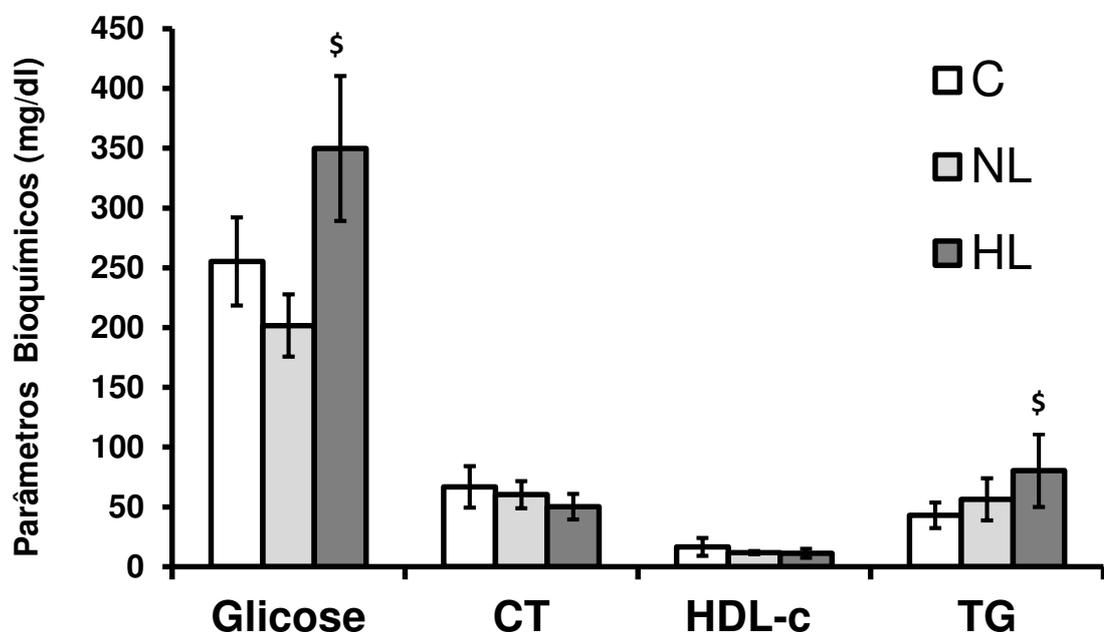


Figura 7 - Parâmetros bioquímicos da prole de ratas tratadas com óleo de avestruz durante a gestação e lactação. O grupo controle (C) consumiu a ração contendo 7% de óleo de soja e os experimentais consumiram ração a base de óleo de avestruz contendo, respectivamente 7% e 14% sendo denominados normolipídico (NL) e hiperlipídico (HL). Para a análise estatística foi realizado o teste estatístico One Way Anova seguido de Tukey com nível de significância $p \leq 0,05$. \$=versus todos os grupos.

5.4 DETERMINAÇÃO DA GORDURA HEPÁTICA, ABDOMINAL E EPIDIDIMAL

Observando os percentuais de lipídeos no fígado, os grupos NL e HL apresentam valores maiores, comparado com o grupo C. Os mesmos grupos também apresentaram gordura abdominal elevada quando confrontados com o grupo C. A gordura epididimal não apresentou diferença entre os grupos ($p < 0,05$) (Figura 8).

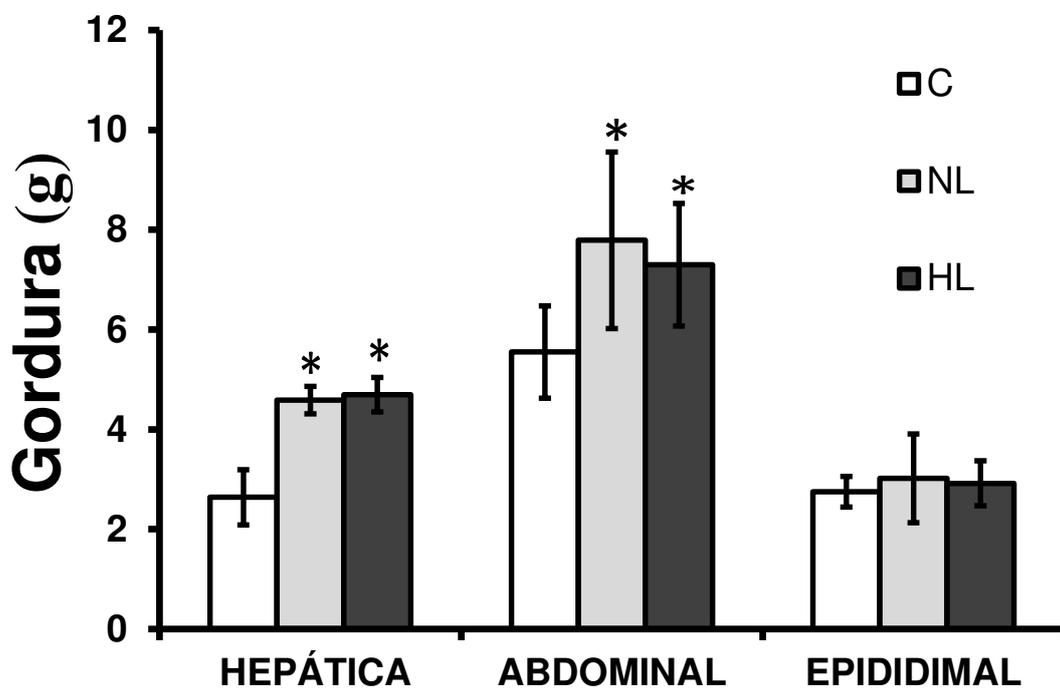


Figura 8 - Percentuais de gordura da prole de ratas tratadas durante a gestação e lactação com óleo de avestruz. C= grupo controle (n=12) consumiu a ração contendo 7% de óleo de soja; NL= grupo normolipídico (n=12) consumiu 7% de óleo de avestruz; HL= grupo hiperlipídico (n=12) consumiu 14% de óleo de avestruz. Para a análise estatística foi realizada o teste estatístico One Way Anova seguido de Tukey com nível de significância $p \leq 0,05$. *=versus o grupo controle.

6 DISCUSSÃO

Com a crescente busca pela alimentação saudável, dietas que prometem a perda de peso ou a manutenção do peso ponderal tem sido bastante utilizadas. Dentre elas destaca-se a dieta hiperlipídica com quantidade e tipos diferentes de lipídeos em sua composição. Ao mesmo tempo, estudos demonstraram que quando esses lipídeos são inseridos em dietas maternas, podem interferir permanentemente no desenvolvimento da prole (SRINIVASAN et al., 2006; SAMUELSSON et al., 2008). Os resultados encontrados no presente estudo que utilizou como fonte lipídica o óleo de avestruz, revelam que o consumo materno afeta os parâmetros murinométricos, o perfil bioquímico e a gordura hepática dos descendentes.

Na presente pesquisa foi observado um aumento do peso corporal dos animais no grupo normolipídico quando comparado ao grupo controle e uma diminuição no HL comparado ao NL. Samuelsson et al., (2008) ao submeterem ratas a uma dieta hiperlipídica obesogênica contendo banha antes e durante a gestação e lactação notou que o peso corporal foi maior na prole do grupo que recebeu a dieta hiperlipídica, ao contrário do observado no grupo HL. Outro estudo avaliando os efeitos de dietas com 18% de gordura de fontes diferentes durante a gestação e lactação, observou na prole que o óleo de peixe provocou redução do peso corporal (SIEMENLIK et al., 2002). O primeiro estudo utiliza uma gordura predominantemente saturada e o segundo uma gordura com elevado teor de ácidos graxos insaturados. O óleo de avestruz possui tanto gordura saturada como poli-insaturada. Os ácidos graxos essenciais como os contidos no óleo de peixe interferem na redução de síntese de gordura pelo fígado e aceleram a beta oxidação (NAKAMURA et al., 2003). Possivelmente, foi esse mecanismo que induziu a diminuição de peso na prole dos animais tratados com o óleo de avestruz.

Ambos os grupos tratados com óleo de avestruz reduziram o comprimento dos animais. Os lipídeos dietéticos também interferem na proliferação celular (BARRERA; PIZZIMENTI; DJANZANI, 2008). Dessa forma o óleo de avestruz pode apresentar um perfil de ácidos graxos não compatível com o crescimento adequado, sendo necessário outras pesquisas.

É evidente que dietas com alto teor de lipídeos ofertadas a ratas no período de gestação e lactação podem provocar obesidade, distúrbios cardiovasculares e

metabólicos na prole com idade adulta (PARENTE; AGUILA; MANDARIM-DE-LACERDA, 2008). No presente estudo foi constatado um aumento dos níveis de triglicerídeos e de glicose no plasma dos descendentes do grupo HL quando comparado com os demais. Esse resultado corroboram com os achados de Srinivasan et al., (2006) no qual os animais receberam dieta uma hiperlipídica composta por ácidos graxos saturados (ácido palmítico) e insaturados (ácido oleico, ácido linoleico e linolênico) durante a gestação e lactação. Os dados dessa pesquisa demonstraram na prole um aumento da insulina plasmática, glicose e triglicerídeos na fase adulta. Outro trabalho com desenho experimental semelhante ao do presente estudo realizado por Samuelsson e colaboradores (2008) verificou que uma dieta materna com banha induziu aumento nos níveis de triglicerídeos e glicose na sua prole, quando estes já estavam adultos (3 meses). Quando os animais na fase inicial da vida recebem uma oferta de nutrientes ricos em ácidos graxos, seja através da placenta ou do leite materno, se programam para metabolizar preferencialmente a gordura, o que explica a resistência à insulina e conseqüente aumento da glicemia (ARMITAGE et al., 2004; WILLIAMS et al., 2014). Na presente pesquisa não foi medido a insulina plasmática, porém os dados demonstraram aumento da glicose sanguínea indicando uma possível alteração da insulina.

Quanto o percentual de gordura hepática e abdominal total da prole, foi observado um aumento dessas gorduras em ambos os grupos alimentados com óleo de avestruz. Tal resultado se assemelha com o de Pellizzon e colaboradores (2002), que observaram em seus experimentos que a dietas hiperlipídica contendo óleo de palma ofertadas a ratas durante a gestação e lactação levou ao aumento do conteúdo lipídico no fígado dos descendentes. No que se refere a gordura abdominal da prole, Samuelsson e colaboradores (2008) perceberam que os descendentes de mães que receberam a dieta rica em gordura (banha) apresentaram aumento desse percentual na idade adulta, corroborando com os nossos resultados. Tanto a gordura abdominal como a hepática estão relacionadas com o maior risco de dislipidemias. Sendo assim, associando esses dados com os teores elevados de glicemia e triglicerídeos, podemos inferir que está dieta contendo o óleo de avestruz quando ofertada na fase inicial da vida, pode aumentar o risco de síndrome metabólica na prole na fase adulta.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado nos dados, podemos observar que os lipídeos do óleo de avestruz quando ofertados as mães durante a gestação e lactação induziram aumento de gordura corporal e glicemia plasmática nos descendentes. Esses achados reforçam que nessa fase inicial da vida a alimentação materna não irá apenas interferir em parâmetros momentâneos. Os danos ou benefícios podem perdurar durante toda a vida dessa prole, aumentando assim, o risco do aparecimento de doenças crônicas degenerativas que estão relacionadas com a síndrome metabólica.

REFERÊNCIA

- ADAMS, K. F.; SCHATZKIN, A.; HARRIS, T. B.; KIPNIS, V.; MOUW, T.; BALLARD-BARBASH, R.; HOLLENBECK, A.; LEITZMANN, M. F. Overweight, obesity, and mortality in a large prospective cohort of persons 50 to 71 years old. **New England Journal of Medicine**, v. 355, n. 8, p. 763-778, 2006.
- ALMEIDA, A. C. A.; BARROS, E. S. Inovação e tecnologia no processo produtivo de estrutiocultura no nordeste brasileiro: o caso da fazenda de avestruz no sertão alagoano. **Revista Eletrônica da Faculdade de Sete de Setembro – FASETE**, v. 1, n. 1, p. 66-86, 2007.
- AMANY, M. M.; SHAKER, M.; SHEREEN, L. Utilization of ostrich oil in foods. **International Research Journal of Biochemistry and Bioinformatics**, v. 2, p. 199-208, 2011.
- ANGEL, C. R. A review of ratite nutrition. **Animal Feed Science Technology**, v. 60, p. 241-246, 1996.
- ARMITAGE, J. A.; KHAN, I. Y.; TAYLOR, P. D.; NATHANIELSZ, P. W.; POSTON, L. Developmental programming of the metabolic syndrome by maternal nutritional imbalance: how strong is the evidence from experimental models in mammals?. **The Journal of physiology**, v. 561, n. 2, p. 355-377, 2004.
- BACK, M. Leukotriene signaling in atherosclerosis and ischemia. **Cardiovascular drugs and therapy**, v. 23, n. 1, p. 41-48, 2009
- BALOG, A.; MENDES, A. A.; PAZ, I. C. D. L. A.; SILVA, M. D. C.; TAKAHASHI, S. E.; KOMIYAMA, C. M. Ostrich meat: carcass yield and physical and chemical characteristics. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 28, n. 2, p. 400-407, 2008.
- BARKER, D. J. P. The fetal and infant origins of disease. **European journal of clinical investigation**, v. 25, n. 7, p. 457-463, 1995.
- BARKER, D. J. P.; OSMOND, C. Infant mortality, childhood nutrition, and ischaemic heart disease in England and Wales. **The Lancet**, v. 327, n. 8489, p. 1077-1081, 1986.
- BARKER, D. J.; ERIKSSON, J. G.; FORSEN, T.; OSMOND, C. Fetal origins of adult disease: strength of effects and biological basis. **International journal of epidemiology**, v. 31, n. 6, p. 1235-1239, 2002.
- BARRERA, G.; PIZZIMENTI, S; DIANZANI, M. U. Lipid peroxidation: control of cell proliferation, cell differentiation and cell death. **Molecular aspects of Medicine**, v. 29, n. 1, p. 1-8, 2008.

- BATTY, G. D.; SHIPLEY, M. J.; JARRETT, R. J.; BREEZE, E.; MARMOT, M. G.; SMITH, G. D. Obesity and overweight in relation to disease-specific mortality in men with and without existing coronary heart disease in London: the original Whitehall study. **Heart**, v. 92, n. 7, p. 886-892, 2006.
- CAO, H.; GERHOLD, K.; MAYERS, J. R.; WIEST, M. M.; WATKINS, S. M.; HOTAMISLIGIL, G. S. Identification of a lipokine, a lipid hormone linking adipose tissue to systemic metabolism. **Cell**, v. 134, n. 6, p. 933-944, 2008.
- CERF, M. E.; WILLIAMS, K.; CHAPMAN, C. S.; LOUW, J. Compromised β -cell development and β -cell dysfunction in weanling offspring from dams maintained on a high-fat diet during gestation. **Pancreas**, v. 34, n. 3, p. 347-353, 2007.
- CHARLTON, M. Fetal obesity syndrome: maternal nutrition as a cause of nonalcoholic steatohepatitis. **Hepatology**, v. 50, n. 6, p. 1696-1698, 2009.
- ELIAS, S. L.; INNIS, S. M. Infant plasma trans, n-6, and n-3 fatty acids and conjugated linoleic acids are related to maternal plasma fatty acids, length of gestation, and birth weight and length. **The American journal of clinical nutrition**, v. 73, n. 4, p. 807-814, 2001.
- FLEITH, M.; CLANDININ, M. T. Dietary PUFA for preterm and term infants: review of clinical studies. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 45, n. 3, p. 205-229, 2005.
- FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE-STANLEY, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, n. 1, p. 497-509, 1957.
- GARG, A. High-monounsaturated-fat diets for patients with diabetes mellitus: a meta-analysis. **The American journal of clinical nutrition**, v. 67, n. 3, p. 577S-582S, 1998.
- GARG, M. L.; BLAKE, R. J.; WILLS, R. H. Macadamia nut consumption lowers plasma total and LDL cholesterol levels in hypercholesterolemic men. **The journal of Nutrition**, v. 133, n. 4, p. 1060-1063, 2003.
- GAVANJI, S.; LARKI, B.; TARAGHIAN, A. H. A review of Application of Ostrich oil in Pharmacy and Diseases treatment. **Journal of Novel Applied Sciences**, v. 2, n. 11, 2013.
- GE, J.; WANG, J.; XUE, D.; ZHU, Z.; CHEN, Z.; LI, X.; SU, D.; & DU, J. Why does a high-fat diet induce preeclampsia-like symptoms in pregnant rats. **Neural regeneration research**, v. 8, n. 20, p. 1872, 2013.
- GILLINGHAM, L. G.; HARRIS-JANZ, S.; JONES, P. J. H. Dietary monounsaturated fatty acids are protective against metabolic syndrome and cardiovascular disease risk factors. **Lipids**, v. 46, n. 3, p. 209-228, 2011.

GRIEL, A. E.; CAO, Y.; BAGSHAW, D. D.; CIFELLI, A. M.; HOLUB, B.; KRIS-ETHERTON, P. M. A macadamia nut-rich diet reduces total and LDL-cholesterol in mildly hypercholesterolemic men and women. **The Journal of nutrition**, v. 138, n. 4, p. 761-767, 2008.

HOFFMAN, L. C.; JOUBERT, M.; BRAND, T. S.; MANLEY, M. The effect of dietary fish oil rich in n-3 fatty acids on the organoleptic, fatty acid and physicochemical characteristics of ostrich meat. **Meat science**, v. 70, n. 1, p. 45-53, 2005.

HOOIJMANS, C. R.; PASKER-DE JONG, P. C.; DE VRIES, R. B.; RITSKES-HOITINGA, M. The effects of long-term omega-3 fatty acid supplementation on cognition and Alzheimer's pathology in animal models of Alzheimer's disease: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Alzheimer's Disease**, v. 28, n. 1, p. 191, 2012.

HORBAŃCZUK, J. O.; COOPER, R. G.; JÓŹWIK, A.; KLEWIEC, J.; KRZYŹEWSKI, J.; MALECKI, I.; CHYLINSKI, W.; WOJCIK, A.; KAWKA, M. Cholesterol content and fatty acid composition of fat from culled breeding ostriches (*Struthio camelus*). **Animal Science Papers and Reports**, v. 21, n. 4, p. 271-275, 2003.

ISHIKURA, Y.; IKEDA, G.; AKIMOTO, K.; HATA, M.; KUSUMOTO, A.; KIDOKORO, A.; KONTANI, M.; KAWASHIMA, H.; KISO, Y.; KOGA, Y. Arachidonic acid supplementation decreases P300 latency and increases P300 amplitude of event-related potentials in healthy elderly men. *Neuropsychobiology*, v. 60, n. 2, p. 73-79, 2009.

JAMES, W. P. T. The epidemiology of obesity: the size of the problem. **Journal of internal medicine**, v. 263, n. 4, p. 336-352, 2008.

JEN, K. C.; BUISSON, A.; PELLIZZON, M.; ORDIZ, F.; SANTA ANA, L.; & BROWN, J. Differential effects of fatty acids and exercise on body weight regulation and metabolism in female Wistar rats. **Experimental biology and medicine**, v. 228, n. 7, p. 843-849, 2003.

KASUGA, M. Insulin resistance and pancreatic β cell failure. **Journal of Clinical Investigation**, v. 116, n. 7, p. 1756-1760, 2006.

KHAN, I. Y.; DEKOU, V.; DOUGLAS, G.; JENSEN, R.; HANSON, M. A.; POSTON, L.; TAYLOR, P. D. A high-fat diet during rat pregnancy or suckling induces cardiovascular dysfunction in adult offspring. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 288, n. 1, p. 127-133, 2005.

LEANDRO, C. G.; AMORIM, M. F.; HIRABARA, S. M.; CURI, R.; CASTRO, R. M. D. Can maternal physical activity modulate the nutrition-induced fetal programming?. **Revista de Nutrição**, v. 22, n. 4, p. 559-569, 2009.

- LOTTENBERG, A. M. P. Importância da gordura alimentar na prevenção e no controle de distúrbios metabólicos e da doença cardiovascular. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia**, v. 53, n. 5, p. 595-607, 2009.
- MANIONGUL, C.; BLOND, J. P.; ULMANN, L.; DURAND, G.; POISSON, J. P.; BEZARD, J. Age-related changes in $\Delta 6$ and $\Delta 5$ desaturase activities in rat liver microsomes. **Lipids**, v. 28, n. 4, p. 291-297, 1993.
- MARSZALEK, J. R.; LODISH, H. F. Docosahexaenoic acid, fatty acid-interacting proteins, and neuronal function: breastmilk and fish are good for you. **Annual Review of Cell and Developmental Biology**, v. 21, p. 633-657, 2005.
- MARTIN, C. A.; ALMEIDA, V. V. D.; RUIZ, M. R.; VISENTAINER, J. E. L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E. D.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 19, n.6, p. 761-770, 2006.
- MARTINS, M. B.; SUAIDEN, A. S.; PIOTTO, R. F.; BARBOSA, M. Propriedades dos ácidos graxos poliinsaturados Omega 3 obtidos de óleo de peixe e óleo de linhaça. **Journal of the Health Sciences Institute**, v. 26, n. 2, p. 153-156, 2008.
- MATTHAN, N. R.; DILLARD, A.; LECKER, J. L.; IP, B.; LICHTENSTEIN, A. H. Effects of dietary palmitoleic acid on plasma lipoprotein profile and aortic cholesterol accumulation are similar to those of other unsaturated fatty acids in the F1B golden Syrian hamster. **The Journal of nutrition**, v. 139, n. 2, p. 215-221, 2009.
- MITRA, A.; ALVERS, K. M.; CRUMP, E. M.; ROWLAND, N. E. Effect of high-fat diet during gestation, lactation, or postweaning on physiological and behavioral indexes in borderline hypertensive rats. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 296, n. 1, p. R20-R28, 2009.
- MOREIRA, N. X.; CURI, R.; MANCINI-FILHO, J. Ácidos graxos: uma revisão. **Nutrire**, v. 24, n. único, p. 105-123, 2002.
- MORGAN, N. G.; DHAYAL, S.; DIAKOGIANNAKI, E.; WELTERS, H. J. The cytoprotective actions of long-chain mono-unsaturated fatty acids in pancreatic beta-cells. **Biochemical Society Transactions**, v. 36, n. Pt 5, p. 905-908, 2008.
- NAKAMURA, M. T.; NARA, T. Y. Essential fatty acid synthesis and its regulation in mammals. **Prostaglandins, leukotrienes and essential fatty acids**, v. 68, n. 2, p. 145-150, 2003.
- NASCIMENTO, R. S. **LINGUIÇAS FRESCAIS ELABORADAS COM CARNE DE AVESTRUZ**: características bacteriológicas, físico-químicas e sensoriais. 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2011.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger princípios de bioquímica**. 4. ed. São Paulo: Savier, 2006.

NOVELLI, E. L. B.; DINIZ, Y. S.; GALHARDI, C. M.; EBAID, G. M. X.; RODRIGUES, H. G.; MANI, F.; FERNANDES, A. A. H. CIGOGNA; A. C.; NOVELLI, J. L. V. B. Anthropometrical parameters and markers of obesity in rats. **Laboratory e animals**, v. 41, n. 1, p. 111-119, 2007.

OZOGUL, Y.; OZOGUL, F. H.; ÇIÇEK, E.; POLAT, A.; KULEY, E. Fat content and fatty acid compositions of 34 marine water fish species from the Mediterranean Sea. **International journal of food sciences and nutrition**, v. 60, n. 6, p. 464-475, 2009.

PALANISAMY, U. D.; SIVANATHAN, M.; RADHAKRISHNAN, A. K.; HALEAGRAHARA, N.; SUBRAMANIAM, T.; CHIEW, G. S. An effective ostrich oil bleaching technique using peroxide value as an indicator. **Molecules**, v. 16, n. 7, p. 5709-5719, 2011.

PARENTE, L. B.; AGUILA, M. B.; MANDARIM-DE-LACERDA, C. A. Deleterious effects of high-fat diet on perinatal and postweaning periods in adult rat offspring. **Clinical Nutrition**, v. 27, n. 4, p. 623-634, 2008.

PELLIZZON, M.; BUISSON, A.; ORDIZ, F.; ANA, L. S.; & JEN, K. L. C. Effects of Dietary Fatty Acids and Exercise on Body-Weight Regulation and Metabolism in Rats. **Obesity research**, v. 10, n. 9, p. 947-955, 2002.

PIGEM, N. B. **Desarrollo de marcadores moleculares en el avestruz (Struhi Camelus)**. Universitat Autònoma de Barcelona, 2001.

REEVES, P. G.; NIELSEN, F. H.; C. FAHEY, G. C. AIN-93 Purified Diets for Laboratory Rodents: Final Report of the American Institute of Nutrition. **Journal Nutrition**, v.123, p. 1939-1951, 1993.

ROS, E. Dietary cis-monounsaturated fatty acids and metabolic control in type 2 diabetes. **The American journal of clinical nutrition**, v. 78, n. 3, p. 617-625, 2003.

SABEN, J. L.; BALES, E. S.; JACKMAN, M. R.; ORLICKY, D.; MACLEAN, P. S.; & MCMANAMAN, J. L. Maternal obesity reduces milk lipid production in lactating mice by inhibiting acetyl-CoA carboxylase and impairing fatty acid synthesis. **PloS one**, v. 9, n. 5, p. e98066, 2014.

SAMUELSSON, A. M.; MATTHEWS, P. A.; ARGENTON, M.; CHRISTIE, M. R.; MCCONNELL, J. M.; JANSEN, E. H. J. M.; PIERSMA, A. H.; OZANNE, S. E.; TWINN, D. F.; REMACLE, C.; ROWLERSON, A.; POSTON, L.; TAYLOR, P. D. Diet-induced obesity in female mice leads to offspring hyperphagia, adiposity, hypertension, and insulin resistance A novel murine model of developmental programming. **Hypertension**, v. 51, n. 2, p. 383-392, 2008.

SANGIOVANNI, J. P.; CHEW, E. Y. The role of omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in health and disease of the retina. **Progress in retinal and eye research**, v. 24, n. 1, p. 87-138, 2005.

SECO, S.; MATIAS, A. Origem fetal das doenças do adulto: revisitando a teoria de barker Fetal origins of adult disease: revisiting barker's theory. **Acta Obstétrica ginecológica Portuguesa**, v. 3, n. 3, p. 158-168, 2009.

SIEMELINK, M.; VERHOEF, A.; DORMANS, J. A. M. A.; SPAN, P.; PIERSMA, A. Dietary fatty acid composition during pregnancy and lactation in the rat programs growth and glucose metabolism in the offspring. **Diabetologia**, v. 45, n. 10, p. 1397-1403, 2002.

SIMOPOULOS, A. P. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. **The American journal of clinical nutrition**, v. 54, n. 3, p. 438-463, 1991.

SRINIVASAN, M.; KATEWA, S. D.; PALANIYAPPAN, A.; PANDYA, J. D.; & PATEL, M. S. Maternal high-fat diet consumption results in fetal malprogramming predisposing to the onset of metabolic syndrome-like phenotype in adulthood. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, v. 291, n. 4, p. E792-E799, 2006.

TAMASHIRO, K. L.; TERRILLION, C. E.; HYUN, J.; KOENIG, J. I.; MORAN, T. H. Prenatal stress or high-fat diet increases susceptibility to diet-induced obesity in rat offspring. **Diabetes**, v. 58, n. 5, p. 1116-1125, 2009.

TSUDUKI, T.; YAMAMOTO, K.; HATAKEYAMA, Y.; SAKAMOTO, Y. High Dietary Fat Intake during Lactation Promotes the Development of Social Stress-Induced Obesity in the Offspring of Mice. **Nutrients**, v. 7, n. 7, p. 5916-5932, 2015.

UAUY, R.; VALENZUELA, A. Marine oils: the health benefits of n-3 fatty acids. **Nutrition**, v. 16, n. 7, p. 680-684, 2000.

WILLIAMS, L.; SEKI, Y.; VUGUIN, P. M.; CHARRON, M. J. Animal models of in utero exposure to a high fat diet: a review. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease**, v. 1842, n. 3, p. 507-519, 2014.

YANG, B.; KALLIO, H. P. Fatty acid composition of lipids in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries of different origins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 4, p. 1939-1947, 2001.

YANG, Z.H.; MIYAHARA, H.; HATANAKA, A. Chronic administration of palmitoleic acid reduces insulin resistance and hepatic lipid accumulation in KK-A (y) mice with genetic type 2 diabetes. **Lipids in Health and Disease**, v. 10, n. 8, 2011.

ZAMBOM, M. A.; SANTOS, G. T.; MODESTO, E. C. Importância das gorduras poliinsaturadas da saúde humana. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa**, v. 547, p. 553-557, 2004.

ZHOU, Y.; XUE, Y.; CHEN, G. C.; ZHANG, A. J.; CHEN, Z. F.; LIAO, X.; DING, L. S. Rapid separation and characterisation of triacylglycerols in ostrich oil by ultra

performance liquid chromatography coupled with quadrupole time-of-flight mass spectrometry. **Food chemistry**, v. 141, n. 3, p. 2098-2102, 2013.

ANEXO

ANEXO – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE BIOTECNOLOGIA
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS



CBiotec
Centro de Biotecnologia
UFPB

COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIDÃO

João Pessoa, 4 de novembro de 2013.
CEUA Nº 0407/13

Ilmo(a). **Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga**
Departamento **Nutrição - CCS - UFPB**

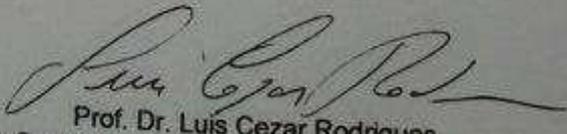
Orientando(a): **Raphaela Araújo Veloso Rodrigues, (Outros (Justificar))**

A Comissão de Ética no Uso de Animais do Centro de Biotecnologia da Universidade Federal da Paraíba em sua reunião ordinária de **01/11/2013** analisou e **APROVOU** a execução do projeto **Efeitos de diferentes tipos de óleos sobre o desenvolvimento físico e comportamental da prole de ratas tratadas durante a gestação e o aleitamento.**

Com previsão de empregar **15 Ratas Wistar** **- ANIMAIS EXTERNOS**
AO BIOTÉRIO Prof. Thomas George.

Para serem utilizados no período de **01/11/2013 a 01/07/2014.**

Atenciosamente,



Prof. Dr. Luis Cezar Rodrigues
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animal do CBiotec/UFPB