

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE

UNIDADE ACADÊMICA DE SAÚDE

CURSO DE BACHARELADO EM NUTRIÇÃO

IANNA FREIRE PEREIRA GALVÃO

**PARÂMETROS BIOQUÍMICOS DA PROLE ADULTA DE
ANIMAIS TRATADOS COM ÓLEO DE CHIA DURANTE A
LACTAÇÃO**

CUITÉ/PB

2018

IANNA FREIRE PEREIRA GALVÃO

**PARÂMETROS BIOQUÍMICOS DA PROLE ADULTA DE ANIMAIS TRATADOS
COM ÓLEO DE CHIA DURANTE A LACTAÇÃO**

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 Nutrição Experimental.

Orientador(a): Prof. Dra. Mayara Queiroga Barbosa.

Coorientador(a): Nutr. Rita de Cássia de Araújo Bidô.

CUITÉ/ PB

2018

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

G182p Galvão, Ianna Freire Pereira.

Parâmetros bioquímicos da prole adulta de animais tratados com óleo de chia durante a lactação. / Ianna Freire Pereira Galvão. - Cuité: CES, 2018.

42 fl.

Monografia (Curso de Graduação em Nutrição) - Centro de Educação e Saúde / UFCG, 2018.

Orientadora: Mayara Queiroga Barbora.

Coorientadora: Rita de Cássia de Araújo Bidô.

1. Dietoterapia. 2. Alimentação. 3. Programação fetal. 4. Ômega-3. I. Título.

Biblioteca do CES - UFCG

CDU 615.874.2

IANNA FREIRE PEREIRA GALVÃO

PARÂMETROS BIOQUÍMICOS DA PROLE ADULTA DE ANIMAIS TRATADOS COM
ÓLEO DE CHIA DURANTE A LACTAÇÃO

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 Nutrição Experimental.

Orientador(a): Prof. Dra. Mayara Queiroga Barbosa.
Co-orientador(a): Nutr. Rita de Cássia de Araújo Bidô.

Aprovado em _____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Mayara Queiroga Barbosa
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador(a)

Prof. Msc. Mikaelle Albuquerque de Souza
Universidade Federal de Campina Grande
Examinador(a)

Nutr. Rita de Cássia de Araújo Bidô
Universidade Federal de Campina Grande
Examinador(a)

CUITÉ/PB

2018

Aos meus pais Eliene Freire e José Gildo,

A minha família,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer ao meu bom Deus por tudo o que tens feito em minha vida, por ter sido meu amigo em todas as circunstâncias sejam elas boas ou ruins. Obrigada Meu Pai por ter sido meu amparo nos momentos em que mais precisei e por estar sempre renovando minhas forças com teu bálsamo de confiança, alegria e tranquilidade, pois contigo tudo posso. Te agradeço imensamente por esse sonho estar se tornando realidade.

Segundamente aos meus pais, Eliene e Gildo, por terem apoiado a minha decisão de vir morar em uma cidade distante de todos que eu amo. Minha mãe, com sua paciência e suas doces palavras sempre ajudando a resolver os problemas que afligiam ao meu coração, por ter sido minha grande amiga quando tudo parecia estar dando errado e também a que mais vibrava quando as conquistas eram alcançadas. E a você pai, com suas singelas palavras sempre me encorajou a lutar, pois sempre acreditou em mim.

A minha Professora Orientadora Mayara Queiroga, muito obrigada pela confiança depositada durante toda a pesquisa foram de extrema importância, assim como toda a sua ajuda, dedicação e paciência.

Agradeço a professora Mikaelle Albuquerque e a nutricionista Rita de Cássia, por terem aceitado participar da minha banca.

Não posso deixar de lado minha linda família. Mesmo com todas as dificuldades eu não teria chegado aqui se não fossem por vocês.

Aos meus amigos que sempre estiveram comigo, Sebastião Ânderson, Luana Fernandes, Luma de Sousa, Aysla Haryadne, Hiago e Igor, palavras se tornam pequenas para agradecer tudo o que fizeram seja de forma direta ou indireta. Sempre cuidando de mim, tirando os melhores risos, dividindo os melhores momentos da minha vida.

Também quero agradecer a Vinícius Pablo pela paciência, amizade, companheirismo e cumplicidade. Você é a pessoa que faz morada em meu coração todos os dias e sempre reconheci tudo o que fez por mim.

Ao pessoal que ajudaram ao longo de toda a pesquisa, principalmente a Jaciel com toda a tranquilidade do mundo me ajudou nos momentos mais difíceis seja no laboratório, seja no LANEX, Jaci, você é demais.

E todos os professores que passaram por minha vida acadêmica, serei eternamente grata a todos vocês.

“Pois será como árvore plantada junto a ribeiros de águas, a qual dará o seu fruto na estação própria, e cujas folhas não caem; e tudo quanto fizer prosperará.”

Salmos 1. v. 3

RESUMO

GALVÃO, I.F.P. **Parâmetros bioquímicos da prole adulta de animais tratados com óleo de chia durante a lactação.** 2018. 43 f.. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2018.

A alimentação equilibrada ao longo de toda a gestação e lactação são requisitos chaves para proporcionar o desenvolvimento saudável do feto. Entre alguns nutrientes, os ácidos graxos, são capazes de atravessar a placenta durante a gestação além de estarem presentes no leite materno. Dentre as fontes alimentares ricas em ácidos graxos, destaca-se a chia (*Salvia hispânica L.*), uma semente que contém teores significativos de lipídeos. O óleo, da Chia é considerado uma excelente fonte de ácido α -linolênico, além de apresentar um elevado poder antioxidante. Objetivou-se, através do presente trabalho de avaliar o efeito da dieta hiperlipídica com óleo de chia sobre os parâmetros bioquímicos da prole adulta de ratas tratadas durante a lactação. Foram utilizadas nove ratas fêmeas da linhagem Ratas wistas lactantess foram divididos em três grupos acordo com o tipo de dieta ofertada durante lactação: grupo controle com óleo de soja (GC), grupo óleo de chia (GS) e o grupo com banha de porco (GB). As proles de cada grupo receberam leite materno durante todo periodo de lactação e divididos em três grupos conforme a dieta consumida pelas mães. A prole adulta de lactantes alimentadas com óleo de chia apresentaram uma redução no perfil glicêmico e das frações lipídicas Colesterol total, triglicerídeos, LDL e aumento de HDL quando comparado ao grupo controle e ao grupo banha de porco. Em relação as enzimas hepáticas, não houve diferenças significativas assim como no percentual de gordura hepática. Portanto, nota-se que a suplementação com o óleo de chia na dieta materna altera o perfil lipídico e glicêmico da prole adulta, podendo prevenir o surgimento de doenças crônicas.

Palavras-chaves: alimentação. programação fetal.ômega-3.

ABSTRACT

GALVÃO, I.F.P. **Biochemical parameters of adult the offspring of animals treated with chia oil during lactation.** 2018. 43f.. Course Completion Work (Graduation in Nutrition) - Federal University of Campina Grande, Cuité, 2018.

The importance of maintaining a balanced diet throughout gestation and lactation are key requirements to provide healthy development to the fetus. Among some nutrients, fatty acids are able to cross the placenta during gestation in addition to being present in breast milk. Among food sources containing fatty acids, chia (*Salvia hispânica L.*) stands out, a seed that contains significant levels of lipids, protein, vitamins, minerals and fiber contents. Through this seed is possible to extract the oil, in which it constitutes an excellent source of α -linolenic acid, besides presenting a high antioxidant power. The objective of this work was to evaluate the effect of the hyperlipid diet with chia oil on the biochemical parameters of offspring of the adult offspring of rats treated during lactation. To obtain amount of animals, nine female Wistar rats aged between 120 and 150 days of age were required to be mated and housed in individual cages, totaling a litter of forty-four animals. The experimental groups were divided according to the type of diet: control group with soybean oil (GC), oil group of Chia (GS) and pig lard group (GB), and received the diet from birth of offspring until the 21st day of lactation. The offspring were housed in cages and divided into three groups according to the diet consumed by the mothers. Adult offspring of infants supplemented with chia oil showed a reduction in the glycemic profile as well as a reduction of the lipid fractions when compared to the control group and to the pig lard group. Regarding hepatic enzymes, there were no significant differences as in the percentage of hepatic fat. Therefore, it is noted that supplementation with chia oil in the maternal diet influences the lipid and glycemic profile of the offspring, thus avoiding the onset of chronic diseases.

Keywords: food. fetal programming. omega-3.

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Perfil dos ácidos graxos da semente de Chia (<i>Salvia hispânica</i> L.).....	20
Tabela 2. Concentração de ácidos graxos em natura no óleo de Chia.....	21
Tabela 3. Elaboração da dieta.....	21
Figura 1. Ensaio biológico.....	24
Figura 2. Níveis plasmáticos de glicose de prole de ratas tratadas durante a lactação.....	26
Figura 3. Perfil lipídico plasmático de prole de ratas tratadas durante a lactação.....	26
Figura 4. Índices aterogênicos da prole de ratas tratadas durante a lactação.....	27
Figura 5. Níveis plasmáticos de TGP e percentual de gordura hepática de prole de ratas tratadas durante a lactação.....	28

LISTA DE ABREVIATURAS

AGS	Ácido Graxo Saturado
ALA	Ácido α -Linolênico
APO-B	Apolipoproteína-B
CT	Colesterol Total
DHA	Ácido Docosaexaenoico
DM	Diabetes Mellitus
EPA	Ácido Eicosapentaenóico
EUR	Diário Oficial da União Européia
GB	Grupo com Banha de Porco
GC	Grupo Controle com Óleo de Soja
GS	Grupo Óleo de Chia
HDL	Lipoproteína de Alta Densidade
IAM	Infarto Agudo do Miocárdio
LANEX	Laboratório de Nutrição Experimental
LDL	Lipoproteína de Baixa Densidade
LPUFAS	Ácido Graxo Poli-Insaturado de Cadeia Longa
PB	Paraíba
PUFAS	Ácido Graxos Poli-Insaturado
SBC	Sociedade Brasileira de Cardiologia
SRD	Dieta Rica em Sacarose
TG	Triglicerídeos
TGP	Transaminase Glutâmico Pirúvica
UFMG	Universidade Federal de Campina Grande

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Por cento
<	Sinal de Menor que
>	Sinal de Maior que
±	Sinal de Mais ou Menos
° C	Graus Celsius
g	Gramas
kg	Quilogramas
mg	Miligramas
rpm	Rotações por Minuto
α	Alfa
ω- 3	Ômega-3
ω- 6	Ômega-6

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1 PROGRAMAÇÃO FETAL	17
3.2 LIPÍDEOS DIETÉTICOS E PROGRAMAÇÃO FETAL	18
3.3 CHIA (<i>Salvia Hispanica L.</i>)	19
4 MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1 ANIMAIS	23
4.2 DIETAS	24
4.3 EUTANÁSIA DOS ANIMAIS	24
4.4 ANÁLISES BIOQUÍMICAS	25
4.5 PERCENTUAL DE GORDURA	25
4.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	25
4.7 ASPECTOS ÉTICOS	25
5 RESULTADOS	26
6 DISCUSSÃO	29
7 CONSIDERAÇÕES GERAIS	32
REFERÊNCIAS	33
APÊNDICE	41
ANEXOS	42

1 INTRODUÇÃO

O período da gestação e lactação são etapas importantes do desenvolvimento humano. Pois desde o pré-natal até os primeiros anos de vida ocorre o crescimento e o desenvolvimento do sistema nervoso (SANTOS-MONTEIRO et al., 2002) e endócrino (SYMONDS et al., 2001). Por isso, o fornecimento de uma alimentação balanceada configura-se um requisito fundamental o desenvolvimento adequado dos sistemas fisiológicos (DESAI et al.,1996).

Os ácidos graxos são componentes importantes das membranas celulares e possuem papéis importantes no pré-natal e no desenvolvimento. Os ácidos graxos têm demonstrado efeito no desenvolvimento cognitivo e comportamental e metabolismo energético (KOLETZKO et al., 2001; INNIS, 2007). O estado nutricional materno afeta o fornecimento de ácidos graxos ao feto. Durante a gravidez, os ácidos graxos passam para a placenta, e eles estão presentes no leite materno para cumprir seus papéis no desenvolvimento pós-natal (JENSEN, 1999; INNIS, 2005). Mudanças no ambiente metabólico, devido à insuficiência ou ingestão excessiva de nutrientes maternos, pode causar e implicações a longo prazo para a estrutura e função celular (INNIS, 2007), de modo que, desequilíbrios na ingestão de ácidos graxos durante a gestação podem causar mudanças estruturais e funcionais no metabolismo no desenvolvimento do feto (INNIS, 2011).

Estudos epidemiológicos e experimentais têm mostrado que os substratos alimentares fornecidos ao feto durante gravidez e recém-nascido imediatamente após o nascimento pode ter efeitos a longo prazo sobre a saúde, bem como no desenvolvimento de doenças metabólicas, incluindo doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2, hipertensão e obesidade (MARTIN et al., 2003; UAUY; SOLOMONS, 2005).

Os ácidos graxos têm funções vitais no metabolismo energético e no armazenamento de energia; aumentando o número de células, na promoção de funções celulares, na coordenação de comunicações intra e extracelulares, na regulação de genes que fornecem substratos de energia e controle celular em respostas ao meio metabólico (UAUY; MENA; ROJAS, 2000; BORDONI et al.,2006; JUMP, 2008). A composição das gorduras consumidas inseridas na dieta materna afeta as propriedades dos ácidos gordurosos que passam pela placenta pelo são segregados no leite materno. Os ácidos consumidos pela mãe durante o período fetal são considerados entre os fatores que afetam a programação fetal. O fator de risco mais importante associado com ácidos graxos é a ingestão excessiva de ácidos graxos n-6 e ingestão insuficiente de ácidos graxos n-3 (INNIS, 2007).

Dentre as fontes de ácidos graxos ômega 3, destaca-se a semente da chia (*Salvia hispanica L.*) é uma planta herbácea anual da família da menta (*Labiatae*). A semente de chia é considerada um alimento com um considerável teor de lipídeos, proteínas e fibras, além de que a energia ofertada pela chia é considerada uma das maiores do que aqueles encontrados em grãos de outras culturas, como arroz, cevada, aveia, trigo e milho, segundo estudos realizados por Ayerza e Coates (2004), Diario Oficial de la Unión Europea - EUR (2013) e United States Department of Agriculture - USDA (2002), (PICININ, 2014). Éssa semente é nativa do sul do México e norte da Guatemala e pode ser cultivada para produzir óleo, que é único que contém a maior proporção de ω -ácido linolênico (C18: 3) de qualquer fonte natural conhecida (AYERZA, 1995) e capacidade antioxidante (MARINELLI et al., 2014).

Pesquisa realizada por Poudyal et al. (2012) verificaram que ratos adultos alimentados com uma dieta rica em gordura e carboidratos e tratados com semente de chia durante 16 semanas induziu a redistribuição lipídica, melhorou funções cardiovasculares, metabólicas e hepáticas anormais desenvolvidas neste modelo experimental. Além disso, o tratamento com sementes ou óleo de chia em ratos induziram redução dos níveis de colesterol plasmático, colesterol-LDL, triglicerídeos (TG) e promoveu um aumento do colesterol-HDL (AYERZA; COATES, 2005; AYERZA JR.; COATES, 2007). No entanto, não existem estudos sobre a suplementação com óleo de chia na lactação e seus efeitos na prole adulta.

Diante disto, quais seriam os efeitos sobre os parâmetros bioquímicos da prole de ratas lactantes tratadas com uma dieta hiperlipídica com óleo de chia? Nesta perspectiva é fundamental avaliar a influência da alimentação materna sob o desenvolvimento da prole.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da dieta hiperlipídica com óleo de chia sobre os parâmetros bioquímicos da prole adulta de ratas tratadas durante a lactação.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito do óleo de chia sobre os triglicerídeos plasmáticos;
- Verificar os níveis de colesterol total e suas frações lipídicas (HDL e LDL);
- Verificar a glicemia plasmática;
- Analisar gordura hepática;
- Avaliar transaminase glutâmico-pirúvica (TGP).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PROGRAMAÇÃO FETAL

A expressão programação fetal é utilizado para descrever o processo pelo qual um estímulo ou insulto, quando aplicado no período crítico do desenvolvimento, tem efeitos permanentes sobre a estrutura e as funções do organismo (LUCAS, 1991). Para explicar essa programação, em estudos realizados segundo Hales e Barker (1992), propuseram a hipótese do “fenótipo econômico”, sugerindo que o desenvolvimento fetal é sensível ao ambiente nutricional. Dessa maneira, a programação aumentaria as chances de sobrevivência do feto sob condições de nutrição precárias e intermitentes e resultaria num metabolismo pós-natal alterado (GOTTLIEB; CRUZ; BODANESE, 2008).

Um conjunto crescente de evidências tem sustentado a ideia de que distúrbios ocorridos em períodos críticos do desenvolvimento fetal podem determinar alterações permanentes ou de longo prazo na fisiologia ou morfologia de um determinado órgão (ASHTON, 2000). Embora estas adaptações ocorram para sustentar o desenvolvimento fetal no útero, na vida extrauterina, estudiosos no assunto confirmam que essas alterações repercutem de forma importante em implicações patológicas na vida adulta (BARKER; CLARK, 1997; MCMILLEN et al., 2001).

Com esta perspectiva da importância do estilo de vida materno para o desenvolvimento feto-placentário, levantou-se hipótese sobre os mecanismos de programação fetal (AMORIN, 2010).

Com os avanços nas pesquisas acerca da programação fetal, estudos demonstram que a mesma pode ser obtida de duas maneiras: insuficiência placentária com a ligação da artéria uterina ou manipulação dietética (restrição calórica global, restrição proteica, restrição de micronutrientes ou dieta hiperlipídica) (ARMITAGE et al., 2004; NÜSKEN et al., 2011; RAO; PADMAVATHI; RAGHUNATHET, 2012). Quando é realizada a ligação da artéria uterina, em ratos, acontece a programação da resistência à insulina, resistência à leptina, aumento dos triglicérides circulantes e da adiposidade global no início da vida adulta em até 10 semanas de idade. Porém, quando a programação acontece devido à manipulação dietética, esses eventos acontecem mais tarde nos animais, com exceção da hipertensão arterial que aparece mais cedo em animais submetidos à restrição alimentar do que aqueles expostos à insuficiência placentária (NÜSKEN et al., 2011).

3.2 LIPÍDIOS DIETÉTICOS E PROGRAMAÇÃO FETAL

Os lipídeos desempenham uma variedade de funções celulares e são a principal forma de armazenamento de energia na maioria dos organismos, além disso exercer a função de transporte de vitaminas lipossolúveis, atuam como precursores de hormônios e determinados grupos são considerados funcionais (YOU DIM; MARTIN; JOSEPH, 2000).

Dentre alguns dos componentes lipídicos, os ácidos graxos (AG), se encontram distribuídos em todos os tecidos, principalmente nas membranas celulares e células de gordura, desempenhando importante função na estrutura da membrana celular, nos processos metabólicos e na produção de eicosanoides (WANTEN; CALDER, 2007).

Os lipídeos consumidos durante o período de gestação e lactação influenciam na saúde do feto devido passarem pela placenta ou no decorrer da ejeção do leite materno (INNIS, 2007). Desta forma, o consumo de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (LCPUFA) em quantidades satisfatórias tornam-se importantes para o crescimento e desenvolvimento fetal (JENSEN, 1999; INNIS, 2005; INNIS, 2007; INNIS, 2011). A conversão do ω -6 em DHA (ácido docosahexaenoico) ajuda no desenvolvimento do cérebro, nas funções enzimáticas e nos processos imunes do feto (HANE BUTT et al., 2008). Além do DHA, outros precursores de ácidos graxos poli-insaturados como o ω -3 também auxiliam na regulação das respostas inflamatórias e imunes (CALDER, 2008).

Em um estudo utilizando ratas utilizando cerca de 2,5% de ω -3 quando comparado ao ω -6 em que a proporção era de 1,2%, influenciou de forma positiva no desenvolvimento do cérebro (TIAN et al., 2011).

Ellis (2002), verificou que dietas com grandes quantidades de ácidos graxos saturados (AGS) promovem maior acúmulo de gordura, quando comparadas àquelas ricas em ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados (*polyunsaturated fatty acids* - PUFAs). Entretanto, alguns estudos relacionam os PUFAs com maior ganho de peso e indução de obesidade em hamsters e ratos, quando comparados com consumo de AGS (HILL et al., 1992; LOMBARDO; CHICCO, 2006).

Pesquisas tem mostrado que as consequências provocadas por uma alimentação com dieta hiperlipídica já estão bem estabelecidas nas funções cardiovasculares (ASCHERIO, 2002), sendo que a disfunção endotelial é mais severa em animais provenientes de mães que receberam dieta hiperlipídica na lactação (KHAN et al., 2005). Há pesquisas que referenciam os efeitos da restrição materna associadas à dieta hipercalórica pós-natal, sugerindo que esta

condição nutricional expõe a prole ao desenvolvimento da obesidade na vida adulta (VICKERS et al., 2000; VICKERS et al., 2001; VICKERS et al., 2003).

Assim, uma dieta hipercalórica no início da vida pós-natal pode resultar em algumas consequências, como a exemplo do aumento do peso corporal ao desmame, pois mudanças nutricionais em idade prematura podem afetar a regulação do apetite, alterando a resposta da insulina e da leptina e hormônios importantes responsáveis pelo desenvolvimento de circuitos hipotalâmicos ligados à regulação da ingestão alimentar (VICKERS et al., 2000; VELKOSKA et al., 2008).

3.3 CHIA (*Salvia Hispanica L.*)

A semente de chia (*Salvia hispânica L.*) é uma oleaginosa nativa do sul do México e norte da Guatemala. Seu nome deriva do nahuatl chian (que significa “oleoso”) e sua cultura foi expandida até a América do Sul, sendo comprovadamente consumida há séculos pelas civilizações Maias e Asteca. Recentemente, ressurgiu o interesse por esta semente, por ser considerada um alimento com significativo valor nutricional (AYERZA, 2005; JIN et al., 2012).

Em sua composição, há quantidade elevada de ácidos graxos insaturados que caracterizam a chia como alimento funcional (COATES et al., 2011), assim como um alto conteúdo de ácido linolênico (Tabela 1) fibras dietéticas e proteínas (PEIRETTI; GAI, 2009), além desses benefícios, a chia possui o efeito de regular a saciedade e, conseqüentemente, diminuir o consumo de calorias (AYERZA; COATES; LAURIA, 2002). A semente de chia é uma boa fonte de proteína, com variações de 19 a 27% do seu valor total (WEBER et al., 1991).

Ácido graxo (g / 100 g de óleo)	Quantidade (g/100g)
Ácido Mirrístico (C14:0)	0,04 ±0,01
Ácido Pentadecaenóico (C15:0)	0,03±0,00
Ácido Palmítico (C 16:0)	6,95±0,26
Ácido Palmitoléico (C16:1)	0,07±0,01
Ácido Margarino (C17:0)	0,05±0,01
Ácido Esteárico (C18:0)	4,33±0,34
Ácido Oléico (C18:1)	9,17±0,08
Ácido Linoléico (C18:2)	21,51±0,35
Ácido α-Linolênico (C18:3)	56,98±0,77
Ácido Araquidônico (C20:0)	0,30±0,01

Ácido Gadoléico (C20:0)	0,23±0,03
Ácido Eicosadienóico (C 20:2)	0,30±0,01
Ácido Fenílico (C 22:0)	0,09±0,00
Ácido Tricosanóico (C23:0)	0,02±0,00
Ácido Lignocérico (C24:0)	0,08±0,01
Ácido Graxo ω -3	57,02±0,77
Ácido Graxo ω -6	21,51±0,35

Tabela 1. Perfil dos ácidos graxos da semente de Chia (*Salvia Hispânica L.*) Adaptado de (DING et al., 2018).

Na indústria alimentícia, a chia tem sido utilizada para determinados fins, como semente *in natura*, farinha, mucilagem e óleo. Em suas propriedades há uma alta quantidade de vitaminas e minerais, como riboflavina, niacina, tiamina, cálcio, fósforo, potássio, zinco e cobre; dessa forma, a chia é considerada um alimento de importante interesse para enriquecimento de diversos produtos alimentícios e tem sido utilizada no combate a doenças crônicas não transmissíveis (BOMFIM; KANASHIRO 2016).

Óleo de Chia é único entre os demais óleos que contém a maior proporção de ω 3 ácido linolênico (Tabela 2) (C18: 3) de qualquer fonte natural conhecida (AYERZA et al., 1995).

Ácido graxos	Concentração de ácidos graxos (mg/100g)
Saturado	
Ácido Mirístico (C14:0)	0,32±0,01
Ácido Palmítico (C16:0)	67.88 ± 1.75
Ácido Esteárico (C18:0)	27.91 ± 0.73
Monoinsaturado	
Ácido Oléico (C18:1)	54.09 ± 1.36
Ácido Araquidônico (C20:0)	2.35 ± 0.04
Poli-insaturado	
Ácido Linoléico (C18:2)	181.94 ± 5.75
Ácido α - Linolênico (C18:3)	565.52 ± 24.4
Índices e somas	
SFA	99.24
MUFA	54.09

PUFA	747.46
PUFA:SFA	7.53
ω -6/ ω -3	0.32

Tabela 2. Concentração de ácidos graxos em natura no óleo de Chia Adaptação da tabela da composição de ácidos graxos em natura no óleo de Chia (SOUZA et al., 2017).

Muitas pesquisas têm demonstrado que o consumo regular ou suplementação dietética com ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa pode resultar em inúmeros benefícios para a saúde (ALBERT et al., 2005). Alguns dados da literatura indicam que o óleo de chia possui alto potencial antioxidante confirmado por diferentes testes in vitro (MARTINEZ-CRUZ, 2014; MARINELI et al., 2015), sendo considerado uma fonte de antioxidante natural devido ao conteúdo de tocoferóis, fitoesteróis, carotenoides e alguns compostos fenólicos.

Pesquisa realizada por Fortino et al. (2017) analisou o efeitos da semente de chia na dieta durante a vida pós-natal na prole exposta a uma dieta rica em sacarose (SRD) do útero à idade adulta. Ao desmame, a semente de chia (rica em ácido α -linolênico) substituiu o óleo de milho (rico em ácido linoleico) no SRD. Os resultados mostraram que a chia foi capaz de prevenir o desenvolvimento de hipertensão, esteatose hepática, hipertrigliceridemia e hipercolesterolemia. A homeostase da glicose e os níveis de ácidos graxos livres de plasma foram melhorados, enquanto a adiposidade visceral diminuiu ligeiramente. Estes resultados indicam que a incorporação de semente de chia na dieta na vida pós-natal pode fornecer uma opção terapêutica viável para prevenir / mitigar os resultados adversos induzidos por um SRD do útero à idade adulta.

O óleo de chia é uma alternativa no fornecimento alfa linolênico (C18: 3 n-3, ALA) com o objetivo de reduzir os déficits de ácido docosa-hexaenóico (DHA). Estudos avaliou a modificação do perfil de ácidos graxos do leite obtido de mães chilenas que receberam óleo de chia durante a gestação e lactação. No estudo foi recrutado mulheres grávidas saudáveis (22-35 anos) que receberam 16 mL de óleo de chia diariamente no último trimestre de gravidez até os primeiros seis meses de lactação. O consumo de óleo de chia durante o último trimestre da gravidez e os primeiros três meses de amamentação aumentam transitoriamente o teor de leite do DHA (KABARAN; BESLER, 2015).

Gestantes e nutrizas têm uma exigência fisiológica de n-3 LCPUFA, e especificamente de DHA, para assegurar o crescimento e o desenvolvimento adequado e normal da criança (LEMIEUX et al., 2015). Quase todo o DHA é transportado para a placenta durante a gravidez e acometido ativamente no cérebro fetal e nos tecidos

visuais. Após o nascimento, o DHA é fornecido ao recém-nascido através do leite materno, que contém uma pequena mas significativa quantidade de DHA (0,30% -0,32%) (NISHIMURA et al., 2014).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo tratou-se de uma pesquisa de caráter descritiva, em que apenas registra e descreve os fatos observados sem interferir (PRODANOV, 2013) e exploratória na qual segundo Gil (2010), o pesquisador procura explicar os porquês das coisas e suas causas, por meio do registro, da análise, da classificação e da interpretação dos fenômenos observados, e para fim experimental procura-se refazer as condições de um fato a ser estudado, para observá-lo sob controle (PRODANOV, 2013). Portanto esse estudo possuiu todas estas características pois lidou com a prole de mães suplementadas com óleo de chia durante a fase de lactação.

4.1 ANIMAIS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Nutrição Experimental (LANEX) no Centro de Educação e Saúde *campus* Cuité (PB) da Universidade Federal de Campina Grande. Foram utilizados no total cerca de quarenta e quatro (44) ratos machos. Para alcançar a quantidade de animais, foram necessárias cerca de nove (9) ratas fêmeas com idade entre 120 e 150 dias, as quais foram submetidas ao acasalamento, e pôde-se confirmá-la através do esfregaço vaginal. Logo em seguida, as mães dos grupos experimentais dividiram-se de acordo com o tipo de dieta: grupo controle (GC) grupo chia (GS) e grupo banha (GB) recebendo desde o nascimento dos filhotes até o 21º dia lactação e a prole dividiu-se em três grupos conforme a dieta consumida pelas mães durante a lactação. As ratas prenhas e a prole foram alojadas em gaiolas mantidas em condições padrão de temperatura $23 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade de $65 \pm 5\%$ sobre um ciclo claro/escuro de 12/12 horas (início do ciclo claro às 6:00 h e término às 18:00 h) recebendo ração e água *ad libitum*. As ninhadas foram padronizadas aleatoriamente com seis filhotes machos, sendo realizado o desmame aos 21 dias pós-parto. Quando necessário, ratas fêmeas foram incluídas às ninhadas para que as mesmas fossem padronizadas em 6 filhotes cada, no entanto, às mesmas não eram usadas nos testes. Com os filhotes machos realizou-se a avaliação dos parâmetros bioquímicos.

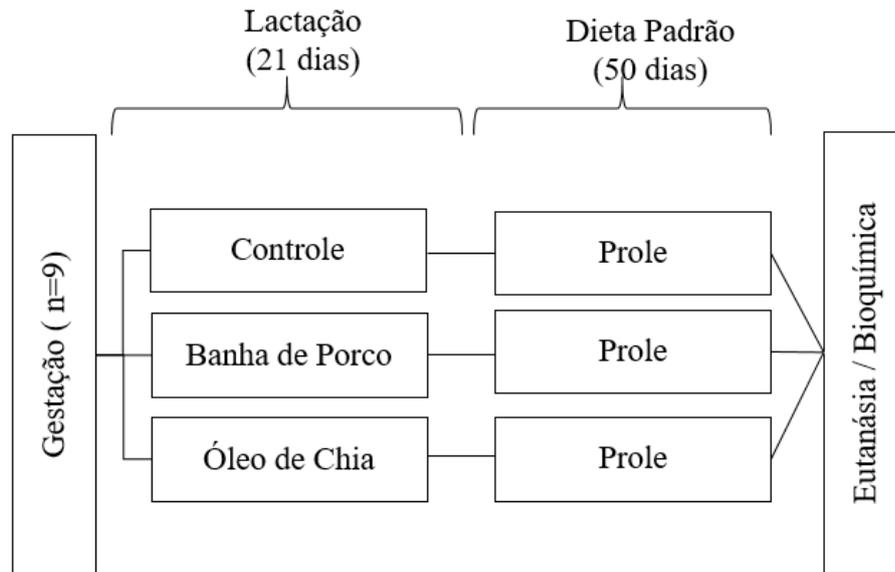


Figura 1. Ensaio biológico.

4.2 DIETAS

Os grupos lactantes receberam três tipos de dieta conforme a fonte lipídica durante fase de lactação: dieta controle, dieta com óleo de chia e dieta com banha de porco, sendo estas últimas consideradas como dietas hiperlipídicas. O grupo controle recebeu a dieta padrão 100% labina comercial (Presence); já o grupo chia recebeu dieta contendo 95% labina comercial mais 5% de óleo de chia; e o grupo com banha de porco, a dieta continha 95% labina comercial e 5% banha de porco. As dietas foram elaboradas semanalmente no laboratório de Bromatologia da Universidade Federal de Campina Grande, *campus* Cuité (PB). Com base no estudo de Santillán et al., (2010) as dietas experimentais com banha e chia seguiram as seguintes etapas: 20 ml de óleo de chia ou de banha de porco e misturar juntamente com a ração comercial em pó para os animais (380g), logo depois homogeneizou-se com água e colocou para secar na estufa de dupla circulação de ar à 40° C de temperatura durante 6 horas.

Tabela 3. Elaboração da dieta.

Ingredientes	Dieta Controle	Dieta com Banha	Dieta com Chia
Labina em pó	400 g	380 g	380 g
Óleo de chia	---	---	20 ml
Banha de porco	---	20 ml	---

4.3 EUTANÁSIA DOS ANIMAIS

Ao final dos 71 dias de vida da prole, os animais foram submetidos ao período de jejum por 8 horas e logo em seguida anestesiados Cloridrato de Ketamina e Xilasina (1ml/kg de peso). O sangue foi coletado através do método de punção cardíaca e utilizado para determinações bioquímicas.

4.4 ANÁLISES BIOQUÍMICAS

O sangue foi coletado e armazenado em tubos de ensaio (5mL em cada tubo). Posteriormente, as amostras foram centrifugadas à 3.000 rpm por 15 minutos e o sobrenadante recolhido para serem armazenados em tubos eppendorfs e refrigerados à -20°C até a análise.

Para a obtenção dos níveis de glicemia, colesterol total, triglicerídeos, colesterol- HDL, colesterol- LDL), transaminase pirúvica (TGP) utilizou metodologias específicas conforme os fabricantes dos kits enzimáticos da Labtest.

4.5 PERCENTUAL DE GORDURA

Após obtenção do peso total do fígado, retirou-se da amostra (2g) para determinação do percentual de gordura hepática utilizando o método de Folch.

4,6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para a análise dos dados bioquímicos aplicou-se a análise de variância (ANOVA) nas comparações entre os diversos parâmetros avaliados dos diferentes grupos. Em casos de diferença estatística entre os grupos utilizou-se o pós-teste Holm-Sidak. Em todos os casos, o nível de significância considerado para rejeição da hipótese nula foi de 5%. Por fim, para o cálculo dos dados, foi utilizado o programa – Sigma Stat versão 3.1.

4.7 ASPECTOS ÉTICOS

Por se tratar de uma pesquisa envolvendo animais, o mesmo foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética de Animais do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), sob Protocolo 0250/15, atendendo as especificações no uso de animais para fins científicos e didáticos

5 RESULTADOS

Os dados bioquímicos plasmáticos demonstraram que os níveis de glicemia (figura 2A) da prole de lactantes suplementados com óleo de chia foi significativamente menor quando comparados aos grupos controle e ao grupo banha de porco ($p < 0,05$). Sendo que a prole de lactantes tratadas com banha de porco, apresentaram elevados níveis de glicemia em relação ao demais ($p < 0,05$).

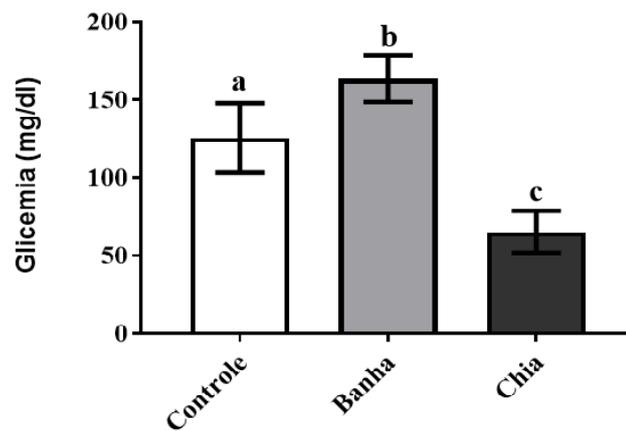
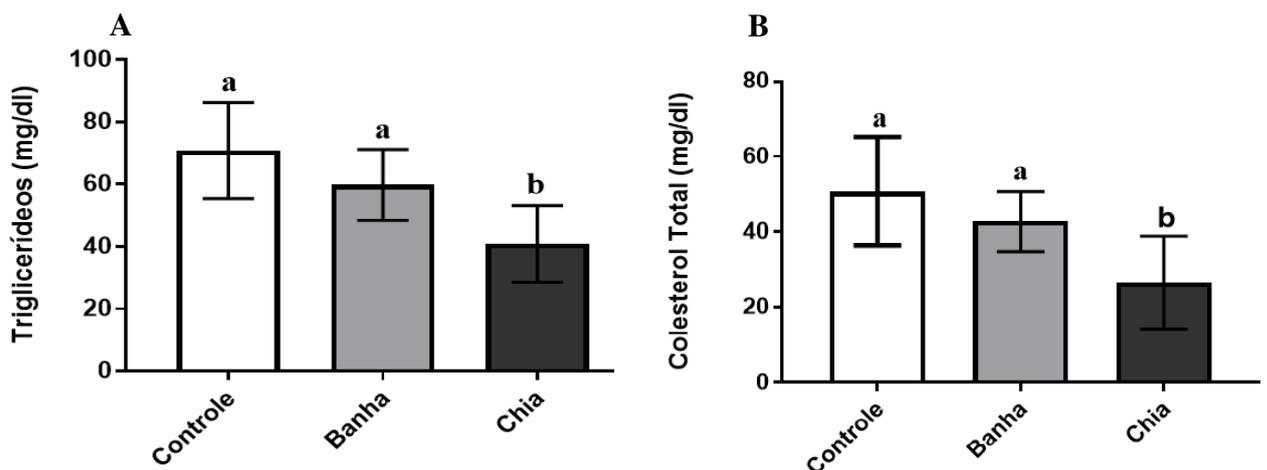


Figura 2. Níveis plasmático de glicose da prole adulta de ratas tratadas durante a lactação. Dados expressos em média \pm desvio padrão ($n = 10$ por grupo).^{abc} Diferentes letras entre colunas indicam diferenças entre grupos experimentais (One-Way ANOVA) ($p < 0,05$);

Com relação ao perfil lipídico plasmático, foi observado baixos níveis de triglicerídeos (figura 3A), colesterol total (figura 3B) e LDL (figura 3C) e aumento dos níveis de HDL (figura 3D) na prole das lactantes que consumiram a dieta contendo óleo de chia, comparado aos demais grupos ($p < 0,05$). Tais resultados indicam efeito protetor de óleo de chia sobre os fatores de risco para aterosclerose na prole adulta como apresentado nos gráficos indicando o índice aterogênico (figura 4A) e (figura 4B).



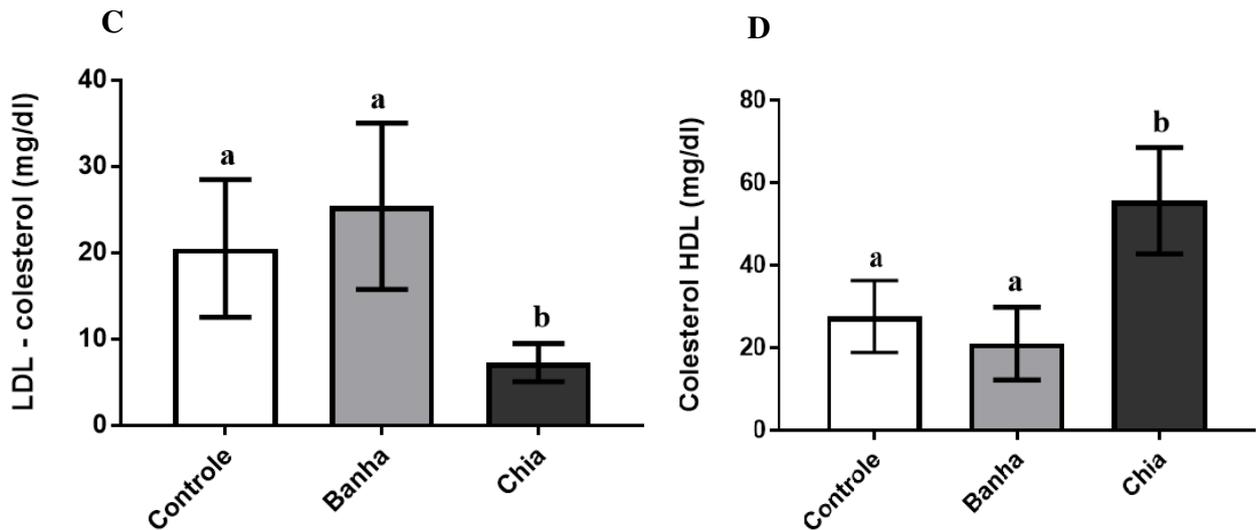


Figura 3. Perfil lipídico plasmático da prole adulta de ratas tratadas durante a lactação. Dados expressos em média \pm desvio padrão (n = 10 por grupo).^{ab} Diferentes letras entre colunas indicam diferenças entre grupos experimentais (One-Way ANOVA) ($p < 0.05$);

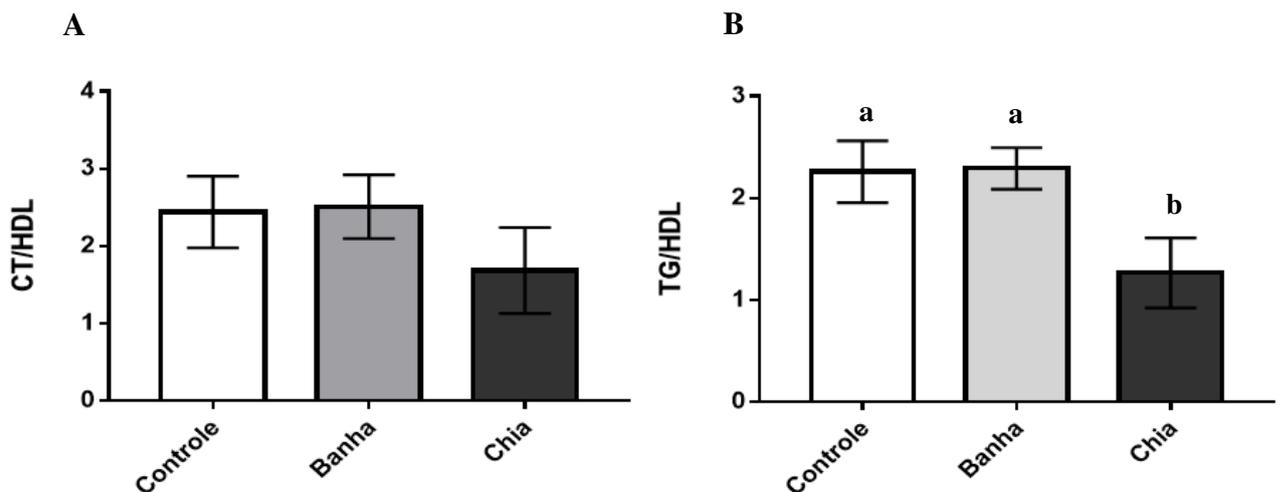


Figura 4. Índices aterogênicos da prole adulta de ratas tratadas durante a lactação. Dados expressos em média e desvio padrão (n = 10 por grupo).^{ab} Diferentes letras entre colunas indicam diferenças entre grupos experimentais (One-Way ANOVA) ($p < 0.05$);

Em relação aos percentuais de gordura hepática e os níveis de transaminase glutâmico-pirúvica (TGP) hepática (figura 5A), não foi constatado diferenças significativas ($p > 0,05$) demonstrando assim que, as dietas não promoveram acúmulo de gordura no fígado, não promovendo alterações na função hepática. Quanto ao percentual de gordura hepática (figura 5B), não apresentaram diferenças significativas entre os grupos de proles adultas de ratas tratadas durante a lactação.

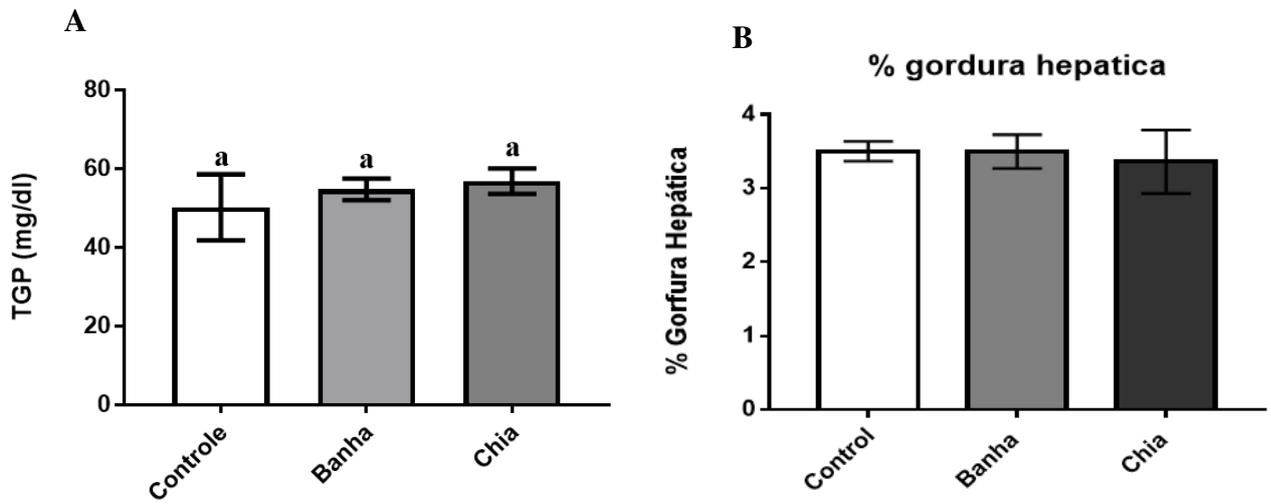


Figura 5. Níveis plasmáticos de TGP e percentual de gordura hepática da prole adulta de ratas tratadas durante a lactação. Dados expressos em média \pm desvio padrão ($n = 10$ por grupo).^{ab} Diferentes letras entre colunas indicam diferenças entre grupos experimentais (One-Way ANOVA) ($p < 0.05$);

6 DISCUSSÃO

A partir da análise de diferentes tipos de gorduras na prole de lactantes, observou-se diferenças principalmente quanto aos animais adultos suplementados com óleo de chia no parâmetro glicêmico, perfil lipídico, índice aterogênico, as enzimas hepáticas e ao percentual de gordura.

Em relação aos níveis glicêmicos, uma pesquisa realizada por Santos et al., (2016) verificaram que ratos *Wistar* recém desmamados e tratados durante 25 dias com óleo de chia, óleo de cártamo e óleo de gergelim também apresentaram menores níveis de glicemia plasmática. Apesar destes resultados corroborarem com os obtidos em nossa pesquisa, nosso estudo difere em termos metodológicos, pois as dietas experimentais foram ofertadas as lactantes durante 21 dias, e foi avaliado os parâmetros bioquímicos da prole destas lactantes na idade adulta. Dessa forma, sugere-se que o perfil de ácidos graxos das dietas tenha influenciado a composição do leite materno induzindo alterações nos níveis glicêmicos e demais parâmetros. Segundo Picciano (2001), existem alguns fatores que podem influenciar a composição do leite materno, entre eles, destacam-se a nutrição materna, fase de lactação, individualidade genética, entre outros. Dentre os macronutrientes presentes no leite, os lipídeos constituem uma grande fonte de energia, porém a qualidade dos lipídeos secretados no leite será influenciado de acordo com a dieta materna (TINOCO et al., 2007). Caso a dieta seja composta com uma predominância de gordura animal, conseqüentemente terá aumento dos ácidos graxos saturados. O mesmo se aplica em relação ao ácido linoleico e seus derivados assim como para as dietas ricas em carboidratos (LAMOUNIER; VIEIRA; GOUVEIA, 2009), o que pode ter repercutido no presente estudo em que o perfil dos ácidos graxos das dietas maternas durante a lactação pode ter influenciado nos níveis de glicemia.

Para uma melhor observação dos efeitos da dieta hiperlipídica na prole, um estudo utilizando ratas durante o período de gestação e lactação, estas por sua vez foram alimentadas com uma dieta contendo 30% menos energia e o outro grupo com uma dieta padrão. A prole dos animais que receberam a dieta com menor quantidade de energia, foram suplementadas posteriormente com uma dieta hiperlipídica contendo 30% de energia na forma de gordura, e ao chegar aos 100 dias de vida (fase adulta), notou-se um aumento na pressão arterial sistólica e um aumento nos níveis de insulina (VICKERS et al., 2000).

O consumo excessivo de ácidos graxos saturados está associado com o aumento da resistência à insulina e alterações no metabolismo lipídico favorecendo o surgimento de maiores níveis de glicose no sangue (MONTGOMERY et al., 2013). Em um estudo de Picinato et

al.,(1998) relatou que dietas ricas em ácidos graxos saturados (banha de porco) reduzem a resposta das ilhotas de Langerhans à glicose, enquanto que dietas ricas em ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados propiciam um aumento nessa resposta por potencializar a secreção de insulina em resposta à concentração basal de glicose , corroborando com o nossos resultados, no qual a prole dos animais que receberam a dieta contendo a banha de porco apresentaram um aumento nos níveis glicêmicos quando comparado com o grupo controle. Além disso, a redução da glicemia pode ser também atribuída a presença compostos bioativos como tocoferóis e compostos fenólicos presentes no óleo de chia. Dentre esses compostos, se destaca o ácido caféico e o rosmarínico os quais desempenham algumas propriedades funcionais (REYES-CAUDILLO; TECANTE; VALDIVIA-LÓPEZ, 2008; CAPITANI et al. 2012; MARTINEZ-CRUZ; PAREDES-LOPES, 2014).

A redução dos níveis das frações lipídicas plasmáticas pode ser justificada pela proporção de ácido alfa-linolênico (ω -3) presente no óleo de chia. O óleo de chia contém ácido alfa-linolênico que é precursor do ácido eicosapentaenóico (EPA) e o ácido docosa-hexaenoico (DHA) (GUILLOU, 2010), importantes na regulação do metabolismo lipídico (NAKAMURA; NARA, 2014; BARCELÓ-COBLIJN; MURPHY, 2009; TU, et al., 2010). Ayerza e Coates (2005), avaliaram os efeitos do consumo de dietas com semente de chia e óleo de chia sobre os parâmetros bioquímicos em ratos e constataram que os animais que consumiram estas dietas reduziram os níveis de forma significativa de triglicerídeos, colesterol total, índice aterogênico (TG/ HDL) e aumentaram os níveis de HDL, corroborando assim com os resultados obtidos em nosso estudo.

O consumo de ácido alfa linolênico ajuda na redução dos níveis de triglicerídeos por reduzir a síntese de APO-B (lipoproteína responsável pelo transporte de colesterol para os tecidos) proporcionando um aumento do catabolismo dos quilomícrons por estimular a ação da enzima lipoproteína lipase (SBC, 2013). Um estudo recente constatou que a suplementação com 2 a 4 g de EPA/DHA ao dia pode reduzir os níveis de triglicérides (TG) em até 25% a 30%, aumentar os níveis de HDL-colesterol (1% a 3%) e elevar os de LDL-colesterol em até 5% a 10% (WARRIS, 1997; BALK et al., 2006; HARTWEG et al., 2008). A redução do triglicerídeos está relacionada com a quantidade a ser administrada, podendo promover uma redução de aproximada de 5% a 10% para cada 1 g de EPA/DHA consumido ao dia (MILLER et al., 2011).

O consumo de dietas hiperlipídicas (14%) contendo óleo de soja e azeite de oliva promoveram redução nos níveis de colesterol total (MORAIS et al., 2003). Segundo Champe e Harvey (2000), as gorduras monoinsaturadas presentes no azeite de oliva são tão efetivas

quanto as gorduras poli-insaturadas e possuem a capacidade de reduzir o colesterol no sangue, quando substituem os ácidos graxos saturados. Segundo a Sociedade Brasileira de Cardiologia (2013), os efeitos dos ácidos graxos saturados ainda são controversos na prevenção de riscos de doenças cardiovasculares, devido as poucas evidencias em relação ao efeito dos fatores pró-inflamatórios (MICHA; MOZAFFARIAN, 2010; SUDHEENDRAN; CHANG; DECKELBAUM, 2010), e quanto a resistência à insulina e DM (diabetes mellitus) (MICHA; MOZAFFARIAN, 2010) justificando o que foi encontrado no presente estudo.

O índice aterogênico é utilizado como um parâmetro preditor do surgimento de doenças cardíacas através de cálculos entre o colesterol e suas frações. Estudos apontam que a razão TG/HDL-c é um índice aterogênico que tem provado ser um significativo preditor para o infarto agudo do miocárdio (IAM), ainda mais forte do que a razão CT/HDL-c e LDL-c/HDL-c. Também demonstraram que os indivíduos que se encontravam no maior quartil para a razão TG/HDL-c apresentavam um risco de 16 vezes mais de ter um IAM comparado com os pacientes do menor quartil (GAZIANO, et al., 1997).

De acordo com o Teixeira et al. (2009) a enzima transaminase glutâmico-pirúvica (TGP) funciona tornando-se o indicador mais sensível para danos hepáticos, que é encontrada inicialmente no fígado. Quando por exemplo, ocorre acúmulo de gordura hepática no fígado os níveis destas enzimas podem se alterar. No presente estudo, a função hepática indicado por este parâmetro foi normal e não houve o acúmulo de gordura no fígado. Corroborando com os nossos resultados, Santo et al. (2016) verificaram que o tratamento com diferentes fontes lipídicas entre elas o óleo de chia, não alterou os níveis de TGP, configurando, dessa forma, que os óleos não apresentaram nenhum dano hepático.

7 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os dados encontrados no presente estudo demonstram que o tipo de dieta ofertada durante o período de lactação exerce influência sobre o metabolismo bioquímico plasmático da prole na idade adulta. A oferta do óleo de chia durante o período de lactação atuou reduzindo os fatores de riscos para doenças cardiovasculares, indicado pela redução dos níveis de glicemia, triglicérides, colesterol total, colesterol LDL, e aumentou os níveis de HDL na prole adulta. Diante desses resultados, sugere-se novos estudos no intuito de analisar quais seriam os efeitos nas mães durante o período de gestação e lactação e a repercussão da prole na vida adulta.

REFERÊNCIAS

ALBERT, C.M. et al. Dietary α -linolenic acid intake and risk of sudden cardiac death and coronary heart disease. **Circulation**, v. 112, n. 21, p. 3232-3238, 2005.

AMORIN, M.A. F. **Introdução de programação fetal pela desnutrição e treinamento físico em ratos: estudo de parâmetros físicos e bioquímicos em fêmeas e sua prole**. 127 f. Teses (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

ARMITAGE, J. A. et al. 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.

ASCHERIO, A. Epidemiologic studies on dietary fats and coronary heart disease. **American Journal of Medicine**, v. 113, n.9, p. 9–12S, 2002.

ASHTON, N. Perinatal development and adult blood pressure. **Brazilian Journal of Medical and Biology Research**, v.33, n. 7, p.731-740, julh. 2000.

AYERZA JR, R.; COATES, W. Effect of dietary α -linolenic fatty acid derived from chia when fed as ground seed, whole seed and oil on lipid content and fatty acid composition of rat plasma. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 51, n. 1, p. 27-34, 2007.

AYERZA, R. Oil content and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica* L.) from five northwestern locations in Argentina. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 72, p. 1079-1081, 1995.

AYERZA, R.; COATES, W. Composition of chia (*Salvia hispanica*) grown in six tropical and subtropical ecosystems of South America. **Tropical Science**, v. 44, n. 3, p. 131-135, 2004.

AYERZA, R.; COATES, W. Ground chia seed and chia oil effects on plasma lipids and fatty acids in the rat. **Nutrition Research**, v. 25, n. 11, p. 995-1003, 2005.

AYERZA, R.; COATES, W.; LAURIA, M. Chia seed (*Salvia hispanica* L.) as an omega-3 fatty acid source for broilers: influence on fatty acid composition, cholesterol and fat content of white and dark meats, growth performance, and sensory characteristics. **Poultry Science**, v. 81, n. 6, p. 826-837, 2002.

BALK, E. M. et al. Effects of omega-3 fatty acids on serum markers of cardiovascular disease risk: a systematic review. **Atherosclerosis**, v. 189, n. 1, p. 19-30, 2006.

BARCELÓ-COBLIJN, Gwendolyn; MURPHY, Eric J. Alpha-linolenic acid and its conversion to longer chain n-3 fatty acids: Benefits for human health and a role in maintaining tissue n-3 fatty acid levels. **Progress in lipid research**, v. 48, n. 6, p. 355-374, 2009.

BARKER, D. J. P.; CLARK, P. M. Fetal undernutrition and disease in later life. **Reviews of reproduction**, v. 2, n. 2, p. 105-112, 1997.

BOMFIM, N. S.; KANASHIRO, A. D. S. Propriedades nutricionais da *salvia hispanica* l. e seus benefícios para a saúde humana. **Unoesc & Ciência – ACBS**, v. 7, n. 2, p. 199-206, jul./dez. 2016.

BORDONI, A. et al. Polyunsaturated fatty acids: from diet to binding to PPARs and other nuclear receptors. **Genes & Nutrition**, v. 1, n. 2, p. 95-106, 2006.

CALDER, P. C. The relationship between the fatty acid composition of immune cells and their function. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v. 79, n. 3-5, p. 101-108, 2008.

CAPITANI, M. I. et al. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. **Food Science and Technology**, v. 45, n. 1, p. 94-102, 2012.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. **Bioquímica ilustrada**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, p.446, 2000.

COATES, Wayne et al. Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). **Industrial Crops and Products**, v. 34, n. 2, p. 1366-1371, 2011.

DESAI, M. et al. Organ-selective growth in the offspring of protein-restricted mothers. **British Journal of Nutrition**, v. 76, n. 4, p. 591-603, 1996.

DING, Y. et al. Nutritional composition in the chia seed and its processing properties on restructured ham-like products. **Journal of Food and Drug Analysis**, v, 26, n.1, p.124-134.jan.2018.

ELLIS, J.; LAKE, A.; HOOVER-PLOW, J. Monounsaturated canola oil reduces fat deposition in growing female rats fed a high or low fat diet. **Nutrition Research**, v. 22, n. 5, p. 609-621, 2002.

EUROPEO, Parlamento; DE LA UNIÓN EUROPEA, Consejo. DIRECTIVA 2013/37/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 26 de junio de 2013 por la que se modifica la Directiva 2003/98/CE relativa a la reutilización de la información del sector público. 2013.

GAZIANO, J. Michael et al. Fasting triglycerides, high-density lipoprotein, and risk of myocardial infarction. **Circulation**, v. 96, n. 8, p. 2520-2525, 1997.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOTTLIEB, M.G. V.; CRUZ, I. B. M.; BODANESE, L. C. Origem da síndrome metabólica: aspectos genético-evolutivos e nutricionais. **Scientia Medica**, v. 18, n. 1, p. 31-8, 2008.

GUILLOU, H., et al. The key roles of elongases and desaturases in mammalian fatty acid metabolism: Insights from transgenic mice. **Progress in Lipid Research**, v.49, n.5, p. 186-199, 2010.

HALES, C. N.; BARKER, D.JP. Type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus: the thrifty phenotype hypothesis. **Diabetologia**, v. 35, n. 7, p. 595-601, 1992.

HANEBUTT, F. L. et al. Long-chain polyunsaturated fatty acid (LC-PUFA) transfer across the placenta. **Clinical Nutrition**, v. 27, n. 5, p. 685-693, 2008.

HARRIS, W.S. n-3 fatty acids and serum lipoproteins: human studies. **The American journal of clinical nutrition**.v,65, n.5, p. 1645-1654, 1997.

HARTWEG, J. et al. Omega-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA) for type 2 diabetes mellitus. **The Cochrane Library**, 2008.

HILL, J.O. et al. Development of dietary obesity in rats: Influence of amount and composition of dietary fat. **International Journal of Obesity**, v. 16, n. 5, p. 321-333, 1992.

INNIS, S. M. Fatty acids and early human development. **Early human development**, v. 83, n. 12, p. 761-766, 2007.

INNIS, S. M. Metabolic programming of long-term outcomes due to fatty acid nutrition in early life. **Maternal & child nutrition**, v. 7, n. 2, p. 112-123, 2011.

INNIS, S.M. Essential fatty acid transfer and fetal development. **Placenta**, v.26, p.70-75, 2005.

JENSEN, R.G. Lipids in human milk. **Lipids**, v.34, n. 12, p. 1243-1271, 1999.

JIN, F. et al. Supplementation of milled chia seeds increases plasma ALA and EPA in postmenopausal women. **Plant Foods For Human Nutrition**, v. 67, n. 2, p. 105-110, 2012.

JUMP, D. B. N-3 polyunsaturated fatty acid regulation of hepatic gene transcription. **Current opinion in lipidology**, v. 19, n. 3, p. 242-247, 2008.

KABARAN, S; BESLER, H. T. Do fatty acids affect fetal programming?. **Journal of Health, Population and Nutrition**, v. 33, n. 1, p. 14, 2015.

KHAN, I. Y. et al. 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. R127-R133, 2005.

KOLETZO, B. et al. Long chain polyunsaturated fatty acids (LC-PUFA) and perinatal development. **Acta Paediatrica**, v. 90, n. 4, p. 460-464, 2001.

LAMOUNIER, J.A.; VIEIRA, G. de O.; GOUVÊA, L. C. **Composição do leite humano-Fatores nutricionais**. Rego JD. Aleitamento Materno. São Paulo: Atheneu, p. 177, 2009.

LEMIEUX, M. J. et al. Eicosapentaenoic Acid Reduces Adipocyte Hypertrophy and Inflammation in Diet-Induced Obese Mice in an Adiposity-Independent Manner. **The Journal of nutrition**, v. 145, n. 3, p. 411-417, 2014.

LOMBARDO. Y.B.; CHICCO, A.G. Effects of dietary polyunsaturated n-3 fatty acids on dyslipidemia and insulin resistance in rodents and humans: a review. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.17, n.1, p.1-13, 2006.

LUCAS, A. Programming by early nutrition in man. **The childhood environment and adult disease**, v. 1991, p. 38-55, 1991.

MARINELI, R. S. et al. Antioxidant potential of dietary chia seed and oil (*Salvia hispanica* L.) in diet-induced obese rats. **Food Research International**, v. 76, p. 666-674, 2015.

MARTIN, R.M et al. Infant nutrition and blood pressure in early adulthood: the Barry Caerphilly Growth study. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 77, n. 6, p. 1489-1497, jun. 2003.

MARTINEZ- CRUZ, O.; PAREDES-LOPES, O. Phytochemical profile and nutraceutical potential of chia seeds (*Salvia hispânica* L.) by high performance liquid chromatography. **A Journal of Chromatography**. v. 1346, p.48- 48, 2014.

MCMILLEN, I. C. et al. Fetal growth restriction: adaptations and consequences. **Reproduction**, v. 122, n. 2, p. 195-204, 2001.

MICHA, R; MOZAFFARIAN, D. Saturated fat and cardiometabolic risk factors, coronary heart disease, stroke, and diabetes: a fresh look at the evidence. **Lipids**, v. 45, n. 10, p. 893-905, 2010.

MILLER, M, et al.; American Heart Association Clinical Lipidology, thrombosis, and prevention committee of the council on nutrition, physical activity, and metabolism, council on arteriosclerosis, thrombosis and vascular biology, council on cardiovascular n. Triglycerides and cardiovascular disease: a scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**, v. 123, p. 2292-2333, 2011.

MORAIS, C. S. N. et al. Efeitos das fontes e níveis de lipídios nas dietas de ratos machos da linhagem wistar (*rattus norvegicus*) sobre frações lipídicas do sangue. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 5, p. 1082-1088, 2003.

NAKAMURA, M. T.; NARA, T. Y. Structure and dietary regulation of delta-6, delta-5, delta-9 desaturase. **Annual Review of Nutrition**, v. 24, p. 345-376, 2014.

NISHIMURA, R.Y. et al. A ingestão dietética de ácidos graxos poliinsaturados durante o atraso da gravidez afeta a composição de ácidos graxos do leite materno maduro. **Nutrição**, v.30, n.6, p. 685-689, 2014.

NÜSKEN, K. D. et al. Fetal programming of gene expression in growth-restricted rats depends on the cause of low birth weight. **Endocrinology**, v. 152, n. 4, p. 1327-1335, 2011.

- PEIRETTI, P. G.; GAI, F. Fatty acid and nutritive quality of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds and plant during growth. **Animal Feed Science and Technology**, v. 148, n. 2-4, p. 267-275, 2009.
- PICCIANO, M. F.. Nutrient composition of human milk. **Pediatric Clinics**, v. 48, n. 1, p. 53-67, 2001.
- PICINATO M.C. et al. Soybean- and olive-oils-enriched diets increase insulin secretion to glucose stimulus in isolated pancreatic ratslets. **Physiology Behavior**, v. 65, n. 2, p. 289-294, 1998.
- PICININ, C.T.R. Caracterização química, ação antioxidante e influência do consumo de grão de chia (*Salvia hispânica* L.) nos níveis glicêmicos. 2014.138p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.
- POUDYAL, H. et al. Lipid redistribution by α -linolenic acid-rich chia seed inhibits stearyl-CoA desaturase-1 and induces cardiac and hepatic protection in diet-induced obese rats. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 23, n. 2, p. 153-162, 2012.
- PRODANOV, C. C.; DE FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico-2ª Edição**. Editora Feevale, 2013.
- RAO, K. R.; PADMAVATHI, I. J. N.; RAGHUNATH, M. Maternal micronutrient restriction programs the body adiposity, adipocyte function and lipid metabolism in offspring: a review. **Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders**, v. 13, n. 2, p. 103-108, 2012.
- REYES-CAUDILLO, E.; TECANTE, A.; VALDIVIA-LÓPEZ, M.A. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. **Food Chemistry**, v,107, n.2, p.656-663,2008.
- SANTILLÁN, M. E. et al. Developmental and neurobehavioral effects of perinatal exposure to diets with different ω -6: ω -3 ratios in mice. **Nutrition**, v. 26, n. 4, p. 423-431, 2010.
- SANTO, B. L. et al. Impacto de diferentes fontes lipídicas em parâmetros bioquímicos de ratos Wistar. **Revista Uniabeu**, v.9, n.23, p.69-79, 2016.
- SANTOS, R.D. et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz sobre o consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v.100, p.1-40 (1Supl.3), 2013.

- SANTOS-MONTEIRO, J. et al. Estimulação psicossocial e plasticidade cerebral em desnutridos Psychosocial stimulation and brain plasticity in malnourished individuals. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, Recife, v. 2, n. 1, p. 15-22, jan./abril, 2002.
- SOUZA, M. F. et al. Fatty acids profile of chia oil-loaded lipid microparticles. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, v. 34, n.3, p.659-669, julh/setem.2017.
- SUDHEENDRAN, S.; CHANG, C. C.; DECKELBAUM, R. J. N-3 vs. saturated fatty acids: effects on the arterial wall. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids (PLEFA)**, v. 82, n. 4-6, p. 205-209, 2010.
- SYMONDS, M. E. et al. Fetal endocrinology and development--manipulation and adaptation to long-term nutritional and environmental challenges. **Reproduction**, v. 121, n. 6, p. 853-862, 2001.
- TEIXEIRA, L.T.A, et al. Avaliação de efeitos toxicológicos e comportamentais da *Hypericum perforatum* da *Piper methysticum* em ratos. **Revista Brasileira de Toxicologia**, São Paulo, v.24, n, ½, p.42-49, 2009.
- TIAN, C. et al. Brain histological changes in young mice submitted to diets with different ratios of n-6/n-3 polyunsaturated fatty acids during maternal pregnancy and lactation. **Clinical nutrition**, v. 30, n. 5, p. 659-667, 2011.
- TINOCO, S.M.B. et al. Importância dos ácidos graxos essenciais e os efeitos e os efeitos dos ácidos graxos trans do leite materno para o desenvolvimento fetal e neonatal. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, p. 525-534, 2007.
- TU, W. C. et al. Omega-3 long chain fatty acid synthesis is regulated more by substrate levels than gene expression. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v. 83, n. 2, p. 61-68, 2010.
- UAUY, R.; MENA, P.; ROJAS, C. Essential fatty acids in early life: structural and functional role. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 59, n. 1, p. 3-15, 2000.
- UAUY, R.; SOLOMONS, N. Diet, nutrition, and the life-course approach to cancer prevention. **The Journal of Nutrition**, v. 135, n. 12, p.2934-2945, 2005.

VELKOSKA, E. et al. Early undernutrition leads to long-lasting reductions in body weight and adiposity whereas increased intake increases cardiac fibrosis in male rats. **The Journal of nutrition**, v. 138, n. 9, p. 1622-1627, 2008.

VICKERS, M. H. et al. Dysregulation of the adipoinular axis--a mechanism for the pathogenesis of hyperleptinemia and adipogenic diabetes induced by fetal programming. **Journal of Endocrinology**, v. 170, n. 2, p. 323-332, 2001.

VICKERS, M. H. et al. Fetal origins of hyperphagia, obesity, and hypertension and postnatal amplification by hypercaloric nutrition. **American Journal of Physiology Endocrinology And Metabolism**, v. 279, n. 1, p. 83-87, 2000.

VICKERS, M. H. et al. Sedentary behavior during postnatal life is determined by the prenatal environment and exacerbated by postnatal hypercaloric nutrition. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 285, n. 1, p. R271-R273, 2003.

WANTEN, Geert JA; CALDER, Philip C. Immune modulation by parenteral lipid emulsions. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 85, n. 5, p. 1171-1184, 2007.

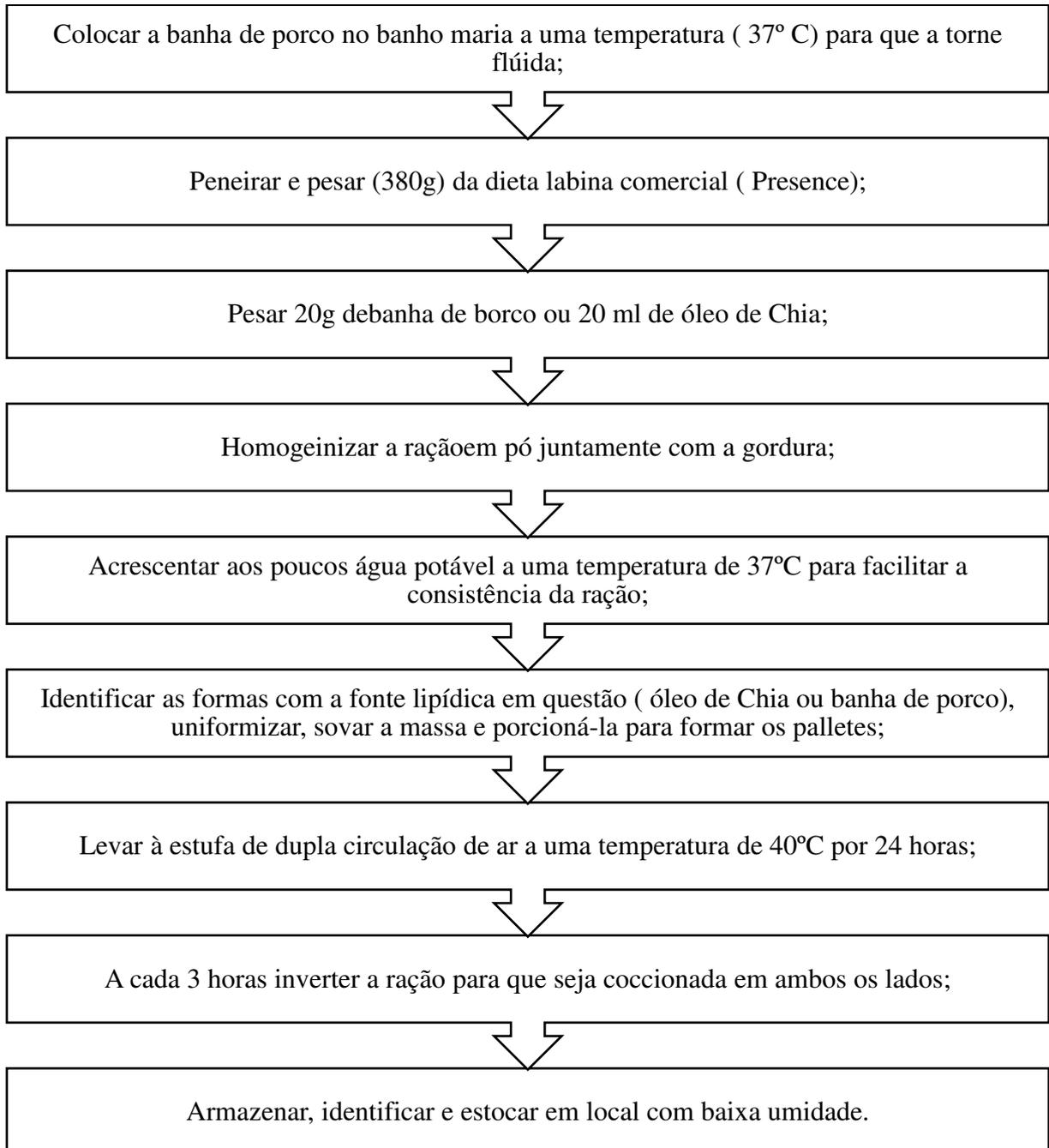
WEBER, Charles W. et al. The nutritional and chemical evaluation of chia seeds. **Ecology of Food and Nutrition**, v. 26, n. 2, p. 119-125, 1991.

WEST, T. O.; MARLAND, G. A synthesis of carbon sequestration, carbon emissions, and net carbon flux in agriculture: comparing tillage practices in the United States. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 91, n. 1-3, p. 217-232, 2002.

YOUDIM, K.A.; MARTIN, A.; JOSEPH, J.A. Essential fatty acids and the brain: possible health implications. **International Journal of Developmental Neuroscience**, v.18, n. 4/5, p. 383-399,2000.

APÊNDICE

APÊNDICE A. Fluxograma para as formulações das dietas



ANEXOS

ANEXO A. Aprovação do Comitê de Ética



Universidade Federal de Campina Grande
 Centro de Saúde e Tecnologia Rural
 Comissão de Ética em Pesquisa
 Av. Sta Cecilia, s/n, Bairro Jatobá, Rodovia Patos,
 CEP: 58700-970, Cx postal 64, Tel. (83) 3511-3045



A: Sra. Mayara Queiroga Barbosa (Coordenadora)

Protocolo CEP nº250.2015

CERTIDÃO

ASSUNTO: Solicitação de aprovação do projeto de pesquisa intitulada "AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE DESENVOLVIMENTO SOMÁTICO, COMPORTAMENTAIS E BIOQUÍMICOS DA PROLE DE RATAS TRATADAS COM ÓLEO DE CHIA DURANTE A LACTAÇÃO".

Certificamos a V.Sa. que seu projeto teve parecer consubstanciado orientado pelo regulamento interno deste comitê e foi Aprovado, por Há de Referendum, em 05 de outubro de 2016, estando à luz das normas e regulamentos vigentes no país atendidas as especificações para a pesquisa científica.

Patos, 01 de dezembro de 2016.

Maria de Fátima de Araujo Lucena
 Coordenadora do CEP