

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE
UNIDADE ACADÊMICA DE SAÚDE
CURSO BACHARELADO EM NUTRIÇÃO

ELISIANE BEATRIZ DA SILVA

**INFLUÊNCIA DO CONSUMO MATERNO DA POLPA E
ÓLEO DE ABACATE (*Persea Americana* Mill.) SOBRE OS
PARÂMETROS FÍSICOS E BIOQUÍMICOS DA PROLE DE
RATAS *WISTAR***

Cuité/PB

2019

ELISIANE BEATRIZ DA SILVA

**INFLUÊNCIA DO CONSUMO MATERNO DA POLPA E ÓLEO DE ABACATE
(*Persea Americana* Mill.) SOBRE OS PARÂMETROS FÍSICOS E BIOQUÍMICOS DA
PROLE DE RATAS *WISTAR***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à 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: Prof. Me. Diego Elias Pereira

Coorientador(a): Prof.^a. Dr.^a. Marília Ferreira Frazão Tavares de Melo.

Cuité/PB

2019

S586i Silva, Elisiane Beatriz da.
Influência do consumo materno da polpa e óleo de abacate (*Persea Americana* Mill.) sobre os parâmetros físicos e bioquímicos da prole de ratas *wistar* / Elisiane Beatriz da Silva. – Cuité, 2019.
67 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, 2019.

“Orientação: Prof. Me. Diego Elias Pereira, Prof. Dra. Marília Ferreira Frazão Tavares de Melo”.

Referências.

1. Lipídios. 2. Programação Fetal. 3. Aleitamento Materno. 4. Metabolismo. I. Pereira, Diego Elias. II. Melo, Marília Ferreira Frazão Tavares de. III. Título.

CDU 612.397(043)

ELISIANE BEATRIZ DA SILVA

INFLUÊNCIA DO CONSUMO MATERNO DA POLPA E ÓLEO DE ABACATE (*Persea Americana* Mill.) SOBRE OS PARÂMETROS FÍSICOS E BIOQUÍMICOS DA PROLE DE RATAS Wistar

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à 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.

Aprovado em 05 / 12 / 2019.

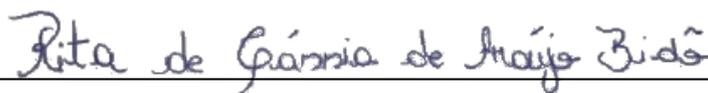
BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Diego Elias Pereira
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador



Prof. Dra. Marília Ferreira Frazão Tavares de Melo
Universidade Federal de Campina Grande
Examinadora



Prof. Me. Rita de Cássia Araújo Bidô
Universidade Federal da Paraíba
Examinadora Externa

A Deus, que sempre conduziu os meus passos, cada caminho escolhido e sempre esteve comigo, me abençoando, iluminando e protegendo.

A minha mãe, **Maria Elizabete da Silva**, por todo investimento em minha felicidade e por todo esforço para que eu pudesse realizar este sonho, sem você essa conquista não seria possível.

A **minha família**.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Sempre que nos deparamos com momentos que nos conduzem a uma nova etapa da vida nos lembramos de que não atingimos nossos objetivos sozinhos. Para que eu alcançasse meu objetivo, grandes pessoas estiveram ao meu lado e colaboraram para que o resultado fosse o melhor possível. Não poderia deixar de agradecê-las.

Começo por agradecer a **Deus**, por ser tão poderoso e generoso, e por todas as vezes que me mostrastes que os Teus planos são maiores e melhores que os meus. Foste Tu que me sustentaste ao longo desses anos, e que por muitas vezes me fizeste ver o caminho, nos momentos em que mais pensei em desistir. A **Virgem Maria Santíssima**, por guiar os meus passos, escutar minhas súplicas e angustias e jamais me desamparar. Gratidão por terem permanecido comigo, por mais difícil que tenha sido o caminho.

A **minha família**, por todo o apoio, força, investimento e por acreditarem em mim. Agradeço em especial, a minha mãe, **Maria Elizabete**, minha rainha, fortaleza e maior exemplo de força e determinação. Que não mediu esforços para me ver formada e por ter sido pai e mãe por todo esse tempo. Reconheço todas as dificuldades que enfrentastes e todo o esforço e renúncias que fizestes para que eu chegasse até aqui. Gratidão por sempre me compreender, motivar, apoiar e ter investido na minha felicidade, obrigada por todo o amor e cuidado. Essa vitória não é apenas minha, é nossa e não teria sido possível sem a senhora. Sou o que sou, estou onde estou e continuo a seguir por você!

A minha avó, **Francisca**, por todo o incentivo, apoio, por ter compreendido minha ausência e por ter sonhado junto comigo. Aos meus irmãos, **Ezalyane**, **Maria Eduarda** e **Matheus** por todo carinho, compreensão e incentivo. Aos meus tios, em especial, **José Carlos**, **Expedito** e **Luceny** por serem anjos aqui na Terra, vocês também foram muito importantes para que eu chegasse até aqui!

A equipe do Laboratório de Nutrição Experimental (LANEX), vocês foram essenciais para o desenvolvimento dessa pesquisa. Em especial, a professora **Marília Frazão**, pela oportunidade de participação em seu projeto de doutorado, por ter sido um anjo de Deus em minha vida, por ter sido luz no meu caminho, por toda a confiança e apoio ao longo dessa jornada, és para mim inspiração de pessoa e profissional, sou muito grata por tudo. Agradeço também as duas equipes maravilhosas (**#TEAMABACATE** e **#TEAMBARU**), especialmente a minha dupla e companheira de laboratório **Renally**, deixo aqui expressa a minha gratidão por todos os momentos que passamos juntas durante a pesquisa, por toda empatia, companheirismo e paciência. Não poderia deixar de agradecer a **Jaciel Galdino**, por

todo o companheirismo, por ser sempre prestativo e estar à disposição para nos ajudar, você foi muito importante. Minha gratidão eterna a **Ritinha, Maciel, Diego, Suedna e Carol Santos** pelo apoio e momentos compartilhados, ao longo de um ano de pesquisa.

Imensa gratidão, a professora **Nilcimelly Donato**, que além de orientadora, fostes uma verdadeira mãe e amiga, me orientado não só nas atividades acadêmicas, mas também para a vida. Obrigada pela confiança, oportunidades, conselhos, por todos os bons momentos compartilhados (monitoria, iniciação científica, café da tarde, conversas e viagens), por toda preocupação, cuidado, atenção, compreensão, amor e ensinamentos. Sentirei saudades de ser o “chaveirinho de Melly”. Gratidão por ter me feito crescer tanto! Aproveito e puxo um gancho para agradecer ao **Grupo de Pesquisa e Estudos em Atualidades da Nutrição Clínica (CLINUTRI)**, que faz parte da minha vida desde o P2 e que contribuiu imensamente para o meu crescimento profissional e pessoal. É chegada a hora de dar o meu “até breve”, mas permanecerei sempre a disposição para continuar contribuindo com o crescimento desse grupo que tanto amo.

Não poderia esquecer-me da professora **Vanessa Bordin Viera**, por ter sido uma mãezona desde a sua chegada, por ser luz e exemplo de humildade e humanidade. Deus sabe de todas as coisas e tenho certeza que Ele tem um propósito grandioso em sua vida. Obrigada por tudo e por tanto, rainha da Tecnologia de Alimentos!

Agradeço ao meu orientador, **Diego Elias Pereira**, por não ter desistido de mim e por toda a confiança e paciência. Admiro-te como pessoa e profissional, pela garra, determinação e amor por aquilo que faz. Minha gratidão por todo apoio e dedicação.

A minha amiga-irmã, **Rafaella Alves**, por todo o apoio e acolhimento desde sempre, por me aturar durante todos esses anos, por nunca me abandonar e por ter sido um ponto de paz em meio ao caos. Obrigada por ter caminhado junto comigo! Ao meu amigo, **Carlos Eduardo**, por todo o companheirismo e que mesmo chegando na reta final se tornou de grande importância para minha vida. Obrigada, obrigada, obrigada, vocês são incríveis!

Ao meu ser de luz, **Jaielson Yandro**, pessoa que eu já admirava antes mesmo de conhecer. Obrigada por toda a caminhada desde o P1, por ter me acompanhado, pelos incentivos diários, pela contribuição ao longo dessa trajetória de desafios e conquistas e por sempre me fazer acreditar que tudo dará certo. Palavras jamais serão suficientes para expressar minha gratidão a você, sua ajuda e apoio foram para mim de valor inestimável. Gratidão pela amizade que você me vota, por meus defeitos que você nem nota, por meus valores que você aumenta. Que a vida retribua toda a gentileza que você exala. Que possamos seguir juntos ao infinito e além!

A **Idelly Larissa, Jéssica Nóbrega, Dayane Karla, Amanda Lopes, Natália Dantas, Emelly Dantas e Camila Pacheco** que muito mais que amigas foram irmãs, verdadeiros presentes de Deus em minha vida. Gratidão por terem tornado essa trajetória mais leve, por todo incentivo, parceria, crescimento. Obrigada por terem permanecido até o fim, conseguimos vencer juntas! Deus é bom o tempo todo por ter colocado vocês em meu caminho!

Agradeço a minha família que me abraçou e cuidou de mim em Cuité, **Erivan Santos** e **Dona Pega**, gratidão por todo apoio, acolhimento, amor, carinho e momentos de alegria compartilhados. Não há nada no mundo que pague o que vocês fizeram por mim, que Deus na sua infinita bondade possa retribuir. A minha amiga, **Dayana Deméter**, pelo companheirismo e amizade, e por todas as dificuldades que enfrentamos juntas, e que mesmo a correria tendo nos afastado, eu não poderia deixar de te agradecer.

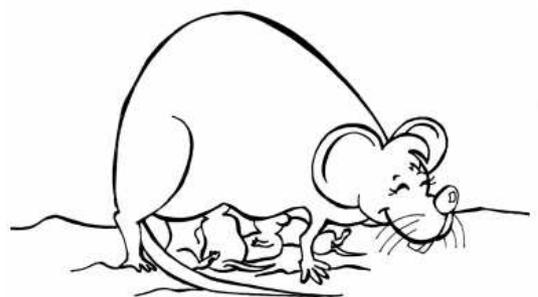
A minha companheira de casa nessa reta final, **Mikaelle Laurentino**, gratidão por todos os bons momentos que podemos compartilhar (conversas, cafés, laboratório às 3h da madrugada, pesquisa, estágio e tantos outros), que Deus possa te dar mais umas gotinhas de paciência e olha só o caminho foi árduo e longo, mas chegou a tua hora de vencer! Agradeço imensamente a minha amiga, **Elen Alves**, por sempre que preciso fazer da sua casa a minha casa e ter se tornado tão importante em minha vida, que a nossa amizade só cresça e se fortaleça. Você é incrível! Ao meu amigo maravilhoso, **Pablo**, por ser meu incentivo diário e por ter acreditado em mim quando nem eu mesma acreditava. Gratidão!!!

A **Eliedson Dantas**, que mesmo chegando no final, me deu apoio e se fez presente quando eu mais precisei. Sou imensamente grata!

Aos **animais**, que foram primordiais para a realização desta pesquisa e sem eles nada teria sido possível.

À **Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)**, campus Cuité, por todas as oportunidades oferecidas durante esses anos. Enquanto aluna, monitora, pesquisadora extensionista e estagiária serei eternamente grata! Ao **corpo docente**, e de grande importância, por todos os ensinamentos transmitidos que contribuíram para o meu crescimento profissional e pessoal. Aos **funcionários** do campus, que sempre se mostraram prestativos e dispostos a ajudar no que fosse preciso.

Enfim, minha gratidão a todos que, de forma direta ou indireta, estiveram comigo, sempre me desejando boas vibrações e que de alguma forma contribuíram para a realização deste sonho. GRATIDÃO POR TUDO!



“No mundo vocês terão tribulação, mas coragem!”

João 16:33

RESUMO

SILVA, E. B. **Influência do consumo materno da polpa e óleo de abacate (*Persea Americana* Mill) sobre parâmetros físicos e bioquímicos da prole de ratas *wistar* a curto e longo prazo.** 2019. 66f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição) – Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2019.

Durante os períodos de gestação e lactação, considerados críticos para o desenvolvimento, os lipídios, em especial os ácidos graxos (AG), são considerados indispensáveis para a construção dos tecidos e a determinação do crescimento corporal, sendo transferidos para o feto por meio da placenta através de difusão simples e facilitada e por intermédio do leite materno respectivamente. Dessa forma, a nutrição materna exerce forte influência no desenvolvimento fetal e pós-natal, além de poder programar o metabolismo da prole, modificando parâmetros morfológicos e fisiológicos, que podem estar associados à saúde futura e susceptibilidade a doenças. Diante disso o presente trabalho teve como objetivo investigar os efeitos do consumo materno da polpa e óleo de abacate (*Persea Americana* Mill.) sobre os parâmetros murinométricos e bioquímicos da prole de ratos *wistar*. Para tanto, foram utilizadas 24 fêmeas primíparas para obtenção de 45 filhotes machos, sendo estes divididos em três grupos: Controle (CG) - suplementado com água destilada; Grupo Óleo de Abacate (OA) (n=10) – suplementado com de óleo de abacate; e Grupo Polpa de Abacate (PA) - tratado com polpa de abacate liofilizada, a administração ocorreu por meio de gavagem. Aos 45 dias de vida metade dos animais de cada grupo foram anestesiados e eutanasiados, sendo realizadas as avaliações murinométricas e bioquímicas. Os mesmos procedimentos foram realizados aos 90 dias de vida dos outros animais. Os resultados foram submetidos à análise de variância one-way, com a aplicação do teste de Tukey, sendo considerada diferença significativa quando $p < 0,05$. Com base nos dados obtidos a suplementação da polpa de abacate influenciou na redução do consumo e do ganho de peso na prole adulta; no peso corporal, IMC, a circunferência torácica e abdominal; na diminuição da gordura visceral; redução de glicemia, LDL e índice aterogênico; além de preservar a função hepática. Por outro lado, o óleo de abacate ocasionou efeitos contrários. Desta forma, podemos concluir que o consumo do óleo e da polpa de abacate ocasionaram programações distintas na prole de ratas tratadas durante a gestação e lactação. A suplementação materna da polpa de abacate refletiu em resultados mais positivos em relação ao óleo de abacate. Sendo assim, compreende-se que a polpa do abacate é um alimento em potencial para ser consumido durante a gestação e lactação.

Palavras-chaves: Lipídios; Programação Fetal; Aleitamento Materno; Metabolismo.

ABSTRACT

SILVA, E. B. **Influence of maternal consumption of avocado pulp and oil (*Persea Americana* Mill) on physical and biochemical parameters of short and long term *wistar* rats offspring.** 2019. 66f. Course Completion Work (Graduation in Nutrition) - Federal University of Campina Grande, Cuité, 2019.

During the gestation and lactation periods, considered critical for development, lipids, especially fatty acids (FA), are considered indispensable for tissue construction and determination of body growth and are transferred to the fetus through the placenta. through simple and facilitated diffusion and through breast milk respectively. Thus, maternal nutrition has a strong influence on fetal and postnatal development, and can program offspring metabolism, modifying morphological and physiological parameters, which may be associated with future health and disease susceptibility. Therefore, this study aimed to investigate the effects of maternal consumption of avocado pulp and oil (*Persea Americana* Mill.) On the murinometric and biochemical parameters of offspring of *wistar* rats. Twenty-four primiparous females were used to obtain 45 male pups, which were divided into three groups: Control (CG) - supplemented with distilled water; Avocado Oil (OA) Group (n = 10) - supplemented with avocado oil; and Avocado Pulp Group (PA) - treated with lyophilized avocado pulp, the administration occurred by gavage. At 45 days of life half of the animals from each group were anesthetized and euthanized, and the murinometric and biochemical evaluations were performed. The same procedures were performed at 90 days of life of the other animals. The results were submitted to one-way analysis of variance, with the application of Tukey test, being considered significant difference when $p < 0.05$. Based on the data obtained, avocado pulp supplementation influenced the reduction in consumption and weight gain in adult offspring; in body weight, BMI, thoracic and abdominal circumference; decreased visceral fat; reduced blood glucose, LDL and atherogenic index; in addition to preserving liver function. On the other hand, avocado oil has had the opposite effects. Thus, we can conclude that the consumption of avocado oil and pulp caused different schedules in the offspring of rats treated during pregnancy and lactation. The maternal supplementation of avocado pulp reflected in more positive results regarding avocado oil. Thus, it is understood that avocado pulp is a potential food to be consumed during pregnancy and lactation.

Keywords: Lipids; Fetal Programming; Breastfeeding; Metabolism.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Variedades do Abacate (<i>Persea americana</i> Mill).....	26
Figura 2 –	Protocolo experimental.....	31
Figura 3 –	Consumo de prole adolescente (T45) e adulta (T90) cujas mães receberam suplementação de polpa e óleo de abacate durante a gestação e lactação.....	34
Figura 4 –	Ganho ponderal de prole adolescente (T45) cujas mães receberam suplementação de polpa e óleo de abacate durante a gestação e lactação.....	35
Figura 5 –	Ganho ponderal de prole adulta (T90) cujas mães receberam suplementação de polpa e óleo de abacate durante a gestação e lactação.....	36
Figura 6 –	Gorduras viscerais de prole adolescente (T45) cujas mães receberam suplementação de polpa e óleo de abacate durante a gestação e lactação.....	39
Figura 7 –	Gordura corporal total de prole adolescente (T45) cujas mães receberam suplementação de polpa e óleo de abacate durante a gestação e lactação.....	40
Figura 8 –	Gorduras viscerais de prole adulta (T90) cujas mães receberam suplementação de polpa e óleo de abacate durante a gestação e lactação.....	41
Figura 9 –	Gordura corporal total de prole adulta (T90) cujas mães receberam suplementação de polpa e óleo de abacate durante a gestação e lactação.....	41
Figura 10 –	Gordura hepática prole adolescente (T45) e adulta (T90) cujas mães receberam suplementação de polpa e óleo de abacate durante a gestação e lactação.....	42
Figura 11 –	Parâmetros bioquímicos de prole adolescente (T45) cujas mães receberam suplementação de polpa e óleo de abacate durante a gestação e lactação.....	44
Figura 12 –	Parâmetros bioquímicos de prole adulta (T90) cujas mães receberam suplementação de polpa e óleo de abacate durante a gestação e lactação.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Composição centesimal da polpa liofilizada de abacate (<i>Persea Americana</i> Mill.) (Variedade ‘Hass’).....	27
Tabela 2	–	Composição de ácidos graxos do óleo e polpa de abacate (<i>Persea americana</i> Mill).....	28
Tabela 3	–	Compostos fenólicos totais da polpa liofilizada e óleo de abacate (<i>Persea Americana</i> Mill).....	29
Tabela 4	–	Parâmetros murinométricos e peso dos órgãos de prole adolescente (T45) e adulta (T90) cujas mães receberam suplementação de polpa e óleo de abacate durante a gestação e lactação (n=45).	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD	–	Água destilada
AG	–	Ácido graxo
AGRP		Proteína relacionada à agouti
AGS	–	Ácido graxo saturado
ALA	–	Ácido α -linolênico
ARA	–	Ácido araquidônico
ARC	–	Núcleo arqueado do hipotálamo
CART	–	Transcrito relacionado à cocaína e à anfetamina
CES	–	Centro de Educação e Saúde
CT	–	Colesterol total
DCNT	–	Doenças crônicas não transmissíveis
DHA	–	Ácido docosahexaenóico
EPA	–	Ácido eicosapentaenóico
GC	–	Grupo controle
HDL	–	Lipoproteína de alta densidade
IA	–	Índice aterogênico
IMC	–	Índice de massa corporal
LA	–	Ácido linoléico
LABROM	–	Laboratório de Bromatologia
LANEX	–	Laboratório de Nutrição Experimental
LDL	–	Lipoproteína de baixa densidade
MUFAs	–	Ácidos Graxos Monoinsaturados
NPY		Neuropeptídeo Y
OA	–	Óleo de Abacate
PA	–	Polpa de Abacate
POMC	–	Proopiomelanocortina
PUFAs	–	Ácidos Graxos Poli-insaturados
SN	–	Sistema Nervoso
TG	–	Triglicerídeos
TGO	–	Transaminase oxalacética
TGP	–	Transaminase pirúvica
UFCG	–	Universidade Federal de Campina Grande
ω-3	–	Ômega 3

ω-6 – **Ômega 6**

ω-9 – **Ômega 9**

LISTA DE SIMBOLOS

cm –	Centímetros
g –	Gramma
> –	Maior que
< –	Menor que
µm –	Micrômetros
Kg –	Quilograma
nm –	Nanômetros
mc –	Mililitro
mg –	Micrograma
ml –	Microlitro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 OBJETIVOS	21
2.1 OBJETIVO GERAL.....	21
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
3 REFERENCIAL TEÓRICO	22
3.1 PROGRAMAÇÃO FETAL.....	22
3.2 LIPÍDIOS DIETÉTICOS E PROGRAMAÇÃO FETAL	23
3.3 IMPACTO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS COM PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES NA SAÚDE.....	25
3.4 ABACATE COMO FONTE DE NUTRIENTES ESSENCIAIS.....	26
4 MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1 ABACATE (<i>Persea americana</i> mill.)	30
4.2 ANIMAIS E GRUPOS EXPERIMENTAIS	30
4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	31
4.4 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS	32
4.4.1 Consumo Alimentar	32
4.4.2 Peso Corporal	32
4.4.3 Avaliação Murinométrica	32
4.4.3 Percentual de Gordura do Fígado	32
4.4.4 Parâmetros bioquímicos	33
4.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	33
4.6 ASPECTOS ÉTICOS	33
5 RESULTADOS	34
5.1 CONSUMO ALIMENTAR.....	34
5.2 PESO CORPORAL	34
5.3 AVALIAÇÃO MURINOMÉTRICA	36
5.4 PERCENTUAL DE GORDURA DO FÍGADO	39
5.5 GORDURA HEPÁTICA.....	42

5.6 PARÂMETROS BIOQUÍMICOS.....	42
6 DISCUSSÃO	46
7 CONCLUSÃO.....	51
REFERÊNCIAS	52
ANEXOS	68
ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa.....	68

1 INTRODUÇÃO

Durante os períodos de gestação e lactação, considerados críticos para o desenvolvimento, os lipídios, em especial os ácidos graxos (AG), são considerados indispensáveis para a construção dos tecidos e a determinação do crescimento corporal, sendo transferidos para o feto por meio da placenta através de difusão simples e facilitada e por intermédio do leite materno respectivamente (HERRERA & ORTEGA-SENOVILLA, 2014; LAURITZEN & CARLSON, 2011; PASE, *et al.*, 2016). Dessa forma, a nutrição materna exerce forte influência no desenvolvimento fetal e pós-natal, além de poder programar o metabolismo da prole, modificando parâmetros morfológicos e fisiológicos, que podem estar associados à saúde futura e susceptibilidade a doenças (ENTRINGER *et al.*, 2012; ENTRINGER *et al.*, 2018; INNIS, 2007; JACKSON *et al.* 2012; MENNITTI *et al.*, 2015; PAES *et al.*, 2015; REMMERS & DELEMARRE-VAN DE WALL, 2011; RODRIGUEZ-GONZALEZ *et al.* 2014).

A suplementação de AG durante o período crítico de desenvolvimento pode influenciar diferentemente no metabolismo da prole, a depender do tipo de AG que estará sendo ofertado. Diversas pesquisas tem evidenciado que a dieta hiperlipídica materna, rica em AG graxos saturados e *trans*, ocasionam efeitos cardiometabólicos, a curto e longo prazo na prole, predispondo à disfunção endotelial, hipertensão arterial e aumento de ácidos graxos circulantes no plasma (GUBERMAN *et al.*, 2013; KERELIUK; BRAWERMAN; DOLINSKY, 2017), além de estar associada a um maior risco para o desenvolvimento de obesidade, diabetes mellitus (BRINGHENTI *et al.*, 2014, UMEKAWA *et al.* 2015) e síndrome metabólica (DESAI *et al.*, 2014). Por outro lado, o consumo materno de Ácidos Graxos Monoinsaturados (MUFAs) e Poli-insaturados (PUFAs) contribuem para o aumento das lipoproteínas de alta densidade (HDL), e redução dos marcadores de risco cardiovascular, a exemplo dos triglicerídeos, colesterol total e lipoproteínas de baixa densidade (LDL) (BACKES *et al.*, 2016; RAMIREZ & HU 2015; ZULKAFI; WADDELL; MARK, 2013).

Os principais AGs envolvidos na melhora do perfil bioquímico e redução do risco de doenças crônicas são os MUFAs, especialmente o ácido oleico (18: 1 ω -9) e os PUFAs, ácido linoléico (C18: 2 ω -6) (LA), ácido α -linolênico (C18: 3 ω -3) (ALA), ácido araquidônico (ARA; 20: 4 ω -6), ácido docosahexaenóico (DHA; 22: 6 ω -3) e ácido eicosapentaenóico (EPA, 20: 5, ω -3) (BAGLEY *et al.*, 2013; BAUM *et al.*, 2012; CARRILLO *et al.*, 2012; SONI *et al.*, 2015; TERÉS *et al.*, 2008; WEYLANDT, 2012), sendo este último grupo

considerados AG essenciais por não serem sintetizados endogenamente, devendo ser adquiridos através de fontes dietéticas (SINCLAIR, 1975).

Das diversas fontes de ácidos graxos o abacate (*Persea americana* Mill.) é uma fruta em potencial, uma vez que possui em sua composição ácido graxo oleico monoinsaturado (ω -9), palmítico saturado (ω -7) e dois poli-insaturados linoleicos; (ω -6) e (ω -3) em menores proporções (DREHER & DANVENPORT, 2013; MEYER & TERRY, 2010; USDA, 2011). Além destes, o abacate é fonte de compostos bioativos com atividade antioxidante (fitoesteróis, carotenóides, flavonóides) (DAIUTO *et al.*, 2014; NAGARAJ *et al.*, 2010; PAUL; KULKARNI; GANESH, 2011). Estudos experimentais também tem evidenciado os efeitos positivos dos componentes antioxidantes na redução dos níveis lipídicos do plasma e na melhora de doenças crônicas (EZEJIOFOR *et al.*, 2015; MONIKA & GEETHA, 2016; PAHUA-RAMOS *et al.*, 2012; PRADEEP *et al.*, 2012).

Levando em consideração as evidências científicas associadas ao consumo dos ácidos graxos mono e poli-insaturados e a escassez de estudos na literatura sobre os seus efeitos na saúde da prole, hipotetizou-se que a suplementação materna com abacate pode melhorar o perfil lipídico e os parâmetros físicos, exercendo efeito protetor em relação às doenças crônicas. Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o impacto do consumo materno da polpa e do óleo de abacate sobre os parâmetros bioquímicos e murinométricos da prole de ratas *wistar*.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar os efeitos do consumo materno da polpa e óleo de abacate (*Persea Americana* Mill.) sobre os parâmetros murinométricos e bioquímicos da prole de ratos *wistar*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o consumo alimentar e peso corporal;
- Aferir as medidas murinométricas e quantificar a gordura corporal;
- Mensurar o percentual de gordura hepática;
- Avaliar os parâmetros bioquímicos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PROGRAMAÇÃO FETAL

O feto e posteriormente o recém-nascido, durante os períodos de gestação até a amamentação, respectivamente, depende completamente da mãe para a sua nutrição, crescimento e desenvolvimento. Durante a gestação a transferência de nutrientes ocorre por meio da placenta e posteriormente, após o nascimento, é continuada através do leite materno. Sendo, assim todo o consumo materno tem capacidade de afetar diretamente a saúde dos filhos (DUPONT *et al.*, 2012; GRANT *et al.*, 2017; KING *et al.*, 2017, MANNUCCI *et al.*, 2017). Evidências epidemiológicas vêm mostrando ao longo das décadas que as condições de vida durante o período perinatal influenciaram os padrões de crescimento, a composição corporal e o risco de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis nos descendentes (UAUY *et al.*, 2011).

A programação fetal pode ser definida como o processo pelo qual um estímulo ou insulto, durante o período crítico de desenvolvimento, acarreta em efeitos permanentes sobre a estrutura e as funções do organismo (LUCAS, 1991). Para justificar essa programação Hales e Barker (1992), propuseram a hipótese do “fenótipo econômico”, propondo que o desenvolvimento fetal é sensível ao ambiente nutricional. Sendo assim, a programação ampliaria as chances de sobrevivência do feto diante de condições de nutrição precárias e intermitentes, resultando em alterações no metabolismo pós-natal (GOTTLIEB; CRUZ; BODANESE, 2008).

Evidências tem sustentado a ideia de que distúrbios acarretados em períodos críticos de desenvolvimento fetal podem determinar modificações permanentes ou de longo prazo na fisiologia ou morfologia de um determinado órgão (ASHTON, 2000). Apesar dessas adaptações ocorrerem para sustentar o desenvolvimento fetal no útero, na vida extrauterina, vários estudos confirmam que essas alterações refletem de forma importante em implicações patológicas na vida adulta (BARKER & CLARK, 1997; MCMILLEN *et al.*, 2001).

Para obtenção da programação pode-se utilizar dois modelos: insuficiência placentária com a ligação da artéria uterina ou manipulação dietética (restrição calórica global, restrição protéica, restrição de micronutrientes ou dieta hiperlipídica) (ARMITAGE *et al.*, 2004; NÜSKEN *et al.*, 2011, RAO; PADMAVATHI; RAGHUNATHET, 2012). Em casos da utilização da ligação da artéria uterina, em ratos, ocorre a programação da resistência à insulina, resistência à leptina, aumento dos triglicerídeos circulantes e da adiposidade global

no início da vida adulta em até 10 semanas de idade. Por outro lado, quando a programação é realizada por manipulação dietética, esses eventos acontecem a longo prazo nos animais, com exceção da hipertensão arterial que aparece mais cedo em animais submetidos à restrição alimentar em comparação com aqueles expostos à insuficiência placentária (NÜSKEN *et al.*, 2011).

A alimentação fetal e o aleitamento materno podem suceder sob condições de desequilíbrio nutricional materno como: restrição protéica, ingestão de alimentos hipercalóricos, distúrbios alimentares e hiperêmese gravídica (BARRAND *et al.* 2017; DEAN *et al.* 2017; LARSEN *et al.* 2017; WATSON *et al.* 2017). Devido questões éticas e razões óbvias, em seres humanos os estudos são observacionais e fornecem hipóteses supostamente vinculadas a um estímulo prévio. Diante do exposto, a fim de testar uma determinada hipótese, modelos animais de programação nutricional são bastante estudados atualmente (BEZPALKO *et al.* 2015; MARUYAMA *et al.* 2015; TAIN *et al.* 2015).

3.2 LIPÍDIOS DIETÉTICOS E PROGRAMAÇÃO FETAL

O consumo de lipídeos durante o período de gestação e lactação influencia diretamente na saúde do feto, devido serem transferidos pela placenta e através do aleitamento materno (INNIS, 2007).

Evidências revelam que a dieta hiperlipídica durante a gestação e lactação pode modular a sinalização hipotalâmica, perturbando o ritmo circadiano, afetando diversos tecidos envolvidos na regulação do metabolismo, como o fígado, o músculo esquelético e o tecido adiposo branco e marron (BORENGASSER, 2014).

A diferenciação dos sistemas neuronais que regulam o equilíbrio energético na prole começa durante a gestação e se estende até o desmame (BOURET & SIMERLY, 2007; GROVE *et al.*, 2005). Evidências têm demonstrado que o ambiente nutricional durante o desenvolvimento inicial pode afetar o desenvolvimento do hipotálamo, atuando em modificações na expressão de genes minuciosamente envolvidos na regulação da ingestão e gasto energético podendo ser permanente e estarem relacionados à predisposição para distúrbios metabólicos na vida adulta (CHEN; SIMAR; MORRIS, 2009; GARCIA *et al.*, 2010; IKENASIO-THORPE *et al.*, 2007; PAGE *et al.*, 2009). A insulina e leptina estão relacionadas com a regulação do apetite, do balanço energético e, conseqüentemente do peso corporal. A atuação da leptina consiste na inibição da ação de NPY e AGRP e estimulando

POMC e CART no núcleo arqueado do hipotálamo (ARC), ocasionando a redução da ingestão alimentar (PINKE, 2008; SCHWARTZ *et al.*, 2000; WOODS *et al.*, 2004).

McMillen e Robinson (2005) descrevem que um complexo circuito neural presente no hipotálamo age como regulador do apetite e balanço energético, recebendo sinais nutricionais, hormonais e neurais decorrente de tecidos periféricos como adipócitos, pâncreas e do trato gastrointestinal. Essa sinalização atua em regiões específicas do hipotálamo resultando na ativação dos neuropeptídios responsáveis pela regulação da ingestão alimentar: os neuropeptídios orexigênicos, o neuropeptídeo Y (NPY) e a proteína relacionada à agouti (AGRP), e os neuropeptídeos anorexigênicos, a proopiomelanocortina (POMC) e o transcrito relacionado à cocaína e à anfetamina (CART). Sendo assim, o hipotálamo fetal apresenta-se como um ponto importante de transição de alterações no estado endócrino pré-natal incitando a programação (GODFREY & BARKER, 2001).

Perante o exposto, estudos revelam que a dieta hipercalórica no início da vida pós-natal está associada em um aumento do peso corporal ao desmame, uma vez que mudanças nutricionais em idade prematura alteram a regulação do apetite, modificando a resposta da insulina e da leptina (VICKERS *et al.*, 2000; VELKOSKA *et al.*, 2008).

Estudos demonstram que a exposição precoce à dieta hiperlipídica, induz a um maior peso corporal e aumento da ingestão calórica pela prole, sem diminuir o consumo de leite materno, o que pode refletir um padrão de hiperfagia, favorecendo o desenvolvimento de um fenótipo obeso (KOJIMA; CATAVERO; RINAMAN, 2016). Por outro lado, dietas enriquecidas com ômega 3 durante a gestação e lactação estão relacionadas à redução de adiposidade, redução do tamanho do adipócito e dos níveis séricos de leptina na prole (KOROTKOVA *et al.*, 2012). Além disso, o consumo de ômega 3 também foi relacionado à melhor sensibilidade insulínica, a qual demonstra-se reduzida com o avançar da idade da prole (SARDINHA *et al.*, 2013).

Dessa forma, o perfil de ácidos graxos no consumo de dietas hiperlipídicas no período crítico do desenvolvimento pode ser um fator relacionado ao risco de distúrbios metabólicos na idade adulta devido a alterações morfológicas de órgãos essenciais ao metabolismo (BAGLEY *et al.*, 2013; CORREIA-SANTOS, 2014; KHAIRE *et al.*, 2015; SIEMELINK *et al.*, 2002, SONI *et al.*, 2015).

3.3 IMPACTO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS COM PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES NA SAÚDE

Nos últimos anos, têm-se associado uma dieta rica em vegetais, principalmente as frutas, à prevenção de danos ocasionados às membranas das células devido ao estresse oxidativo (VASCONCELOS *et al.*, 2007).

Define-se como estresse oxidativo, um desequilíbrio entre a produção de radicais livres e os mecanismos antioxidantes, e esse desequilíbrio pode agravar as doenças crônicas não transmissíveis. Os antioxidantes atuam como redutores do estresse oxidativo, pois agem como moléculas suicidas, neutralizando o radical livre (KÓPANI *et al.*, 2006; ESPINOSA-DIEZ *et al.*, 2015).

Os radicais de oxigênio também são essenciais à vida quando gerados nas mitocôndrias na cadeia de transporte de elétrons, e também estão envolvidos nas reações enzimáticas essenciais aos processos metabólicos intermediários da vida. Porém quando os radicais livres de oxigênio ou nitrogênio produzidos pelo organismo apresentam-se em maiores quantidades, tornando-se de difícil controle uma vez que os antioxidantes encontram-se em menores quantidades, ocorre o estresse oxidativo que afeta negativamente células do organismo, implicando em danos ao sistema cardiovascular e dando origem a ataques cardíacos, derrame e doenças relacionadas ao câncer (AYALA; MUÑOZ; ARQUELLES, 2015; DE GROOT, 1994).

Dessa forma, visando prevenir o desenvolvimento de várias doenças crônicas não transmissíveis, entre elas, diversos tipos de câncer, têm-se estimulado o consumo de alimentos que possuem propriedades antioxidantes. Complementarmente, substâncias bioativas como carotenoides e antocianinas associam-se à redução de doenças cardiovasculares, neurodegenerativas, câncer, entre outras (VASCONCELOS *et al.*, 2007; YAHIA, 2010; HE & GIUSTI, 2010; SAINI *et al.*, 2015)

Estudos demonstram a capacidade antioxidante de alguns compostos bioativos, estando associados tanto à prevenção quanto à proteção da saúde contra doenças degenerativas crônicas. De acordo com os teores de vitamina C, vitamina E, carotenoides, flavonoides e outros compostos fenólicos, varia-se a capacidade antioxidante das frutas (LAKO *et al.*, 2007; SAURA-CALIXTO & GOÑI, 2006).

Os antioxidantes podem ser hidrofílicos, a exemplo os fenólicos e o ácido ascórbico, sendo reconhecidos como os principais contribuintes para a capacidade antioxidante encontrada nas frutas e vegetais. E podem ser ainda lipofílicos, estando relacionados à saúde,

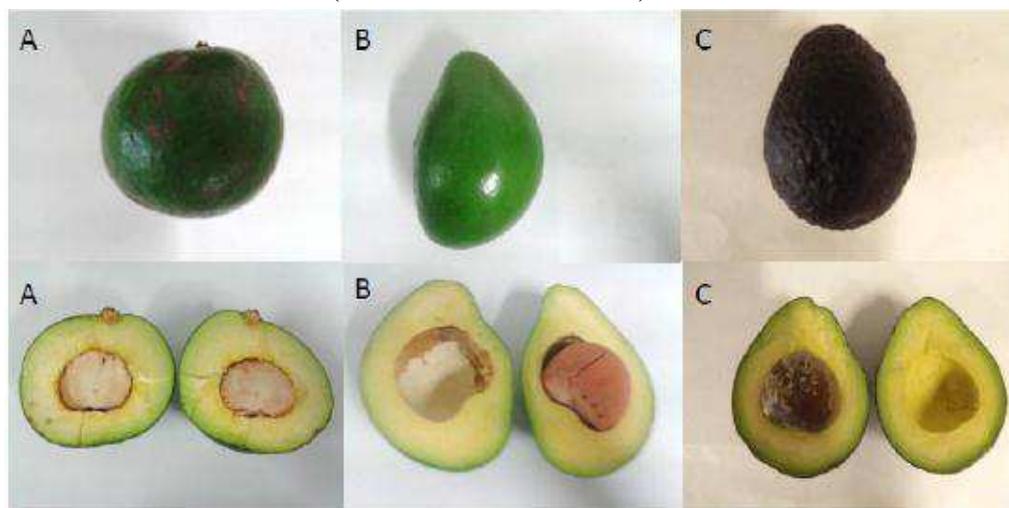
como tocoferóis, carotenos, esteróis, acetogeninas e entre outros. Porém, os antioxidantes lipofílicos podem penetrar nas membranas celulares e alcançar níveis mais altos de biodisponibilidade do que os antioxidantes hidrofílicos, pois estes geralmente são excretados na urina (PULIDO; HERNÁNDEZ-GARCÍA; SAURA-CALIXTO, 2003; REINS *et al.*, 2013; CHONG-HAN, 2010).

Estudos recentes demonstram que as dietas mediterrâneas podem causar uma redução significativa nas doenças cardiovasculares e no câncer. Esses efeitos benéficos se dão devido o aumento da ingestão de frutas, verduras, nozes, peixe, frango e azeite, com muito pouca carne vermelha; estes são alimentos com baixo índice glicêmico. Além disso, a maioria desses alimentos possuem altos teores de flavonoides, carotenoides, ácidos graxos ômega-3, antioxidantes, vitaminas e minerais, e ainda aminoácidos essenciais e não essenciais (VISIOLI & POLI, 2008; SALAS-SALVADÓ *et al.*, 2008; BAKKER *et al.*, 2010).

3.4 ABACATE COMO FONTE DE NUTRIENTES ESSENCIAIS

O abacate (*Persea americana* Mill), pertencente à família *Lauraceae* e da ordem botânica *Ranales*, é um fruto originário do continente Americano, mais especificamente no México, América Central e Antilhas. O abacateiro é uma planta frutífera que possui grande produtividade por unidade de área, sendo cultivado amplamente no território brasileiro. Possui algumas variedades, incluindo Hass, Geada, Fortuna, Margarida e Quintal (Figura 1). (TANGO & TURATTI, 1992; SCHAFFER; WOLSTENHOLME; WHILEY, 2013; JORGE *et al.*, 2015).

Figura 1- Variedades do Abacate (*Persea americana* Mill).



Fonte: Zuge (2015). A – Margarida; B – Fortuna; C – Hass.

No Brasil, o estado de São Paulo lidera a produção de abacates (47,5%), o estado de Minas Gerais é o segundo maior produtor (19,0%), seguido pelo Paraná (11,2%) (ALMEIDA & SAMPAIO, 2013; FAO, 2016).

Melo *et al.* (2019) ao analisar os teores de macro e micronutrientes das partes do abacate, em especial a polpa liofilizada, observou em sua composição teores elevados de lipídios (Tabela1), sendo assim indicada para extração de óleo. É composto principalmente de ácido graxo monoinsaturado oleico (w-9), ácido graxo saturado palmítico (w-7) e o ácido graxo poli-insaturado linoléico (LA, w-6) (FLORES *et al.*, 2014).

Tabela 1- Composição centesimal da polpa liofilizada de abacate (*Persea Americana* Mill.) (Variedade ‘Hass’).

Macronutrientes da Polpa	Quantidade (100g-1)
Umidade	2,28 (± 0,30)
Proteínas	5,74 (± 0,04)
Lipídios	61,78 (± 0,95)
Carboidratos	4,28 (± 0,00)
Fibras Totais	20,98 (± 0,04)
Fibra Insolúvel	14,23 (± 0,00)
Fibra Solúvel	6,75 (± 0,04)
Minerais	9,35 (± 0,55)

Fonte: Melo *et al.* (2019).

O abacate também apresenta em sua composição quantidades significativas de ácido fólico, apresentando-se como um composto alimentar essencial para a formação do sistema nervoso fetal e redução dos riscos de defeitos congênitos, estando suas necessidades aumentadas durante o período intrauterino (DREHER; DAVENPORT, 2013; FULGONI; DREHER; DAVENPORT, 2013).

Em uma análise realizada por Melo (2019), podemos observar a composição de ácidos graxos presentes no óleo e polpa de abacate (Tabela 2).

Tabela 2 – Composição de ácidos graxos do óleo e polpa de abacate (*Persea americana* Mill).

	Óleo de Abacate	Polpa de Abacate
Ácidos Graxos	Quantidades (mg.100g ⁻¹)	
SATURADOS		
Ácido palmítico (C16:0)	22,80	22,41
Ácido esteárico (C18:0)	0,60	0,64
Ácido araquidônico (C20:0)	0,07	0,06
Ácido lignocérico (C20:4)	0,07	0,08
Total	23,54	23,19
MONOINSATURADO		
Ácido palmitoleico (C16:1 ω -7)	12,98	13,40
Ácido heptadecenoico (C17:1 ω -7)	0,10	0,09
Ácido oleico (C18:1 ω -9)	45,92	41,66
Ácido gondósico (C20:1 ω -9)	0,16	0,14
Total	59,16	55,29
POLINSATURADOS		
Ácido linoleico (C18:2 ω -6)	12,10	13,11
Ácido α -linolênico (18:3 ω -3)	0,72	0,81
Total	12,82	13,93

Fonte: Melo (2019).

O óleo de abacate assemelha-se as propriedades físico-químicas do azeite de oliva, uma vez que sua polpa carnuda favorece óleo de alta qualidade com quantidades consideráveis de ácido oleico (TANGO; CARVALHO; SOARES, 2004; QUIÑONES-ISLAS *et al.*, 2013). Os fitoquímicos extraídos do fruto do abacateiro, além de atuar reduzindo o risco de aterosclerose e trombose, podem atuar na prevenção de câncer (SANTOS *et al.*, 2014; LOZANO *et al.*, 1993; SALGADO *et al.*, 2008; DING *et al.*, 2007; TAPIERO *et al.*, 2003).

Além do alto teor de umidade, lipídios e fibras, a polpa de abacate também se destaca por sua alta atividade antioxidante (Tabela 3) (MELO *et al.*, 2019).

Tabela 3 - Compostos fenólicos totais da polpa liofilizada e óleo de abacate (*Persea Americana* Mill).

	Polpa de Abacate	Óleo de Abacate
Fenólicos totais (mg GAE/100g)	64,61 ($\pm 4,71$)	49,50 ($\pm 0,00$)
Flavonóides totais (mg GAE/100g)	39,28 ($\pm 0,00$)	33,75 ($\pm 0,00$)
Carotenóides totais (mg GAE/100g)	84,00 ($\pm 0,00$)	9,87 ($\pm 0,83$)
Atividade Antioxidante		
FRAPS ($\mu\text{mol TE/g}$)	0,08 ($\pm 0,00$)	0,03 ($\pm 0,00$)
ABTS ($\mu\text{mol TE/g}$)	2,02 ($\pm 0,66$)	0,17 ($\pm 0,06$)
IC ₅₀ (mg/dl)	59,86 (22,03)	443,88 (78,82)

Fonte: Moura *et al.*, (2019).

A matriz apresenta um excelente perfil de antioxidantes, estando os carotenoides em maior proporção. Estudos evidenciam a influência destes compostos na função cognitiva, recomendando-se a oferta durante o período crítico de desenvolvimento (LIMA *et al.*, 2019). Na vida pós-natal, durante o período de lactação, ocorre redução nas concentrações de carotenoides, devendo a de manda ser aumentada por meio da suplementação materna (COMERFORD *et al.*, 2016; JOHNSON, 2014).

Independente da variedade, o abacate é considerado fonte de ácidos graxos insaturados, fibras, potássio, vitamina B3 e compostos bioativos, como vitamina E, carotenoides e esteróis OLIVEIRA *et al.*, 2013; SANTANA *et al.*, 2015). Devido a sua rica composição o fruto possui atividades antioxidante, anti-inflamatória, antitumoral e antimicrobiana, sendo assim classificado como um alimento funcional (DAIUTO *et al.*, 2010).

Por ser uma ótima fonte de ácidos graxos ômega, sendo estes bons para a saúde atuando principalmente na prevenção de doenças cardiovasculares, o abacate torna-se um opção favorável para ser utilizado na alimentação humana (SALGADO *et al.*, 2008) e têm sido sugerido como fonte de nutrição em potencial para gestantes e lactantes, visto que possui em sua composição quantidades expressantes de antioxidantes e gorduras insaturadas (CZEIZEL *et al.*, 2000; PEREIRA, 2018). De acordo com Ammer (2016) e Comeford *et al.* (2016), o consumo materno destes componentes apresentam impactos positivos na pré e pós concepção, atuando não só na modulação do Sistema Nervoso (SN) da prole, mas também no perfil fisiológico e bioquímico (MENNITTI, 2015).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ABACATE (*Persea americana* mill.)

O abacate (*Persea americana* Mill.), da variedade Hass, foi escolhido devido seu conteúdo lipídico e por ser a variedade mais utilizada para exportação. Os frutos utilizados na pesquisa foram colhidos em março de 2017, na Fazenda Jaguacy Avocado Brasil®, localizada no município de Bauru, São Paulo, de acordo com as coordenadas geográficas de latitude 22°19'18``S, longitude 49°04'13``W e 526 m de altitude. Do mesmo lote coletado, parte dos frutos foi utilizada para extração do óleo, na própria fazenda, e outra parte foi transportada para a Empresa Terroni Liofilização®, localizada em São Carlos, São Paulo, para obtenção do pó liofilizado da polpa.

O óleo foi extraído da polpa do abacate com a utilização de uma centrífuga de três fases (Centrífuga Gratt modelo GMT 400, Capinzal/SC, Brasil), na rotação de 3500 rpm, onde o óleo, água e os sólidos foram separados. Em seguida, a fase óleo passou por decantador e filtro prensa (Ecirtec - modelo FPE 25/10, Baurú/SP, Brasil), envase à vácuo em vidro âmbar e armazenado sob temperatura ambiente.

Para transformação da polpa em pó liofilizado, esta foi inicialmente removida e levemente amassada com as mãos e ultracongelada por 24 h sob temperatura de -5 a -25 °C e posteriormente liofilizada durante 44 h no Liofilizador Modelo LH0601-B (Terroni®, São Carlos, SP/Brasil), em etapas sequenciais e distintas de descongelamento e pressão a vácuo. A pressão inicial foi de 200 a 300 µHg e o vácuo final foi de 8µHg. A temperatura do condensador variou entre -50 a -57° C. Após liofilização o pó foi embalado em embalagens individuais metalizadas e laminadas com capacidade para 100 g.

Após a obtenção do óleo e do pó liofilizado do abacate, ambos foram enviados para o Laboratório de Nutrição Experimental da Universidade Federal de Campina Grande - LANEX / UFCG, os quais foram administrados nos animais através de gavagem.

4.2 ANIMAIS E GRUPOS EXPERIMENTAIS

Foram utilizadas 24 fêmeas da linhagem Wistar, provenientes do Laboratório de Nutrição Experimental da Universidade Federal de Campina Grande - LANEX / UFCG, com idade de 90 dias e peso de 250 ± 50 g para obtenção da prole. As fêmeas foram acasaladas na proporção de duas fêmeas para cada macho. Após confirmação da prenhez, os animais foram

alojados em gaiolas individuais de polipropileno (60 cm de comprimento, 50 cm de largura e 22 cm de altura), mantidos em condições padrão de laboratório (temperatura 22 ± 1 ° C, umidade $65 \pm 5\%$, luz / ciclo escuro de 12/12 horas - luz artificial das 6:00 às 18:00) e divididos em três grupos: Controle (CG) - suplementado com água destilada; Grupo Óleo de Abacate (OA) – suplementado com 3.000 mg de óleo de abacate / kg de peso de animal; e Grupo Polpa de Abacate (PA) - tratado 3.000 mg da polpa de abacate liofilizada / kg de peso de animal. A Gavagem foi administrada a partir do 7º dia de gestação até o 21º dia de lactação. A ração padrão (Presence Purina®, São Paulo, Brasil) e a água foram oferecidas ad libitum. Após o desmame, a prole também passou a receber ração padrão até a idade adulta.

4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Ao final do experimento, metade dos animais foram eutanasiados aos 45 dias de vida e a outra metade aos 90 dias de vida. Antes da eutanásia os animais foram anestesiados e posteriormente foram aferidos os parâmetros murinométricos. Em seguida, foi realizado um corte longitudinal e após a exposição do coração as amostras de sangue foram coletadas mediante punção cardíaca. Por fim, o tecido hepático foi removido, pesado e posteriormente submetido a quantificação do percentual de gordura. As gorduras mesentérica, retroperitoneal e epididimal também foram removidas e pesadas. A Figura 2 esquematiza o protocolo experimental especificando os dias em que os procedimentos foram realizados.

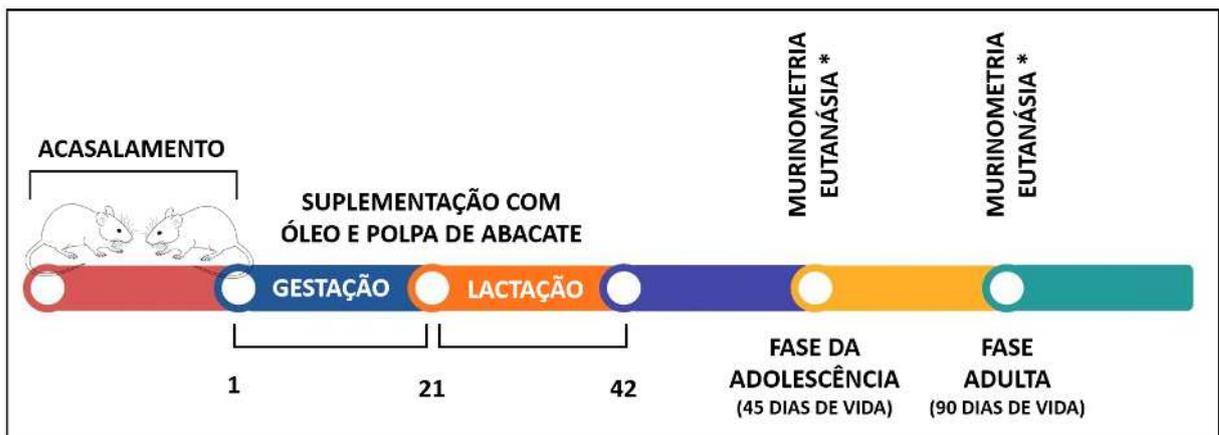


Figura 2 - Protocolo experimental - Sequência de tempo (dias) de experimentos conduzidos com ratas *Wistar* tratadas com óleo e polpa de abacate (3.000mg de óleo/polpa de abacate/ kg de peso do animal) durante a gestação e lactação. Eutanásia* - Remoção do fígado, gorduras e coleta de sangue

4.4 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

4.4.1 Consumo Alimentar

O consumo de ração foi calculado semanalmente, durante todo o experimento. O controle de ingestão alimentar se deu por meio de cálculo utilizando a equação: $CS = RF - S$, onde: CS = Consumo Semanal; RF = Ração Fornecida e S = Sobras.

4.4.2 Peso Corporal

O peso corporal do animal foi aferido semanalmente, durante todo o experimento e mensurado através de uma balança semi-analítica (Balmax®) modelo: ELP-25.

4.4.3 Avaliação Murinométrica

As medidas murinométricas foram aferidas minutos antes dos animais serem submetidos à eutanásia, estes foram anestesiados com injeção intraperitoneal de Cloridrato de Ketamina e Cloridrato de Xilazina (1ml/kg de peso). Foi verificada a circunferência abdominal (CA), circunferência torácica (CT), comprimento naso-anal, peso corporal e IMC segundo metodologia descrita por Novelli e colaboradores (2007) e a gordura abdominal total por Cinti (2005).

Para determinação do comprimento naso-anal, circunferência torácica e circunferência abdominal foi utilizado fita métrica não extensível. A gordura mesentérica, retroperitoneal, epididimal e o fígado foi removida após punção cardíaca, através de incisão na linha média do abdômen e em seguida pesados com auxílio de balança analítica (RADWAG ®). O peso corporal junto com o comprimento naso-anal foi utilizado para determinar o índice de massa corporal (IMC) = peso corporal (g) / comprimento² (cm²).

4.4.3 Percentual de Gordura do Fígado

Após a anestesia, incisão abdominal e completa exsanguinação, o fígado foi removido e pesado em uma balança semi-analítica (Balmax, modelo: ELP-25). Após a pesagem o tecido hepático, este foi triturado e submetido à avaliação do percentual de gordura segundo metodologia descrita por Folch et al. (1957).

4.4.4 Parâmetros bioquímicos

O sangue coletado por punção cardíaca foi centrifugado em 3500 rpm durante 15 min para separação do plasma e estocado a -20°C até a realização das análises. Foram quantificados glicemia, triglicerídeos, colesterol total, lipoproteína de alta densidade (HDL), lipoproteína de baixa densidade (LDL), AST (aspartato aminotransferase) e a ALT (alanina aminotransferase) com auxílio de kits enzimáticos da Labtest® e leitura em espectrofotômetro SP 1102.

Os teores de LDL-colesterol foram estimados utilizando a equação de Friedwald, Levy e Fredrickson (1972) [$LDL-c = (CT - HDL-c) - (TG / 5)$]. O índice aterogênico (IA) foi calculado realizando a divisão do colesterol total pelo HDL-c. [$CT / HDL-c$] (CHOI *et al.*, 2006).

4.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados foram expressos como a média \pm desvio padrão (DP). A análise estatística dos dados foi realizada através da one-way ANOVA seguido pelo teste T Student. As diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0,05$.

4.6 ASPECTOS ÉTICOS

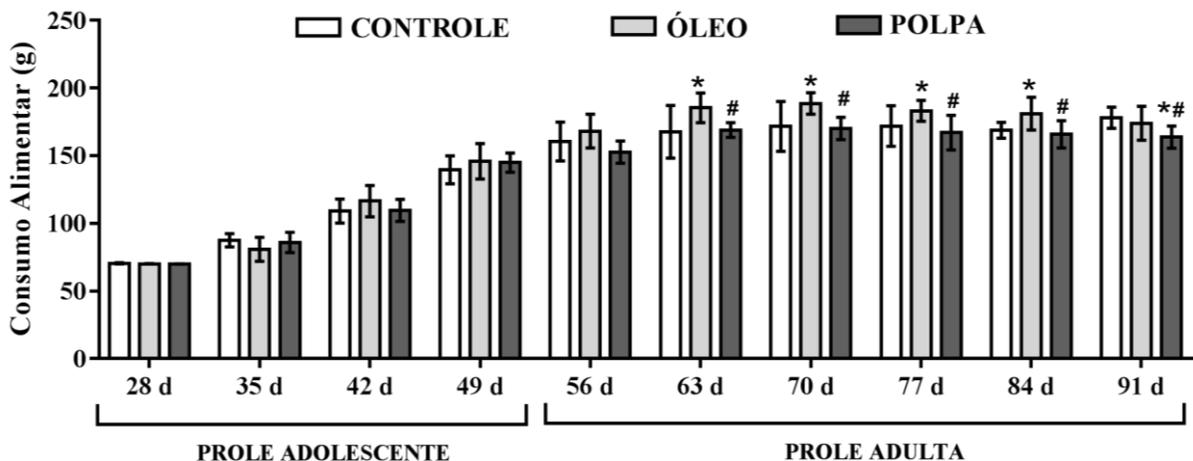
O protocolo experimental seguiu as recomendações éticas do National Institute of Health (Bethesda, EUA), com relação aos cuidados com animais. O trabalho foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Saúde e Tecnologia Rural, da Universidade Federal de Campina Grande, campus da cidade de Patos, na Paraíba, protocolo nº006-2017. O abacate utilizado foi registrado no SisGen nº A737D56.

5 RESULTADOS

5.1 CONSUMO ALIMENTAR

De acordo com os dados expressos na figura 3, não se observou diferença estatística entre os grupos em relação ao consumo de ração durante a fase da adolescência ($p > 0,05$). Na idade adulta, foi possível verificar que entre 63 a 84 dias os animais pertencentes ao grupo OA apresentaram consumo superior quando comparados ao grupo controle ($p < 0,05$), já os animais do grupo PA apresentaram menor consumo em relação ao GC ($p < 0,05$). Aos 91 dias de vida verificou-se que os animais do grupo PA obtiveram uma redução do consumo quando comparados aos grupos GC e AO ($p < 0,05$).

Figura 3 – Consumo de prole adolescente (T45) e adulta (T90) cujas mães receberam suplementação de polpa e óleo de abacate durante a gestação e lactação.



Dados expressos com média e desvio padrão. Os dados foram analisados usando o ANOVA One-Way, seguido do Teste de Tukey. Diferenças estatisticamente foram consideradas quando $p < 0,05$. (*) Estatisticamente diferente em relação ao GC; Estatisticamente diferente em relação à AO. GC= Grupo Controle (n=15); OA= Grupo Óleo de Abacate (n=15); PA= Polpa de Abacate (n=15).

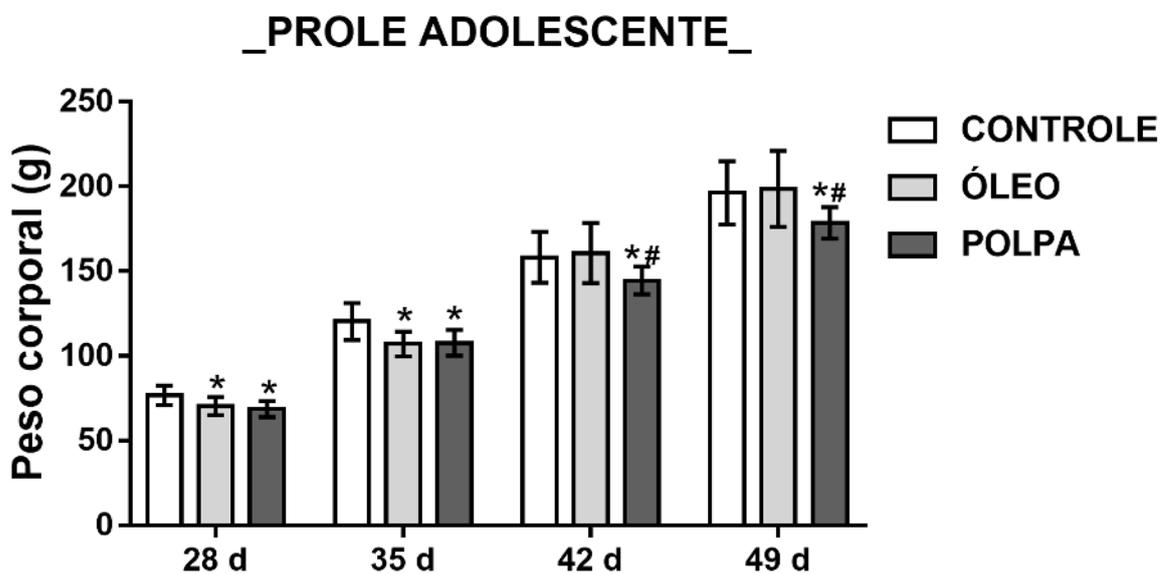
5.2 GANHO PONDERAL

5.2.1 Ganho Ponderal de Peso da Prole Adolescente (T45)

Durante a fase da adolescência, pode-se observar (Figura 4) que a prole proveniente dos grupos OA ($70,46 \pm 5,30$) e PA ($68,67 \pm 4,85$) apresentaram uma redução do peso corporal no 28º dia de vida quando comparados aos animais do GC ($76,63 \pm 5,73$) ($p < 0,05$).

Aos 35 dias de vida, o peso corporal dos grupos OA ($107,00 \pm 7,29$) e PA ($107,67 \pm 7,67$) mantiveram-se menores em relação ao GC ($120,25 \pm 10,98$) ($p < 0,05$). No 42º e no 49º dia de vida verificou-se que apenas os animais do grupo PA ($144,56 \pm 8,25$; $158,25 \pm 15,08$) continuaram a apresentar redução do peso corporal quando comparados aos animais dos grupos GC ($158,25 \pm 15,08$; $196,25 \pm 18,62$) e o AO ($160,77 \pm 17,71$; $198,46 \pm 22,38$) ($p < 0,05$).

Figura 4 – Ganho ponderal de prole adolescente (T45) cujas mães receberam suplementação de polpa e óleo de abacate durante a gestação e lactação.

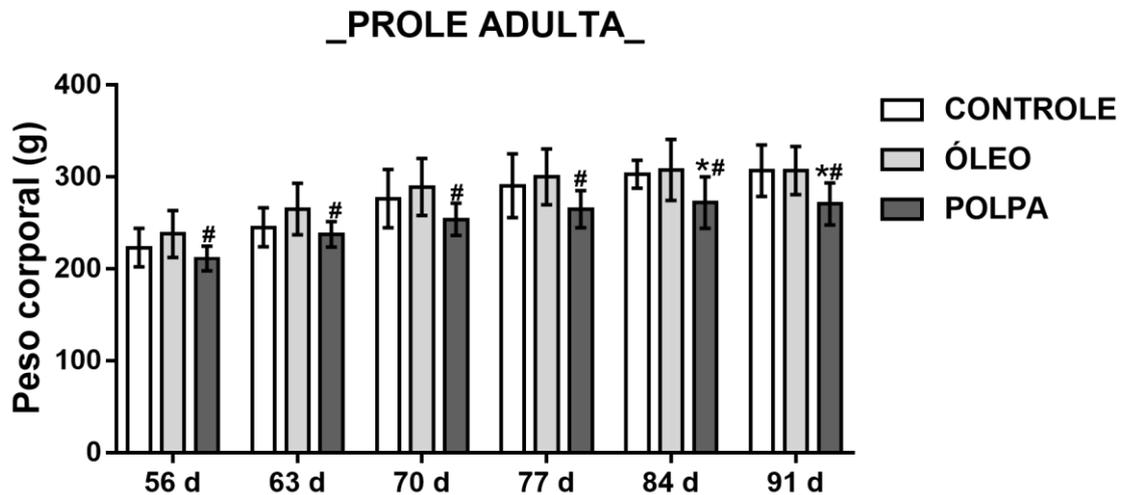


Dados expressos com média e desvio padrão. Os dados foram analisados usando o ANOVA One-Way, seguido do Teste de Tukey. Diferenças estatisticamente foram consideradas quando $p < 0,05$. (*) Estatisticamente diferente em relação ao GC; Estatisticamente diferente em relação à AO. GC= Grupo Controle (n=15); OA= Grupo Óleo de Abacate (n=15); PA= Polpa de Abacate (n=15).

5.2.2 Ganho Ponderal de Peso da Prole Adulta (T90)

Na fase adulta, como pode ser observado na Figura 5, os animais cujas mães foram suplementadas com a polpa de abacate apresentaram menor ganho ponderal quando comparados aos animais do grupo AO durante toda esta fase ($p < 0,05$). Já no 84º e no 91º dia de vida, foi possível verificar que o grupo PA ($272,17 \pm 27,95$; $270,67 \pm 22,76$) apresentou redução de peso não só em relação ao grupo AO ($307,69 \pm 33,21$; $307,08 \pm 26,16$), mas também quando comparados ao GC ($303,00 \pm 15,24$; $306,83 \pm 27,99$) ($p < 0,05$).

Figura 5 – Ganho ponderal de prole adulta (T90) cujas mães receberam suplementação de polpa e óleo de abacate durante a gestação e lactação.



Dados expressos com média e desvio padrão. Os dados foram analisados usando o ANOVA One-Way, seguido do Teste de Tukey. Diferenças estatisticamente foram consideradas quando $p < 0,05$. (*) Estatisticamente diferente em relação ao GC; Estatisticamente diferente em relação à AO. GC= Grupo Controle (n=15); OA= Grupo Óleo de Abacate (n=15); PA= Polpa de Abacate (n=15).

5.3 AVALIAÇÃO MURINOMÉTRICA

5.3.1 Parâmetros Murinométricos e Peso do Fígado da Prole Adolescente (T45)

A tabela 4 mostra que o peso corporal da prole cujas mães foram suplementadas com polpa de abacate ($158,15 \pm 8,18$) foi menor em comparação aos animais do GC ($169,50 \pm 5,97$) ($p < 0,05$). Em relação ao comprimento naso-anal, verificamos que tanto os animais do AO ($17,39 \pm 0,57$) quanto os animais do grupo PA ($17,77 \pm 0,56$) apresentarem médias inferiores quando comparados ao grupos controle ($18,54 \pm 0,46$) ($p < 0,05$). Para o índice de massa corporal, observou-se que os animais do grupo OA ($0,49 \pm 0,16$) diferiram do grupo controle ($0,87 \pm 0,70$), apresentando menores médias ($p < 0,05$), Já os animais do grupo PA ($0,50 \pm 0,03$) diferiram estatisticamente dos animais do grupo AO, apresentando maior IMC ($p < 0,05$). Ao analisarmos a circunferência torácica da prole verificou-se que os animais do AO apresentaram resultados inferiores ao GC ($p < 0,05$), e os animais do grupo PA médias superiores quando comparados com o grupo OA ($p < 0,05$). Quanto à circunferência abdominal, os grupos AO e PA apresentaram menores médias em relação ao GC ($p < 0,05$). No que diz respeito ao peso do fígado, a prole de ratas tratadas com óleo e polpa de abacate apresentaram peso inferiores em relação a prole do grupo controle ($p < 0,05$).

5.3.2 Parâmetros Murinométricos e Peso do Fígado da Prole Adulta (T90)

Na fase adulta, foi possível verificar que os animais pertencentes ao grupo PA ($270,67 \pm 24,43$) continuaram a apresentar menor peso corporal, diferindo estatisticamente dos grupos GC ($303,00 \pm 15,24$) e OA ($310,14 \pm 27,60$) ($p < 0,05$). Em relação ao comprimento naso-anal, os animais do grupo OA ($22,64 \pm 0,53$) apresentaram maior média em comparação com os animais do GC ($21,89 \pm 0,69$), porém, ao compararmos os grupos experimentais, pode-se observar que os animais do grupo PA ($21,99 \pm 0,51$) apresentaram menor comprimento em relação ao grupo OA ($p < 0,05$). Quanto ao índice de massa corporal, na fase adulta, observamos que os animais do grupo PA apresentaram menores valores quando comparados aos grupos GC e OA ($p < 0,05$). Ao analisarmos as circunferências torácicas e abdominal, verificamos que os animais do grupo OA ($14,71 \pm 0,54$; $16,43 \pm 0,55$) apresentaram valores superiores em relação ao GC ($14,25 \pm 0,34$; $15,54 \pm 0,40$) ($p < 0,05$). Por outro lado, os animais PA ($13,83 \pm 0,49$; $15,33 \pm 0,62$) diferiram estatisticamente dos animais OA, apresentando menores circunferências ($p < 0,05$). Quanto ao peso do fígado, houve diferença significativa entre os grupos experimentais, onde os animais do grupo PA ($9,95 \pm 1,23$) apresentaram menor peso do tecido quando comparados ao grupo OA ($11,13 \pm 1,31$) ($p < 0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4 - Parâmetros murinométricos e peso dos órgãos de prole adolescente (T45) e adulta (T90) cujas mães receberam suplementação de polpa e óleo de abacate durante a gestação e lactação.

Parâmetros Murinométricos	Grupos					
	Filhotes - T45			Filhotes - T90		
	GC	OA	PA	GC	AO	PA
Peso Corporal (g)	169,50 ±5,97	163,08 ±7,60	158,15 ±8,18*	303,00 ±15,24	310,14 ±27,60	270,67 ±24,43* [#]
Compr. naso-anal (cm)	18,54 ±0,46	17,39 ±0,57*	17,77 ±0,56*	21,89 ±0,69	22,64 ±0,53*	21,99 ±0,51 [#]
IMC (g/cm ²)	0,87 ±0,70	0,49 ±0,16*	0,50 ±0,03 [#]	0,63 ±0,04	0,60 ±0,04	0,56 ±0,04* [#]
Circ. torácica (cm)	12,00 ±0,29	11,36 ±0,36*	11,87 ±0,30 [#]	14,25 ±0,34	14,71 ±0,54*	13,83 ±0,49 [#]
Circ. abdominal (cm)	13,57 ±0,35	12,64 ±0,53*	12,97 ±0,40*	15,54 ±0,40	16,43 ±0,55*	15,33 ±0,62 [#]
Peso dos Órgãos						
Fígado	8,26 ±1,03	7,10 ±0,61*	7,22 ±0,65*	10,14 ±0,90	11,13 ±1,31	9,95 ±1,23 [#]

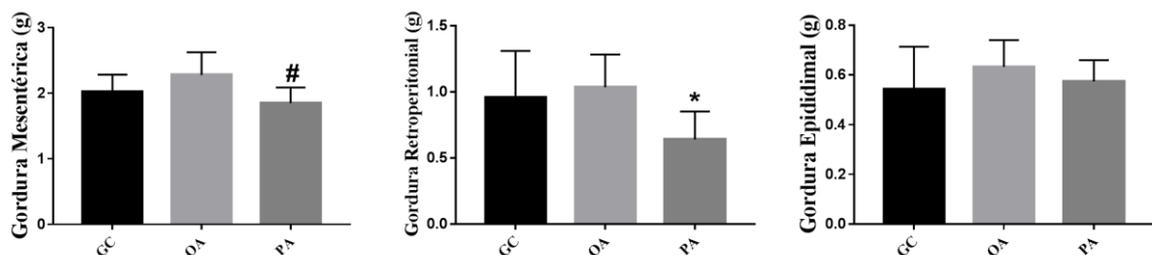
Dados expressos com média e desvio padrão. Os dados foram analisados usando o ANOVA One-Way, seguido do Teste de Tukey. Diferenças estatisticamente foram consideradas quando $p < 0,05$. (*) Estatisticamente diferente em relação ao GC; ([#])Estatisticamente diferente em relação à AO. GC= Grupo Controle (n=15); OA= Grupo Óleo de Abacate (n=15); PA= Polpa de Abacate (n=15).

5.4 GORDURAS VICERAIS E GORDURA CORPORAL TOTAL

5.4.1 Gorduras Viscerais e Gordura Corporal Total da Prole Adolescente (T45)

Quando avaliado a gordura mesentérica (Figura 6), o grupo PA ($1,85 \pm 0,24$) apresentou menor valor comparado ao OA ($2,28 \pm 0,35$) ($p < 0,05$). Em relação à gordura retroperitoneal, o grupo PA ($0,64 \pm 0,21$) demonstrou menor valor contraposto ao GC ($0,89 \pm 0,38$) ($p < 0,05$). Em relação a gordura epididimal não houve diferença significativa entre os grupos.

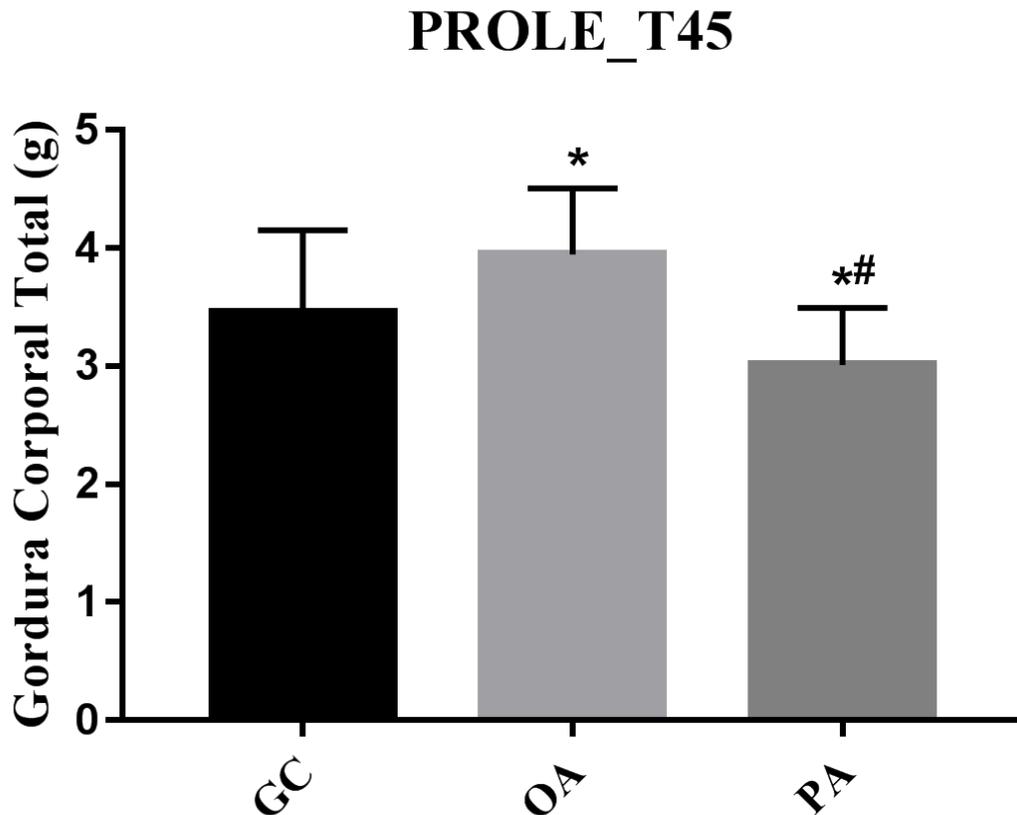
Figura 6 – Gorduras viscerais de prole adolescente (T45) cujas mães receberam suplementação de polpa e óleo de abacate durante a gestação e lactação.



Dados expressos com média e desvio padrão. Os dados foram analisados usando o ANOVA One-Way, seguido do Teste de Tukey. Diferenças estatisticamente foram consideradas quando $p < 0,05$. (*) Estatisticamente diferente em relação ao GC; (#) Estatisticamente diferente em relação à AO. GC= Grupo Controle (n=15); OA= Grupo Óleo de Abacate (n=15); PA= Polpa de Abacate (n=15).

Na Figura 7 estão expressos os valores de gordura corporal total da prole adolescente (T45). O grupo OA ($3,98 \pm 0,46$) apresentou maior valor quando comparado ao GC ($3,46 \pm 0,69$) ($p < 0,05$). Já o grupo PA ($3,05 \pm 0,57$) apresentou menores valores em comparação aos demais grupos.

Figura 7 – Gordura corporal total de prole adolescente (T45) cujas mães receberam suplementação de polpa e óleo de abacate durante a gestação e lactação.

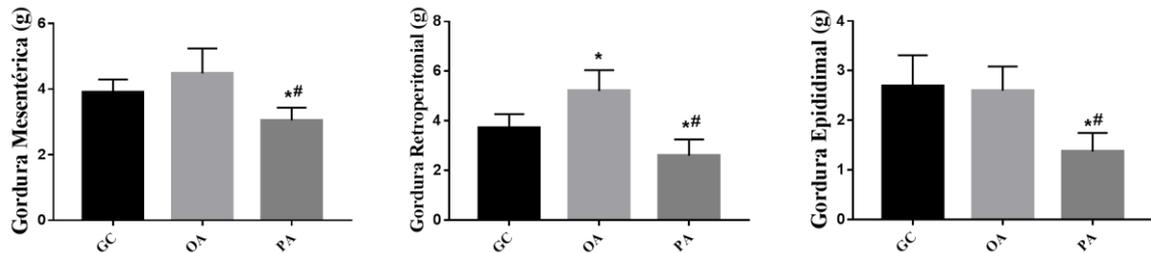


Dados expressos com média e desvio padrão. Os dados foram analisados usando o ANOVA One-Way, seguido do Teste de Tukey. Diferenças estatisticamente foram consideradas quando $p < 0,05$. (*) Estatisticamente diferente em relação ao GC; (#) Estatisticamente diferente em relação à AO. GC= Grupo Controle (n=15); OA= Grupo Óleo de Abacate (n=15); PA= Polpa de Abacate (n=15).

5.4.1 Gorduras Viscerais e Gordura Corporal Total da Prole Adulta (T90)

Na prole adulta, no que diz respeito às gorduras viscerais (Figura 8), o grupo PA ($3,05 \pm 0,39$) apresentou menor valor de gordura mesentérica comparado aos grupos GC ($3,90 \pm 0,40$) e AO ($4,48 \pm 0,76$) ($p < 0,05$). A gordura retroperitoneal apresentou-se maior no grupo OA ($5,20 \pm 0,84$) em comparação com o grupo GC ($3,72 \pm 0,55$). Por outro lado o grupo PA ($2,59 \pm 0,66$) obteve menor valor de gordura retroperitoneal em relação aos demais grupos ($p < 0,05$). No que diz respeito à gordura epididimal o grupo PA ($1,37 \pm 0,37$) demonstrou menor valor contraposto aos grupos GC ($2,69 \pm 0,62$) e AO ($2,60 \pm 0,49$).

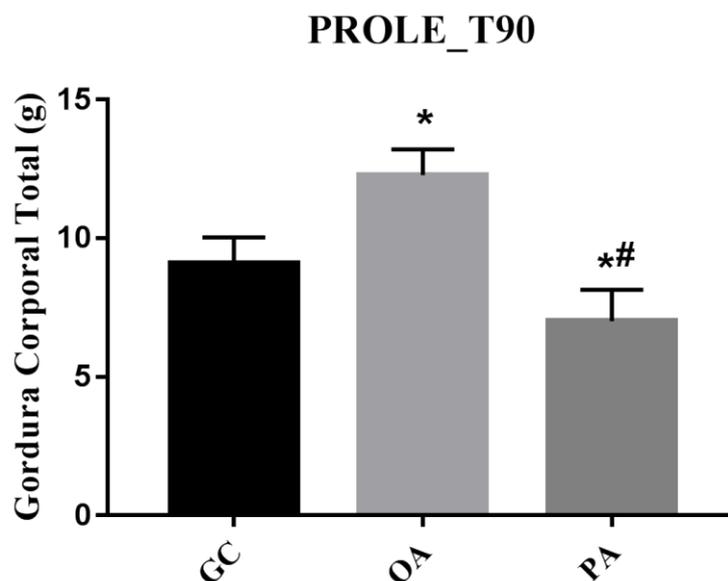
Figura 8 – Gorduras viscerais de prole adulta (T90) cujas mães receberam suplementação de polpa e óleo de abacate durante a gestação e lactação.



Dados expressos com média e desvio padrão. Os dados foram analisados usando o ANOVA One-Way, seguido do Teste de Tukey. Diferenças estatisticamente foram consideradas quando $p < 0,05$. (*) Estatisticamente diferente em relação ao GC; (#) Estatisticamente diferente em relação à OA. GC= Grupo Controle (n=15); OA= Grupo Óleo de Abacate (n=15); PA= Polpa de Abacate (n=15).

Em relação à gordura corporal total (Figura 9), na prole adulta o grupo OA ($12,28 \pm 0,93$) apresentou maior valor comparado ao GC ($9,08 \pm 0,95$) ($p < 0,05$). Já o grupo PA ($7,01 \pm 1,14$) apresentou menor proporção de gordura corporal em relação aos demais grupos ($p < 0,05$)

Figura 9 – Gordura corporal total de prole adulta (T90) cujas mães receberam suplementação de polpa e óleo de abacate durante a gestação e lactação.

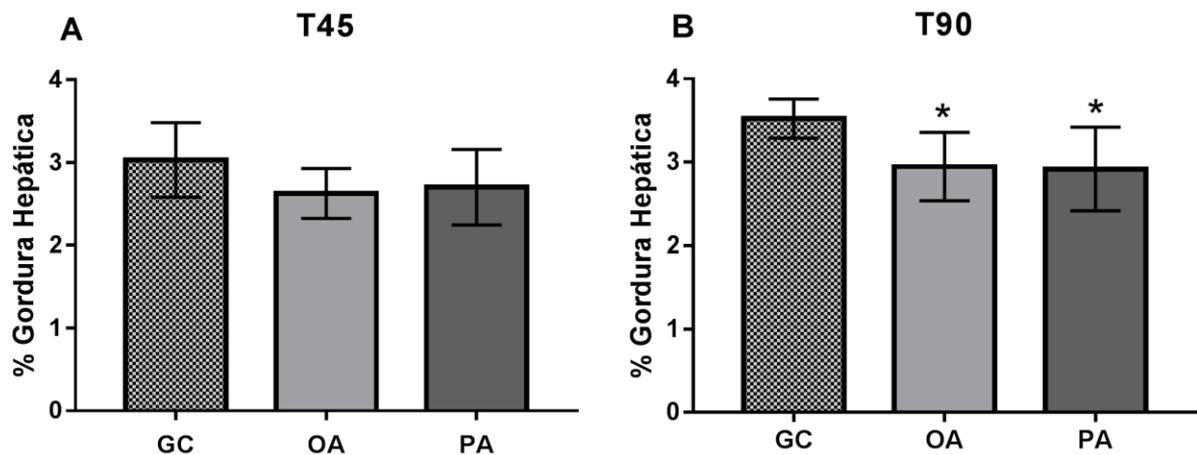


Dados expressos com média e desvio padrão. Os dados foram analisados usando o ANOVA One-Way, seguido do Teste de Tukey. Diferenças estatisticamente foram consideradas quando $p < 0,05$. (*) Estatisticamente diferente em relação ao GC; (#) Estatisticamente diferente em relação à OA. GC= Grupo Controle (n=15); OA= Grupo Óleo de Abacate (n=15); PA= Polpa de Abacate (n=15).

5.5 GORDURA HEPÁTICA

Não houve diferenças estatísticas quanto aos níveis de gordura entre os grupos da prole adolescente (T45) (Figura 10). Porém, vale ressaltar que os grupos experimentais AO e PA da prole adulta (T90), apresentaram diferenças estatísticas significativas quando comparadas com o grupo controle, apresentando menores quantidades de gordura hepática ($p < 0,05$).

Figura 10 – Gordura hepática prole adolescente (T45) e adulta (T90) cujas mães receberam suplementação de polpa e óleo de abacate durante a gestação e lactação.



Dados expressos com média e desvio padrão. Os dados foram analisados usando o ANOVA One-Way, seguido do Teste de Tukey. Diferenças estatísticas foram consideradas quando $p < 0,05$. (*) Estatisticamente diferente em relação ao GC; Estatisticamente diferente em relação à OA. GC= Grupo Controle (n=15); OA= Grupo Óleo de Abacate (n=15); PA= Polpa de Abacate (n=15).

5.6 PARÂMETROS BIOQUÍMICOS

5.6.1 Parâmetros Bioquímicos da Prole Adolescente (T45)

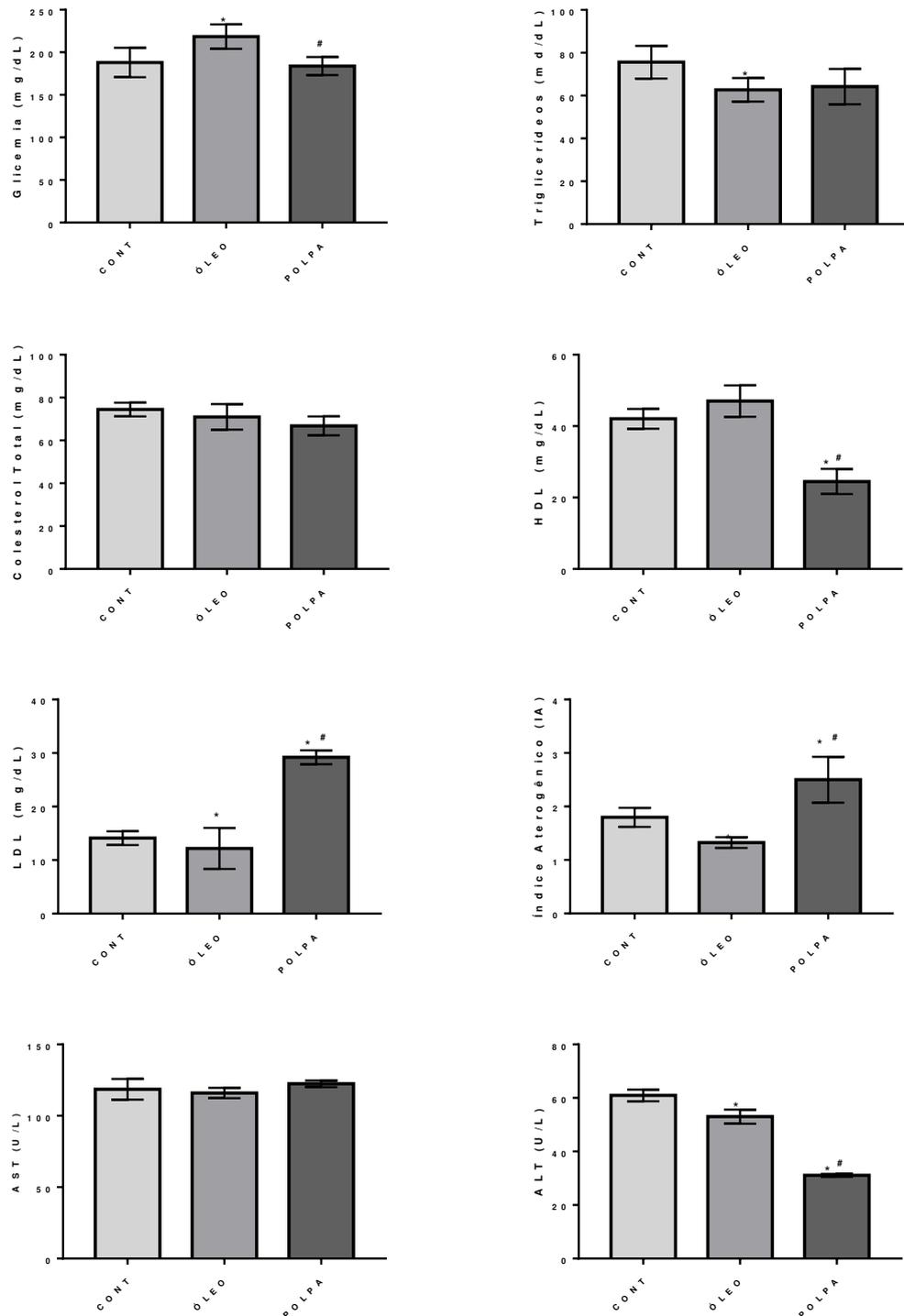
Quanto as variáveis bioquímicas analisadas (Figura 11), houve uma redução dos níveis de glicose plasmática dos animais adolescentes do grupo experimental PA, quando comparados aos animais do OA ($p < 0,05$), entretanto os níveis de glicose foram maiores no grupo OA em relação ao GC ($p < 0,05$). Não houve diferenças estatísticas entre os grupos para os níveis séricos de colesterol total e AST. Para os triglicerídeos plasmáticos dos animais do grupo OA, estes apresentaram níveis menores quando relacionados ao GC ($p < 0,05$). Os

valores de HDL-c do PA apresentaram teores menores do que o GC e OA ($p<0,05$). Verificou-se que os níveis de LDL-c foram mais baixos no grupo OA em relação ao GC ($p<0,05$), e em PA foram mais elevados em comparação aos grupos GC e OA ($p<0,05$). Quanto ao índice aterogênico este se mostrou menor no grupo óleo em relação ao grupo controle ($p<0,05$) e maior no grupo polpa em comparação aos demais grupos ($p<0,05$). No que diz respeito aos valores de ALT, os grupos AO e PA apresentaram maiores valores quando comparados ao GC ($p<0,05$). Entretanto no grupo tratado com a polpa de abacate (PA), os níveis de ALT foram menores que o OA ($p<0,05$).

5.6.2 Parâmetros Bioquímicos da Prole Adulta

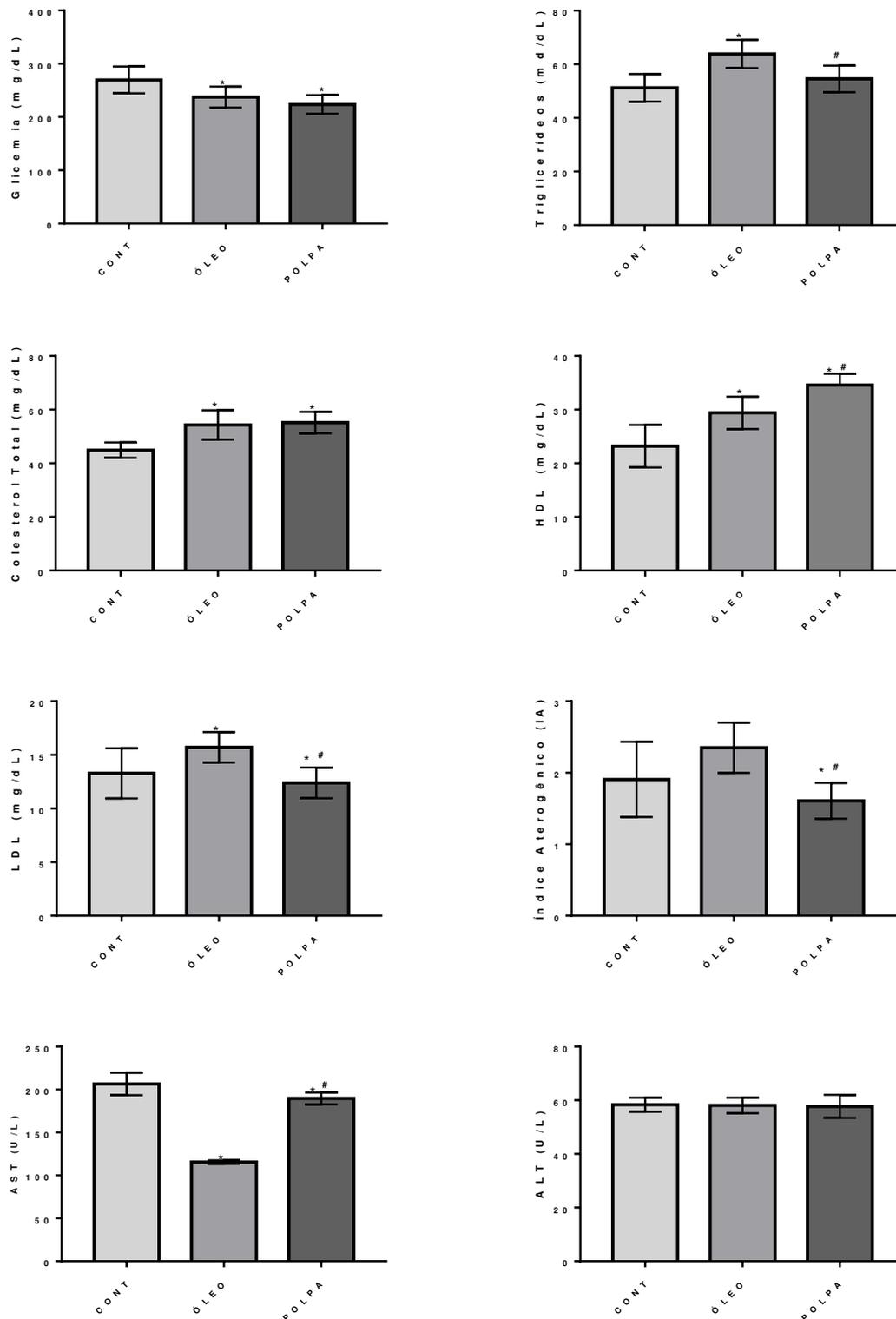
Na idade adulta pode se observar (Figura 12) que em relação aos parâmetros bioquímicos, os níveis plasmáticos de glicose dos grupos OA e PA diferiram estatisticamente do GC por apresentarem níveis séricos reduzidos ($p<0,05$). Houve um aumento nos níveis de colesterol nos grupos OA e PA quando comparados ao GC ($p<0,05$). Os níveis de triglicerídeos foram maiores no grupo tratado com óleo de abacate (OA), comparados ao GC ($p<0,05$). Entretanto as concentrações de triglicerídeos foram menores no grupo tratado com polpa de abacate (PA) em relação ao OA ($p<0,05$). As proporções de HDL-c se mostraram maiores nos grupos OA e PA em relação ao GC ($p<0,05$), no entanto PA foi superior ao OA ($p<0,05$). Os níveis de LDL-c foram menores nos grupos OA e PA comparado ao GC ($p<0,05$), porém foi ainda menor em PA comparado ao OA ($p<0,05$). Quanto aos níveis de AST plasmático, nos grupos OA e PA foram maiores quando comparados ao GC ($p<0,05$). O grupo PA diferiu estatisticamente do grupo OA por apresentar valores superiores de ALT ($p<0,05$). No que tange os níveis de ALT, os grupos não apresentaram diferenças estatísticas entre si.

Figura 11 – Parâmetros bioquímicos de prole adolescente (T45) cujas mães receberam suplementação de polpa e óleo de abacate durante a gestação e lactação.



Dados expressos com média e desvio padrão. Os dados foram analisados usando o ANOVA One-Way, seguido do Teste de Tukey. Diferenças estatisticamente foram consideradas quando $p < 0,05$. (*) Estatisticamente diferente em relação ao GC; (#) Estatisticamente diferente em relação à AO. GC= Grupo Controle (n=15); OA= Grupo Óleo de Abacate (n=15); PA= Polpa de Abacate (n=15).

Figura 12 – Parâmetros bioquímicos de prole adulta (T90) cujas mães receberam suplementação de polpa e óleo de abacate durante a gestação e lactação.



Dados expressos com média e desvio padrão. Os dados foram analisados usando o ANOVA One-Way, seguido do Teste de Tukey. Diferenças estatisticamente foram consideradas quando $p < 0,05$. (*) Estatisticamente diferente em relação ao GC; (#) Estatisticamente diferente em relação à AO. GC= Grupo Controle (n=15); OA= Grupo Óleo de Abacate (n=15); PA= Polpa de Abacate (n=15).

6 DISCUSSÃO

Este estudo objetivou-se em investigar o impacto da suplementação do óleo e da polpa de abacate sobre os parâmetros físicos e bioquímicos da prole de ratas tratadas durante a gestação e lactação. Os dados obtidos demonstraram que: (1) a suplementação da polpa de abacate influenciou na redução do consumo e do ganho de peso na prole adulta; (2) no peso corporal, IMC, a circunferência torácica e abdominal; (3) na diminuição da gordura visceral; (4) redução de LDL e índice aterogênico; (5) além de preservar a função hepática.

Os achados da literatura demonstram vários estudos que investigaram a suplementação de diversos tipos e diferentes doses de óleos em roedores. Esses dados são reportados nas diferentes fases da vida (BORENGASSER, 2014), porém, na literatura ainda existe uma lacuna em relação a suplementação do óleo e da polpa de abacate na fase inicial da vida. Devido ao perfil lipídico que apresenta, o abacate (*Persea americana* Mill), destaca-se como uma fonte dietética importante, rica em AG, com quantidades significativas de AG monoinsaturado (MUFAs), a exemplo do ácido oleico (w-9) e de poli-insaturados, a exemplo do os ácidos graxos linoleico (w-6) (DREHER; DAVENPORT, 2013; MELO *et al.*, 2019; USDA 2015). Na fase crítica do desenvolvimento, esses ácidos graxos são fundamentais para a formação dos tecidos, determinação da composição corporal e modulação dos processos metabólicos como, obesidade, diabetes e doenças cardiovasculares e hepática (ACERGO *et al.*, 2017; GEORGIEFF, 2007; KRETCHMER; BEARD; CARLSON, 1996; INNIS, 2014; LAURITZEN & CARLSON, 2011; MENNINTTI *et al.*, 2015; MORGANE *et al.*, 1993).

Os resultados obtidos neste estudo evidenciaram que a suplementação materna alterou o consumo da prole de ratos na fase adulta. Durante as quatro primeiras semanas da vida adulta o grupo OA apresentou maior consumo em relação ao GC. O aumento no consumo alimentar encontrado neste grupo corrobora com os resultados encontrados por Chang *et al.* (2008), que ao avaliar a influência de uma dieta materna hiperlipídica sobre a programação da prole verificou resultados similares. Por outro lado, o grupo PA demonstrou menor consumo durante toda a fase adulta quando comparado ao grupo controle (GC). Cardoso *et al.* (2010) e Collins *et al.* (2003), observaram que a exposição materna a uma dieta contendo linhaça foi capaz de promover menor peso corporal na prole, corroborando com os achados de nosso estudo.

A diferenciação dos sistemas neuronais que regulam o equilíbrio energético na prole tem início durante a gestação e se estende até o desmame (BOURET & SIMERLY, 2007; GROVE *et al.*, 2005). Evidências científicas têm demonstrado que a nutrição inadequada

durante a fase inicial da vida pode afetar o desenvolvimento do hipotálamo, através de modificações na expressão de genes envolvidos com a regulação da ingestão e gasto energético, tais alterações corroboram para o desenvolvimento de distúrbios metabólicos que podem perdurar durante a vida adulta (CHEN; SIMAR; MORRIS, 2009; GARCIA *et al.*, 2010; IKENASIO-THORPE *et al.*, 2007; PAGE *et al.*, 2009). A insulina e leptina estão relacionadas com a regulação do apetite, balanço energético e, conseqüentemente do peso corporal. A atuação da leptina consiste na inibição da ação do neuropeptídeo Y (NPY) e peptídeo relacionado ao gene agouti (AGRP) e estimulando pró-ópio melanocortina (POMC) e transcritos relacionados à anfetamina e cocaína (CART) no núcleo arqueado do hipotálamo (ARC), ocasionando conseqüentemente a redução da ingestão alimentar (PINKE, 2008; SCHWARTZ *et al.*, 2000; WOODS *et al.*, 2004).

Estudos revelam que a dieta hiperlipídica durante o período intra e extrauterino pode modular a sinalização hipotalâmica. Desta forma, pode-se dizer que a suplementação do óleo e da polpa de abacate ocasionaram programações diferentes na modulação do sistema nervoso central durante o período crítico de desenvolvimento, alterando os núcleos hipotalâmicos no que diz respeito a ingestão alimentar. Sullivan e colaboradores (2010) retratam através de seus estudos que a obesidade materna e a exposição perinatal ao consumo de dieta rica em lipídios, ocasionam uma alteração na regulação homeostática e na capacidade de detecção de nutrientes pelos circuitos hipotalâmicos, gerando conseqüente hiperfagia, estes mecanismos podem justificar os resultados encontrados para a prole pertencente ao grupo óleo de abacate.

Em relação ao ganho ponderal, este foi avaliado semanalmente, e através dos resultados obtidos pode-se observar que no início da adolescência (28d e 35d) os grupos OA e PA, apresentaram redução do peso corporal. Esta redução continuou a ser evidenciada nos animais do grupo PA durante o final da adolescência persistindo até a vida adulta. Estes dados se correlacionam com os resultados referentes ao consumo da prole mencionado neste estudo anteriormente, onde o grupo PA apresentou menor consumo com conseqüente menor ganho de peso. Estes resultados vão de encontro aos resultados descritos por Howie e colaboradores (2009), que ao avaliar a prole de ratas exposta a dieta rica em gordura durante a gestação e lactação, verificou menor peso corporal e menores níveis de leptina nestes roedores na fase adolescente e adulta. Para entender as alterações no ganho de peso é necessário investigar o comportamento da prole durante o período de lactação, visto que os insultos nutricionais nesta fase podem ocasionar efeitos a longo prazo. Em um estudo realizado por Melo *et al.* (2019), verificou-se que a suplementação da polpa de abacate durante a gestação e lactação resultou em menor peso da prole após o nascimento e na primeira semana de lactação quando

comparado aos demais grupos, esses resultados, foram evidenciados durante toda a fase da adolescência e da vida adulta. Em relação ao grupo óleo, apesar de não se observar diferença estatística, pode-se verificar que este apresentou maior consumo e maior ganho ponderal.

O aumento da oferta lipídica durante a gestação e lactação, por meio do óleo e da polpa de abacate, foi capaz de causar alterações na deposição de gorduras viscerais, modificando parâmetros murinométricos e bioquímicos na prole em curto e longo prazo. Quanto ao acúmulo de gorduras viscerais o grupo cujas mães receberam a polpa de abacate, apresentaram menores valores de gordura mesentérica e retroperitoneal tanto na fase da adolescência quanto na vida adulta. Pode-se observar ainda que o grupo PA apresentou menores teores de gordura epididimal e de gordura corporal total.

A circunferência abdominal reflete o acúmulo do tecido gorduroso nessa região. Nossos resultados evidenciaram que tanto na fase da adolescência quanto na fase adulta os animais pertencentes ao grupo PA apresentaram menores medidas. Já em relação ao grupo OA os resultados foram contrários, uma vez que estes apresentaram aumento no peso corporal, IMC, gorduras viscerais e total. Com base nestes resultados podemos inferir, que a suplementação do óleo de abacate durante a gestação e lactação pode ter programado a prole para o desenvolvimento de um possível quadro de obesidade e estresse oxidativo, com repercussão até a vida adulta. Estudo realizado por Tamashiro *et al.* (2009), verificou que a oferta de uma dieta hiperlipídica durante a gestação e a lactação aumenta a susceptibilidade da prole à obesidade, com consequências metabólicas diversas, incluindo estado inflamatório hipotalâmico, aumento de citocinas inflamatórias e apoptose neural (MILANSKI *et al.*, 2009; MORAES *et al.*, 2009; PIMENTEL *et al.*, 2012).

Alguns estudos evidenciam que dietas com alta concentração de lipídios, além de outros fatores como estilo de vida sedentário provocam alterações na homeostase do sistema antioxidante, culminando para um processo de estresse oxidativo, sendo este, causa implícita de alterações no perfil bioquímico e no tecido hepático (MANJESHWAR *et al.*, 2017; RAHMANI *et al.*, 2017). Define-se como estresse oxidativo um desequilíbrio entre o sistema de defesa antioxidante e a produção de espécies reativas de oxigênio, as quais são produzidas constantemente a partir das reações químicas e pela cadeia transportadora de elétrons nas mitocôndrias, e que em quantidades excedentes e incompatíveis para o funcionamento adequado dos sistemas fisiológicos levam à injúria tecidual (BETTERIDGE, 2000; BARBOSA *et al.*, 2010; BIRBEN *et al.*, 2012). Silva (2011) demonstrou em sua pesquisa que a dieta hiperlipídica pré-natal e/ou pós-natal pode favorecer o aumento do estresse oxidativo, sendo os produtos formado tóxicos as células pancreáticas produtoras de insulina. Estudo

realizado por Cerf e Louw (2014), verificou efeito que a exposição materna a dieta hiperlipídica acarreta no aumento da glicemia e intolerância à glicose. Em nosso estudo podemos verificar que os animais suplementados com a polpa de abacate, rica em antioxidante e ácidos graxos mono e poliinsaturados (MELO *et al.*, 2019), obtiveram menores níveis plasmáticos de glicose, quando comparados aos demais grupos. Possivelmente, tais substâncias exerceram efeito protetor sobre o estresse oxidativo e modularam o metabolismo glicídico.

No presente estudo também verificamos que os níveis de colesterol estiveram aumentados nos grupos experimentais na fase adulta, porém importa ressaltar, que os níveis plasmáticos de HDL se sobrepuseram aos níveis das lipoproteínas de baixa densidade. Pesquisa desenvolvida por Lima e Couto (2006) justificam nossos resultados, uma vez que relatam na literatura que os compostos antioxidantes aumentam a ação da enzima aciltransferase, sendo esta responsável por esterificar o colesterol, tornando possível, de forma seletiva, a sua captura pelo fígado, reduzindo assim seus níveis plasmáticos. Diante dos resultados citados anteriormente, achou-se importante realizar o cálculo do índice aterogênico (IA). O IA é um parâmetro preditor do surgimento de doenças cardíacas e pode ser presumido através de cálculos que relacionam o colesterol e suas frações. Evidências apontam que a razão TG/HDL-c é preditor significativo para o infarto agudo do miocárdio, sendo este cálculo ainda mais significativo do que a razão CT/HDL-c e LDL-c/HDL-c. (GAZIANO, *et al.*, 1997). Em nosso estudo a prole de ratas suplementada com a polpa de abacate apresentou maior índice aterogênico quando comparada aos demais grupos, porém, este parâmetro foi reduzido na fase adulta. Na adolescência o IA pode ser justificado pelas altas concentrações de LDL e menores concentrações de HDL, uma vez que o IA está diretamente relacionado as frações de CT, HDL, LDL e TG. Porém importa ressaltar que, na fase adulta houve redução do LDL e aumento da lipoproteína de alta densidade, refletindo assim, na diminuição do risco relacionado ao IA. Desta forma, infere-se que os compostos presentes na polpa de abacate foram capazes de promover efeito cardioprotetor, visto que esta é uma ótima fonte de ácidos graxos ômega e antioxidantes, sendo estes considerados benéficos para saúde, sendo comumente utilizado na prevenção de doenças cardiovasculares (SALGADO *et al.*, 2008)

A função hepática também foi investigada, por meio da determinação do fígado e percentual de gordura total presente neste tecido, além de análises bioquímicas (AST e ALT). Sobre esses parâmetros foi possível identificar que tanto a suplementação com o óleo quanto com a polpa resultou em menor acúmulo de gordura hepática na prole a longo prazo. Em relação a enzima alanina aminotransferase (ALT), nossos resultados demonstraram que na

adolescência pôde-se observar uma pequena alteração nos níveis de ALT para ambos os grupos experimentais em relação ao controle ($p < 0,05$), no entanto, essas alterações não persistiram na idade adulta. Sendo assim, com base nos nossos resultados podemos dizer que a composição de ácidos graxos e o teor de compostos bioativos do abacate (polpa e óleo) exerceram efeito protetor ao tecido hepático. Resultados contrários foram encontrados por Llopis *et al.* (2014), ao avaliar o dano hepático ocasionado na prole de ratas suplementadas com diferentes fontes de lipídios (manteiga, margarina e azeite de oliva) durante a gestação e lactação. Sendo assim, podemos verificar que as alterações ocasionadas pela programação metabólica a nível hepático, dependem da qualidade e quantidade dos ácidos graxos ofertados durante o período crítico de desenvolvimento.

7 CONCLUSÃO

Diante do exposto, esta pesquisa evidenciou que o consumo do óleo e da polpa de abacate ocasionaram programações distintas na prole de ratas tratadas durante a gestação e lactação. A suplementação materna da polpa de abacate refletiu em resultados mais positivos, uma vez que, foi capaz de reduzir o ganho de peso, inferindo em menor acúmulo de gordura corporal, além de melhorar os parâmetros murinométricos, inclusive, aqueles ligados a possíveis desordens metabólicas. Além disso, a composição de ácidos graxos e dos compostos bioativos eficientes na melhorara dos parâmetros bioquímicos e na prevenção contra danos hepáticos. Sendo assim, compreende-se que a polpa do abate é um alimento em potencial para ser consumido durante a gestação e lactação. Porém, outras pesquisas devem ser realizadas, a fim de investigar os parâmetros histológicos, para que de fato possamos evidenciar o efeito benéfico da polpa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G.V. B.; SAMPAIO, A. C. **O Abacate no mundo, no Brasil e na CEAGESP**. Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2013.

AMEER, K. Avocado as a Major Dietary Source of Antioxidants and Its Preventive Role in Neurodegenerative Diseases. **Advances in Neurobiology**, v. 12, n.1, p. 337-54, 2016.

ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2007

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.

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

AYALA, A.; MUÑOZ, M. F.; ARQUELLES, S. Lipid peroxidation: Production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2014, 2014. 31p.

BAGLEY, H.N.; WANG, Y.; CAMPBELL, M.S.; YU, X.; LANE, R.H.; JOSSMOORE, L.A. Maternal docosahexaenoic acid increases adiponectin and normalizes IUGR-induced changes in rat adipose deposition. **Journal of Obesity**, v. 203, n.1, p.1-8. 2013.

BAKKER, G. C.; VAN ERK, M. J.; PELLIS, L.; WOPEREREIS, S.; RUBINGH, C. M.; CNUBBEN, N. H.; KOOISTRA, T.; VAN OMMEN, B.; HENDRIKS, H. F. An antiinflammatory dietary mix modulates inflammation and oxidative and metabolic stress in overweight men: a nutrigenomics approach. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.91 n.4, p.1044–59, 2010.

BACKES, J.; ANZALONE, D.; HILLEMANN, D.; CATINI, J. The clinical relevance of omega 3 fatty acids in the management of Hypertriglyceridemia. **Lipids in Health and Disease**, v. 15, n.1, p.118, 2016.

BARBOSA, K.B.F. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores

modulatórios. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 4, p, 629-643, 2010.

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.

BARRAND, S.; CROWLEY, T. M.; WOOD-BRADLEY, R. J.; DE JONG, K. A.; ARMITAGE J. A. Impact of maternal high fat diet on hypothalamic transcriptome in neonatal Sprague Dawley rats. **PLoS One**. v. 12, n. 12, 2017.

BAUM, S. J.; KRIS-ETHERTON, P. M.; WILLETT, W. C.; LINCHTENSTEIN, A.H.; RUDEL, L. L.; MAKI, K.C.; WHELAN, J.; RAMDSEN, C. E.; BLOCK, R. C. Fatty acids in cardiovascular health and disease: a comprehensive update. **Journal of Clinical Lipidology**, v.6, n.3, p.216-234, 2012.

BETTERIDGE, D.J. What Is Oxidative Stress? **Metabolism**, v. 49, n. 2, p.3-8. 2000.

BEZPALKO, L.; GAVRILYUK, O.; ZAYACHKIVSKA, O. Inflammatory response in visceral fat tissue and liver is prenatally programmed: experimental research. **J Physiol Pharmacol**, vol.66, n.1, p.57-64, 2015.

BIRBEN, E; SAHINER, U.M; SACKESEN, C; ERZURUM, S; KALAYCI, O. Oxidative Stress and Antioxidant Defense. **WAO Journal**, v.5, n.1, p.9-19, 2012.

BORENGASSER, S. J.; KANG, P.; FASKE, J.; GOMEZ-ACEVEDO, H.; BLACKBURN, M. L.; BADGER, T. M.; SHANKAR, K. High Fat Diet In Utero Exposure to Maternal Obesity Disrupts Circadian Rhythm and Leads to Metabolic Programming of Liver in Rat Offspring. **PLoS One**, v.9, n.1, p.13, 2014.

BOURET, S. G., SIMERLY, R. B., Development of leptin-sensitive circuits. **J Neuroendocrinol**, v.19, n.8, p. 575-582, 2007.

BRINGHENTI, I.; ORNELLAS, F.; MANDARIM-DE-LACERDA, C.A.; AGUILLA, M.B. The insulin-signaling pathway of the pancreatic islet is impaired in adult mice offspring of mothers fed a high-fat diet. **Nutrition**, v.32, n.10, p. 1138-1143, 2016.

BLUMFIELD, M. L.; HURE, A. J.; MACDONALD-WICKS, L.; SMITH, R.; COLLINS, C. E. Systematic review and meta-analysis of energy and macronutrient intakes during pregnancy in developed countries. **Nutr Rev**, v. 70, n.6, p.322-36, 2012.

CAMPOS-SILVA, P.; FURRIEL, A.; COSTA, W. S.; SAMPAIO, F. J. B.; GREGÓRIO, B. M. Metabolic and Testicular Effects of the Long-Term Administration of Different High-Fat Diets in Adult Rats. **Int. braz j urol**, v.41, n.3, 2015.

CARDOZO, L. F. M. F.; SOARES, L. L.; CHAGAS, M. A.; BOAVENTURA, G. T. Consumo de semente de linhaça durante a lactação afeta peso e nível de hemoglobina na prole de ratas. **J Pediatr.**, v.86, n.2, p.126-130, 2010.

CARRILLO, C.; CAVIA MDEL, M.; ALONSO-TORRE, S. R. Antitumor effect of oleic acid; mechanisms of action: a review. **Nutrición Hospitalaria**, v. 27, n.6, p. 1860-1865, 2012.

CERF, M.E; LOUW, J. Islet cell response to high fat programming in neonate, weanling and adolescent wistar rats. **J Pancreas**, v 15, n. 3, p. 228-236. 2014.

CHANG, G. Q.; GAYSINSKAYA, V.; KARATAYEV, O.; LEIBOWITZ, S.F. Maternal high-fat diet and fetal programming: increased proliferation of hypothalamic peptide-producing neurons that increase risk for overeating and obesity. **J Neurosci.**, v. 28, n.46, p.12107-19, 2008.

CHEN, H., SIMAR, D., MORRIS, M. J. Hypothalamic neuroendocrine circuitry is programmed by maternal obesity: interaction with postnatal nutritional environment. **PLoS One**, v. 5, n. 7, p. 6259, 2009.

CHOI, Y. M.; BAE, S. H.; KANG, D. H.; SUH, H. J. Hypolipidemic effect of Lactobacillus ferment as a functional food supplement. **Phytotherapy Research**, v.20, n.12, p.1056–1060, 2006.

CHONG-HAN, K. Dietary lipophilic antioxidants: implications and significance in the aging process. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.50, n.10 p. 931, 2010.

COLLINS, T. F.; SPRANDO, R. L.; BLACK, T. N.; OLEJNIK, N.; WIESENFELD, P. W.; BABU, U. S.; BRYANT, M.; FLYNN, T. J.; RUGGLES, D. I. Effects of flaxseed and defatted flaxseed meal on reproduction and development in rats. **Food Chem Toxicol**, v. 41, n.6, 2003.

COMERFORD, K. B.; AYOUB, K. T.; MURRAY, R. D.; ATKINSON, S. A. The Role of Avocados in Maternal Diets during the Periconceptual Period, Pregnancy, and Lactation. **Nutrientes**, v. 8, n. 313, p. 2-20, 2016.

CORREIA-SANTOS, A. M. Effect of maternal use of flaxseed oil during pregnancy and lactation on glucose metabolism and pancreas histomorphometry of male offspring from diabetic rats. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v.106, n.3, p.634-642, 2014.

CZEIZEL, A.; YAZLLE, M. E. H. D.; VÍTOLO, M. R.; RONDÓ, P. H.; GOULART, R. M. M.; **Novas Recomendações Nutricionais para Gestante**, 2000.

DAIUTO, E. R.; TREMOCOLDI, M. A.; VIEITES, R. L.; MINARELLI, P. H. Composição química e atividade antioxidante da polpa e resíduos de abacate 'HASS'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 417-424, 2014.

DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L.; TREMOCOLDI, M. A.; VILEIGAS, D. F. Estabilidade físico-química de um produto de abacate (*Persea Americana* Mill.) conservado pelo frio. **Alimentos e Nutrição**, v. 21, n.1, p. 97-105, 2010.

DEAN, C.; BANNIGAN, K.; O'HARA, M.; PAINTER, R.; MARSDEN, J. Recurrence rates of hyperemesis gravidarum in pregnancy: a systematic review protocol. **JBIC Database System Rev Implement Rep**, v.15, n.11, p. 2659-2665, 2017.

DE GROOT, H. Reactive oxygen species in tissue injury. **Hepatogastroenterology**, v. 41, n.4, p.328-332, 1994.

DESAI, M.; JELLYMAN, J.K.; HAN, G.; BEALL, M.; LANE, R.H.; ROSS, M.G. Rat maternal obesity and high fat diet program offspring metabolic syndrome. **Am J Obstet Gynecol**, v.211, n.3, p.1-28, 2014.

DING, H.; CHIN, Y. M.; KINGHORN, A. D.; D'AMBROSIO, S. M. Chemopreventive characteristics of avocado fruit. **Seminars in Cancer Biology**, v.17, n.5, p.386-394, 2007.

DREHER, M. L.; DAVENPORT, A. J. Hass avocado composition and potential health effects. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.53, n.7, p.738-750, 2013.

DUPONT, C.; CORDIER, A. G.; JUNIEN, C.; MANDON-PEPIN, B.; LEVY, R.; CHAVATTE-PALMER, P. Maternal environment and the reproductive function of the offspring. **Theriogenology**, v.78, n.7, p.1405-1414, 2012.

DZEUFUET, P. D.D.; MOGUEO, A.; BILANDA, D. C.; ABOUBAKAR, B. F.; TÉDONGO, L.; DIMO, T.; KAMTCHOUING, P. Antihypertensive potential of the aqueous extract which combine leaf of *Persea americana* Mill. (Lauraceae), stems and leaf of *Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf. (Poaceae), fruits of *Citrus medica* L. (Rutaceae) as well as honey in ethanol and

sucrose experimental model. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 14, n.1, p. 507, 2014.

ELLIS, J.; LAKE, A.; HOOVER-PLOW, J. Monounsaturated canola oil reduces fat deposition in growing female rats fed a high or low fat diet. **Nutr Res**, v.22, n.5, p.609-21, 2002.

ENTRINGER, S.; BUSS, C.; SWANSON, J. M.; COOPER, D.M.; WING, D. A.; WAFFARN, F.; WADHWA, P. D. Fetal programming of body composition, obesity, and metabolic function: the role of intrauterine stress and stress biology. **Journal of Nutrition and Metabolism**, v. 2012, n.1, 2012.

ENTRINGER, S.; PUNDER, K.; BUSS, C.; WADHWA, P. D. The fetal programming of telomere biology hypothesis: an update. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v.373, n.1741, 2018.

ESPINOSA-DIEZ, C.; MIGUEL, V.; MENNERICH, D.; KIETZMANN, T. SÁNCHEZ-PÉREZ, P. CADENAS, S. LAMAS, S. Antioxidant responses and cellular adjustments to oxidative stress. **Redox Biology**, v. 6, n.1, p. 183–197, 2015.

EZEJIJOFOR, A. N.; OKORIE, A.; ORISAKWE, O. E. Hypoglycaemic and tissue-protective effects of the aqueous extract of *Persea americana* seeds on alloxan-induced albino rats. **Malaysian Journal of Medical Sciences**, v. 20, n.5, p. 31-39, 2013.

FAO. Food and Agriculture organization and the United Nations. **Production / Live Animals**. 2016.

FLORES, M. A.; PEREZ-CAMINO, M. D. C.; TROCA, J. Preliminary studies on composition, quality and oxidative stability of commercial avocado oil produced in Chile. **Journal of Food Science and Engineering**, v. 4, n.1, p. 21-26, 2014.

FRIEDEWALD, W.T.; LEVY, R.I; FREDRICKSON, D.S. Estimation of the concentration of lowdensity lipoprotein cholesterol in plasma, without the use of preparative ultracentrifuge. **Clinical Chemistry**, v. 18, n. 6, 499-502, 1972.

FULGONI, V. L., DRHER, M.; DAVENPORT, A. J. Avocado consumption is associated with better diet quality and nutrient intake, and lower metabolic syndrome risk in US adults: Results from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). **Nutr J**, v. 12, n.1 p. 2001-2008, 2013.

GARCIA, A. P.; PALOU, M.; PRIEGO, T.; SANCHEZ, J.; PALOU, A.; PICÓ, C. Moderate caloric restriction during gestation results in lower arcuate nucleus, N. P.Y- and alphaMSH-neurons and impairs hypothalamic response to fed/fasting conditions in weaned rats. **Diabetes Obes Metab**, v.12, n.5, p.403-413, 2010.

GAZIANO, J. M.; HENNEKENS, C.H.; O'DONNELL, C. J.; BRESLOW, J. L.; BURING, J. E. Fasting triglycerides, high-density lipoprotein, and risk of myocardial infarction. **Circulation**, v. 96, n. 8, p. 2520-2525, 1997.

GEORGIEFF, M. K. Nutrition and the developing brain: nutrient priorities and measurement. **Am J Clin Nutr.**, v.85, n.2, p.614–620, 2007.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008

GODFREY, K.M.; BARKER, D.J.P. Fetal programming and adult health. **Public Health Nutrition**, v.4, n.2B, p.611-624, 2001.

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.

GRANT, K. S.; PETROFF, R.; ISOHERRANEN, N.; BURBACHER, T. M. Cannabis use during pregnancy: Pharmacokinetics and effects on child development. **Pharmacol Ther.** v.182, p.133-151, 2017.

GROVE, K. L., GRAYSON, B. E., GLAVAS, M. M., XIAO, X. Q.; SMITH, M. S. Development of metabolic systems. **Physiol. Behav**, v.86, n.5, p.646-660, 2005.

GUBERMAN, C.; JELLYMAN, J.K.; HAN, G.; ROSS, M.G.; DESAI, M. Maternal High Fat Diet Programs Rat Offspring Hypertension and Activates the Adipose Renin-Angiotensin System. **Am J Obstet Gynecol**, v. 209, n.3, p. 1-16, 2013.

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

HE, J.; GIUSTI, M. M. Anthocyanins: Natural colorants with health-promoting properties. **The Annual Review of Food Science and Technology**, v. 1, p.163-187, 2010

HERRERA, E.; ORTEGA-SENOVILLA, H. Lipid metabolism during pregnancy and its implications for fetal growth. **Curr. Pharm. Biotechnol**, v.15, n.1, p. 24–31, 2014.

HOWIE, G. J.; SLOBODA, D. M.; KAMAL, T.; VICKERS, M. H. Maternal nutritional history predicts obesity in adult offspring independent of postnatal diet. **J Physiol**. v.15, n.587, p. 905-15, 2009.

IKENASIO-THORPE, B. A., BREIER, B. H., VICKERS, M. H., FRASER, M. Prenatal influences on susceptibility to diet-induced obesity are mediated by altered neuroendocrine gene expression. **J Endocrinol**, v.193, n.1, p.31-37, 2007.

INNIS, S. M. Human milk: maternal dietary lipids and infant development. **Proc Nutr Soc**, v.66, n.3, p.397-404.

INNIS, S. M. Impact of maternal diet on human milk composition and neurological development of infants. **Am J Clin Nutr**, v. 99, n.3, 734S–41S, 2014.

JACKSON, C. M., B. T. ALEXANDER, L. ROACH, D. HAGGERTY, D. C. MARBURY, Z. M. HUTCHENS *et al.* Exposure to maternal overnutrition and a high fat diet during early postnatal development increases susceptibility to renal and metabolic injury later in life. **Am J Physiol Renal Physiol**, v. 306, n.6, p.774-783, 2012.

JOHNSON, E. J. Papel da luteína e da zeaxantina na função visual e cognitiva ao longo da vida. **Nutr. Rev**, v. 72, p. 605-612, 2014.

JORGE, T. D. S.; DIAS, L. D.; JORGE, N.; ROMERO, J. T. Physicochemical And Rheological Characterization Of Avocado Oils. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 39, n. 4, p. 390-400, 2015.

KERELIUK, S. M.; BRAWERMAN, G. M.; DOLINSKY, V. W. Maternal Macronutrient Consumption and the Developmental Origins of Metabolic Disease in the Offspring. **Int J Mol Sci**, v, 18, n.7, p.1451. 2017.

KHAIRE, A.A.; KALE, A.A.; JOSHI, S.R. Maternal omega-3 fatty acids and micronutrients modulate fetal lipid metabolism: a review. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v. 98, p. 49-55. 2015.

KING, E.; CAMPBELL, A.; BELGER, A.; GREWEN, K. Prenatal Nicotine Exposure Disrupts Infant Neural Markers of Orienting. **Nicotine Tob Res.**, v. 20, n. 7, p.897-902, 2017.

KOJIMA, S.; CATAVERO, C.; RINAMAN, L. Maternal high-fat diet increases independent feeding in pré-weanling rats pups. **Physiology & Behavior**, v. 157, p. 237-245, 2016.

KOPÁNI, M.; CELEC, P.; DANISOVIC, L.; MICHALKA, P.; BIRÓ, C. Oxidative stress and electron spin resonance. **Clinica Chimica Acta**, v. 364, n.1-2, p. 61–66, 2006.

KOROTKOVA, M.; GABRIELSSON, B.; LONN, M.; HANSON, L.A.; STRANDVIK, B. Leptin levels in rat offspring are modified by the ratio of linoleic to α - linolenic acid in the maternal diet. **Jornal of Lipid Research**, v.43, n.10, p.1743-1749, 2002.

KRETCHMER, N.; BEARD, J. L.; CARLSON, S. The role of nutrition in the development of normal cognition. **Am J Clin Nutr**, v.63, n.3, p.997-1001, 1996.

LAKO, J.; TRENERRYM, V. C.; WAHLQVIST, M.; WATTANAPENPAIBOON, N.; SOTHEESWARAN, S.; PREMIER, R.. Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods. **Food Chemistry**, v.101, n.4, p.1727- 1741, 2007.

LARSEN, L. H.; SANDØ-PEDERSEN, S.; ØRSTRUP, L. K. H.; GRUNNET, N.; QUISTORFF, B.; MORTENSEN, O. H. Mortensen. Gestational Protein Restriction in Wistar Rats; Effect of Taurine Supplementation on Properties of Newborn Skeletal Muscle. **Adv Exp Med Biol**, v.975, n.1, p.413-433, 2017.

LAURITZEN, L.; CARLSON, S. E. Maternal fatty acid status during pregnancy and lactation and relation to newborn and infant status. **Maternal and Child Nutrition**, v. 7, p. 41-58, 2011.

LIMA, E. S.; COUTO, R. D. Estrutura, metabolismo e funções fisiológicas da lipoproteína de alta densidade. **J Bras Patol Med Lab**, v.42, n.3, p.169-178, 2006.

LIMA, F. F.; JÚNIOR, P.S.V.S; TRAESEL, G. K; MENEGATI, S. M. L. T; OESTERREICH, S. A, VIEIRA, M. C. Estudo do efeito central do óleo da polpa de *Attalea Phalerata Mart.* ex Espreng em modelos animais de ansiedade e depressão. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v.16, 2019.

LLOPIS, M.; SÁNCHEZ, J.; PRIEGO, T.; PALOU, A.; PICÓ, C. Maternal fat supplementation during late pregnancy and lactation influences the development of hepatic steatosis in offspring depending on the fat source. **J Agric Food Chem**, v.62, n.7, p.1590-601, 2014.

LOZANO, Y. F.; MAYER, D.; BANNON, C.; GAYDOU, E. M. Unsaponifiable Matter, Total Sterol And Tocopherol Contents Of Avocado Oil Varieties. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 70, n. 6, p. 561-565, 1993.

LUCAS, A. Programming by early nutrition in man. **Ciba Found Symp**, v.156, p.38-50, 1991.

MANNUCCI, C.; DANTE, G.; MIRODDI, M.; FACCHINETTI, F.; D'ANNA, R.; SANTAMARIA, A. *et al.* Vigilance on use of drugs, herbal products, and food supplements during pregnancy: focus on fosfomycin. **J Matern Fetal Neonatal Med**, v.32, n.1, p. 1-4.2017.

MARUYAMA, K.; KAGOTA, S.; VAN VLIET, B. N.; WAKUDA, H.; SHINOZUKA, K. A maternal high salt diet disturbs cardiac and vascular function of offspring. **Life Sci**, v.136, p. 136-42, 2015.

MELO, M. F. F. T.; PEREIRA, D. E.; MOURA, R. L.; SILVA, E. B.; MELO, F. A. L. T.; DIAS, C. C.Q.; SILVA, M. D. C. A. OLIVEIRA, M. E. G.; VIERA, V. B.; PINTADO, M. M. E.; SANTOS S. G.; SOARES, J. K. B. Maternal Supplementation With Avocado (*Persea americana* Mill.) Pulp and Oil Alters Reflex Maturation, Physical Development, and Offspring Memory in Rats. **Front Neurosci**, v.13, p.9, 2019.

MENNITTI, L. V., OLIVEIRA, J. L., MORAIS, C. A., ESTADELLA, D., OYAMA, L. M., OLLER DO NASCIMENTO, C. M., *et al.* Type of fatty acids in maternal diets during pregnancy and/or lactation and metabolic consequences of the offspring. **J Nutr Biochem**, v. 26, n.2, p. 99–111, 2015.

MEYER, M. D.; TERRY, L. A. Fatty acid and sugar composition of avocado, cv. Hass, in response to treatment with an ethylene scavenger or 1-methylcyclopropene to extend storage life. **Food Chemistry**, v.121, n.1, p. 1203-1210.

McMILLEN I. C.; ADAMS, M. B.; ROSS, J. T.; COULTER, C. L.; SIMONETTA, G.; OWENS, J. A.; ROBINSON, J. S.; EDWARDS, L. J. Fetal growth restriction: adaptations and consequences. **Reproduction**, v. 122, n. 2, p. 195-204, 2001.

McMILLEN, C.; ROBINSON, J.S. Developmental origins of the metabolic syndrome: prediction, plasticity and programming. **Physiology Reviews**, v.85, p.571-633, 2005.

MILANSKI, M.; DEGASPERI, G.; COOPE, A.; MORARI, J.; DENIS, R.; CINTRA, D. E.; TSUKUMO, D. M.; ANHE, G.; AMARAL, M. E.; TAKAHASHI, H. K.; CURTI, R.; OLIVEIRA, H. C.; CARVALHEIRA, J. B.; BORDIN, S.; SAAD, M. J.; VELLOSO, L. A.

Saturated fatty acids produce an inflammatory response predominantly through the activation of TLR4 signaling in hypothalamus: implications for the pathogenesis of obesity. **J Neurosci**, v. 29, n.2, p.359-70, 2009.

MORGANE, P. J.; AUSTIN-LAFRANCE, R.; BRONZINO, J.; TONKISS, J.; DÍAZ-CINTRA, S.; CINTRA, L.; KEMPER, T.; GALLER, J. R. Prenatal malnutrition and development of the brain. **Neurosci Biobehav Rev**, v.17, n.1, p.91-128, 1993.

MONIKA, P.; GEETHA, A. Effect of hydroalcoholic fruit extract of *Persea americana* Mill. on high fat diet induced obesity: a dose response study in rats. **Indian Journal of Experimental Biology**, v. 54, n.6, p. 370–378, 2016.

MORAES, J. C.; COOPE, A.; MORARI, J.; CINTRA, D. E.; ROMAN, E. A.; PAULI, J. R.; ROMANATTO, T.; CARVALHEIRA, J. B.; OLIVEIRA, A. L.; SAAD, M. J.; VELLOSO, L. A. High-fat diet induces apoptosis of hypothalamic neurons. **PLoS One**, v.4, n.4, p.5045, 2009.

MOURA, R. L. **Avaliação do comportamento de ansiedade na prole de ratas suplementadas com óleo e polpa de abacate (*Persea americana* Mill.) durante a gestação e lactação.** 2019. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) – Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2019.

NAGARAJ, M.; SANDHYA, V.; SUPRIYA, G.; Antioxidant and antibacterial activity of avocado (*Persea gratissima* Gaertner) seed extract. **World Applied Sciences Journal**, v. 9, n.6, p. 695–698, 2010.

NÜSKEN, K. D.; SCHNEIDER, H.; PLANK, C.; TROLLMANN, R.; NÜSKEN, E.; RASCHER, W.; DÖTSCH, J. 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.

OLIVEIRA, M. C.; PIO, R.; RAMOS, J. D.; LIMA, L. C. O.; PASQUAL, M.; SANTOS, V. A. Phenology and physical and chemical characterization of avocado fruits for oil extraction. **Ciência Rural**, v. 43, n. 3, p. 411-418, 2013.

PAES, S. T.; GONÇALVES, C. F.; TERRA, M. M.; FONTOURA, T. S.; GUERRA, M. O.; PETERS, V. M.; MATHIAS, P. C.; ANDREAZZI, A. E. Childhood obesity: a (re) programming disease? **Journal of Developmental Origins of Health and Disease**, v. 7, n.3, p. 1-6, 2015.

PAGE, K. C., MALIK, R. E., RIPPLE, J. A., ANDAY, E. K. Maternal and postweaning diet interaction alters hypothalamic gene expression and modulates response to a high-fat diet in male offspring. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol**, v.297, n.4, p.1049-1057, 2009.

PAHUA-RAMOS, M. E.; ORTIZ-MORENO, A.; CHAMORRO-CEVALLOS, G, HERNÁNDEZ-NAVARRO, M. D.; GARDUÑO-SICILIANO, L.; NECOECHEA-MONDRAGÓN, H.; HERNÁNDEZ-ORTEGA, M. Hypolipidemic effect of avocado (*Persea Americana* Mill) seed in a hypercholesterolemic mouse model. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 67, n.1, p. 10–16, 2012.

PAUL, R.; KULKARNI, P.; GANESH, N. Avocado fruit (*Persea americana* Mill) exhibits chemo-protective potentiality against cyclophosphamide induced genotoxicity in human lymphocyte culture. **Journal of Experimental Therapeutics and Oncology**, v.9, n.3, p. 221–230, 2011.

PEREIRA, A. D. P. **Avaliação do cultivo de ervas aromáticas em hidroponia com substrato**. Relatório de Estágio, Recife, 2018.

PIMENTEL, G. D.; LIRA, F. S.; ROSA, J. C.; OLIVEIRA, J. L.; LOSINSKAS-HACHUL, A. C.; SOUZA, G. I.; DAS GRAÇAS, T.; DO CARMO, M.; SANTOS, R. V. *et al.* Intake of trans fatty acids during gestation and lactation leads to hypothalamic inflammation via TLR4/NFκBp65 signaling in adult offspring. **J Nutr Biochem**, v.23, n.3, p. 265-71, 2012.

PINKE, C.A.E. **Mecanismos moleculares na interação da leptina e insulina com a obesidade**. 2008. 42f. Monografia (Pós-graduação Latu sensu em Nutrição e Alimentação de Cães e Gatos/Especialização em Nutrição e Alimentação de Cães e Gatos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2008.

PRADEEP, G.; NARESH, A.; REDDY, G. N.; REDDY, V. R.; KOTAIAH, S. Anti-microbial and anti-diabetic activity of *Prosopis chilensis* extract against alloxan-induced diabetic rats. **International Journal of Research in Pharmaceutical and Nano Sciences**, v.1, n.2, p. 139–146, 2012.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PULIDO, R.; HERNÁNDEZ-GARCÍA, M.; SAURA-CALIXTO, F. Contribution of beverages to the intake of lipophilic and hydrophilic antioxidants in the Spanish diet. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 57, n.10, p. 1275–1282, 2003.

QUIÑONES-ISLAS, N.; MEZA-MÁRQUEZ, O. G.; OSORIO-REVILLA, G.; GALLARDO-VELAZQUEZ, T.. Detection of adulterants in avocado oil by Mid-FTIR spectroscopy and multivariate analysis. **Food Research International**, v. 51, n. 1, p. 148-154, 2013.

RAHMANI, M.; ABOLGHASEM, G.; HASSAN, K.; MOHAMMAD, R. B. Effects of curcumin or nanocurcumin on blood biochemical parameters, intestinal morphology and microbial population of broiler chickens reared under normal and cold stress conditions. **Journal of Applied Animal Research**, v.46, n.1, p.200-209, 2017.

RAMIREZ, A.; HU, P. P. Low High-Density Lipoprotein and Risk of Myocardial Infarction. **Clin Med Insights Cardiol**, v.9, p.113-117, 2015.

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.

REINS, M. J.; RENOUF, M.; CRUZ-HERNANDEZ, C.; ACTIS-GORETTA, L.; THAKKAR, S. K.; PINTO, M. S. Bioavailability of bioactive food compounds: a challenging journey to bioefficacy. **British Journal of Clinical Pharmacology**, v. 75, n.3, p. 588-602, 2013.

REMMERS, F.; DELEMARRE-VAN DE WALL, H.A. Developmental programming of energy balance and its hypothalamic regulation. **Endocrine Reviews**, v.32, n.2, p.272-311, 2011.

RODRIGUEZ-GONZALEZ, G. L., L. A. REYES-CASTRO, C. C. VEGA, L. BOECK, C. IBANEZ, P. W. NATHANIELSZ *et al.* Accelerated aging of reproductive capacity in male rat offspring of protein-restricted mothers is associated with increased testicular and sperm oxidative stress. **Age (Dordr)**, v. 36, n.6, p.9721, 2014.

SAINI, R. K.; NILE, S. H.; PARK, S. W. Carotenoids from fruits and vegetables: chemistry, analysis, occurrence, bioavailability and biological activities. **Food Research International**, v. 76, n. 3, p.735-750, 2015.

SALAS-SALVADÓ, J.; GARCIA-ARELLANO, A.; ESTRUCH, R.; MARQUEZ-SANDOVAL, F.; CORELLA, D.; FIOL, M.; GÓMEZ-GRACIA, E.; VIÑALES, E.; ARÓS, F.; HERRERA, C.; LAHOZ, C.; LAPETRA, J.; PERONA, J. S.; MUÑOZ-AGUADO, D.; MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, M. A.; ROS, E. Components of the Mediterranean-type food pattern and serum inflammatory markers among patients at high risk for cardiovascular disease. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.62, n.5, p.651, 2008.

SALGADO, J. M.; BIN, C.; MANSI, D. N.; SOUZA, A. Effect of the hass avocado (American Persea Mill) on hipercolesterolemic rats. **Food Science and Technology**, v. 28, n. 4, p.922-928, 2008.

SANTANA, I.; REIS, L. M. F.; TORRES, A. G.; CABRAL, L. M. C. Avocado (*Persea americana* Mill) oil produced by microwave drying and expeller pressing exhibits low acidity and high oxidative stability. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 117, n. 7, p. 999-1007, 2015.

SANTOS, M. A. Z.; ALICIEO, T. V. R.; PEREIRA, C. M. P.; RAMIS-RAMOS, G.; MENDONÇA, C. R. B. Profile of Bioactive Compounds in Avocado Pulp Oil: Influence of the Drying Processes and Extraction Methods. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 91, n. 1, p. 19-27, 2014.

SARDINHA, F.L.C.; FERNANDES, F.S.; CARMO, M.G.T.; HERRERA, E. Sexdependent nutritional programming: fish oil intake during early pregnancy in rats reduces age-dependent insulin resistance in male, but not female, offspring. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol**, v.304, n.4, p.313-320, 2013.

SAURA-CALIXTO, F.; GOÑI, I. Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet. **Food Chemistry**, v. 94, n.3, p.442-447, 2006.

SCHAFFER, B. WOLSTENHOLME, B. N.; WHILEY, A. W. The avocado: botany, production and uses. **Tropical Research and Education Center**, University of Florida, 2013.

SCHWARTZ, M.W.; WOODS, S. C.; PORTE, D. JR.; SEELEY, R. J.; BASKIN, D. G. Central nervous system control of food intake. **Nature**, v.404, n.6778, p.661-671, 2000.

SIEMELINK, M.; VERHOEF, A.; DORMANS, J.A.M.A.; SPAN, P.N.; PIERSMAN, A.H. 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.

SILVA, M.; LIMA, W. G.; SILVA, M. E.; PEDROSA, M. L. Effect of streptozotocin on the glycemic and lipid profiles and oxidative stress in hamsters. **Arq Bras Endocrinol Metabol**, v.55, n.1, p.46-53, 2011.

SINCLAIR, A. J. Long-chain polyunsaturated fatty acids in the mammalian brain. **Proc Nutr Soc**, v.34, n.3, p.287-291, 1975.

SONI, N.K; NOOKAEW, I; SANDBERG, A.S; GABRIELSOON, B.G. Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid-enriched high fat diet delays the development of fatty liver in mice. **Lipids in Health and Disease**, v.14, n.74, p.33, 2015.

SULLIVAN, E. L.; GRAYSON, B.; TAKAHASHI, D.; ROBERTSON, N.; MAIER, A.; BETHEA, C. L.; SMITH, M. S.; COLEMAN, K.; GROVE, K. L. Chronic consumption of a high-fat diet during pregnancy causes perturbations in the serotonergic system and increased anxiety-like behavior in nonhuman primate offspring. **J Neurosci**, v.30, n.10, p.3826-30, 2010.

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.1116-25.

TAIN, Y. L.; HSU, C. N.; CHAN, J. Y.; HUANG, L. T. Renal Transcriptome Analysis of Programmed Hypertension Induced by Maternal Nutritional Insults. **Int J Mol Sci**, v.16, n.8, p.17826-17837, 2015.

TANGO, J. S.; CARVALHO, C. R. L.; SOARES, N. B. Caracterização física e química de frutos de abacate visando o seu potencial extração de óleo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.17, n.1, p.17-23, 2004.

TAPIERO, H.; TOWNSEND, D. M.; TEW, K. D. Phytosterols in the prevention of human pathologies. **Biomedical Pharmacotherapy**, v. 8, n. 57, p. 321-325, 2003.

TERÉS, S.; BARCELÓ-COBLIJN, G.; BENET, M.; ALVAREZ, R.; BRESSANI, R.; HALVER, J. E.; ESCRIBÁ, P. V. Oleic acid content is responsible for the reduction in blood pressure induced by olive oil. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, v. 105, n. 37, p. 13811–13816, 2008.

UAUY, R.; KAIN, J.; CORVALAN, C.. How can the Developmental Origins of Health and Disease (DOHaD) hypothesis contribute to improving health in developing countries? **Am J Clin Nutr**, v.94, n.6, p.1759-1764, 2011.

UMEKAWA, T.; SUGIYAMA, T.; DU, Q.; MURABAYASHI, N.; ZHANG, L.; KAMIMOTO, Y.; YOSHIDA T.; SAGAWA, N.; IKEDA, T. A maternal mouse diet with moderately high-fat levels does not lead to maternal obesity but causes mesenteric adipose tissue dysfunction in male offspring. **J Nutr Biochem**, v. 26, n.3, p.259-266, 2015.

VASCONCELOS, S. M. R.; GOULART, M. O. F.; MOURA, J. B. F.; MANFREDINI, V.; BENFATO, M. S.; KUBOTA, L. T. Espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio, antioxidantes e marcadores de dano oxidativo em sangue humano: principais métodos analíticos para sua determinação. **Química Nova**, v. 30, n. 5, p. 1323-1338, 2007.

VELKOSKA, E.; COLE, T. J.; DEAN, R. G.; BURRELL, L. M.; MORRIS, M. J. 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, p.1622-1627, 2008.

VICKERS, M.H.; BREIER, B. H.; CUTFIELD, W.S.; HOFMAN, P. L.; GLUCKMAN, P. D. Fetal origins of hyperphagia, obesity and hypertension and postnatal amplification by hypercaloric nutrition. **American Journal of Endocrinology Metabolic**, v.279, p.83-87, 2000.

VISIOLI, F.; POLI, A. Modulation of Inflammation by Nutritional Interventions. **Current Atherosclerosis Reports**, v.10, n.6 p.451–453, 2008.

WATSON, H. J.; ZERWAS, S.; TORGERSEN, L.; GUSTAVSON, K.; DIEMER, E. W.; KNUDSEN, G. P.; REICHBORN-KJENNERUD, T.; BULIK, C. M. Maternal eating disorders and perinatal outcomes: A three-generation study in the Norwegian Mother and Child Cohort Study. **J Abnorm Psychol**, v. 126, n.5, p. 552-564, 2017.

WEYLANDT, K. H.; CHIU, C. Y.; GOMOLKA, B.; WAECTHER, S. F.; WIEDENMANN, B. Omega-3 fatty acids and their lipid mediators: towards an understanding of resolvins and protectin formation. **Prostaglandins and Other Lipid Mediators**, v. 97, n. 3-4, p. 73-82, 2012.

WOODS, S.C.; STEPHEN C. B.; DEBORAH, J. C.; RANDY, J.S. Regulation of energy homeostasis by peripheral signals. **Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism**, v.18, n.4, p.497-515, 2004.

YAHIA, E. M. The Contribution of Fruit and Vegetable Consumption to Human Health. In: Rosa, L.A.; Alvarez-Parrilla, E.; Gonzalez-Aguilara; G.A. Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability. **Hoboken: Wiley-Blackwell**, 2010.

ZAMBRANO, E.; RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, G. L.; GUZMÁN, C.; GARCÍA-BECERRA, R.; BOECK, L.; DÍAZ, L.; MENJIVAR, M.; LARREA, F.; NATHANIELSZ, P. W. A maternal low protein diet during pregnancy and lactation in the rat impairs male reproductive development. **The Journal of Physiology**, v.563, n.1, p.275-284, 2005.

ZULKAFI, I. S.; WADDELL, B. J.; MARK, P. J. Postnatal dietary omega-3 fatty acid supplementation rescues glucocorticoid-programmed adiposity, hypertension, and hyperlipidemia in male rat offspring raised on a high-fat diet. **Endocrinology**, v. 154, n.9, p.3110-7, 2013.

ZUGE, L. C. B. **Extração e caracterização da polpa e do óleo de abacate (*Persea Americana*) visando a obtenção de fosfolipídeos para uso em emulsões.** 2015. 45 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

ANEXOS

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa.



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



A: **Marília Ferreira Frazão Tavares** (Coordenadora)

Protocolo CEP nº006-2017

CERTIDÃO

Certificamos a V.Sa. que seu projeto intitulado "IMPACTO DA SUPLEMENTAÇÃO MATERNA COM OLÉO E POLPA DE ABACATE (*Persea americana* Mill) SOBRE O DESENVOLVIMENTO FÍSICO, COMPORTAMENTAL E ESTRESSE OXIDATIVO EM RATOS" teve parecer consubstanciado orientado pelo regulamento interno deste comitê e foi Aprovado, em reunião Ordinária nº 01/2017 em 16 de Maio, estando à luz das normas e regulamentos vigentes no país atendidas as especificações para a pesquisa científica.

Patos, 10 de Julho de 2017.

Maria de Fátima de Araujo Lucena
 Coordenadora do CEP

JUSTIFICATIVA: O projeto faz parte de um projeto maior, de doutorado, intitulado: "IMPACTO DA SUPLEMENTAÇÃO MATERNA COM OLÉO E POLPA DE ABACATE (*Persea Americana Mill*) SOBRE O DESENVOLVIMENTO FÍSICO, COMPORTAMENTAL E ESTRESSE OXIDATIVO EM RATOS", da Prof^a Me. Marília Ferreira Frazão.