

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE

UNIDADE ACADÊMICA DE SAÚDE

CURSO DE BACHARELADO EM NUTRIÇÃO

JANUSE MÍLLIA DANTAS DE ARAÚJO

**CONSUMO DO ÓLEO E DO RESÍDUO VEGETAL DE
CASTANHA DO BRASIL (*Bertholletia excelsa*): avaliação do
desempenho de memória em ratas tratadas durante a gestação e a
lactação**

Cuité - PB

2021

JANUSE MÍLLIA DANTAS DE ARAÚJO

**CONSUMO DO ÓLEO E DO RESÍDUO VEGETAL DE CASTANHA DO BRASIL
(*Bertholletia excelsa*): avaliação do desempenho de memória em ratas tratadas durante a
gestação e a lactação**

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.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Flávia Negromonte Souto Maior

Cuité - PB

2021

A663c Araújo, Januse Mília Dantas de.

Consumo do óleo e do resíduo vegetal de castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*): avaliação do desempenho de memória em ratas tratadas durante a gestação e a lactação. / Januse Mília Dantas de Araújo. - Cuité, 2021.

40 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, 2021.

"Orientação: Profa. Dra. Flávia Negromonte Souto Maior". Referências.

1. Castanha. 2. Castanha do Brasil. 3. *Bertholletia excelsa*. 4. Castanha - óleo vegetal. 5. Óleo vegetal - resíduo. 6. Alimento funcional. 7. Ácidos graxos. I. Souto Maior, Flávia Negromonte. II. Título.

CDU 634.575(043)

JANUSE MÍLLIA DANTAS DE ARAÚJO

**CONSUMO DO ÓLEO E DO RESÍDUO VEGETAL DE CASTANHA DO BRASIL
(*Bertholletia excelsa*): avaliação do desempenho de memória em ratas tratadas durante a
gestação e a lactação**

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 08 de outubro de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Flávia Negromonte Souto Maior
Universidade Federal de Campina Grande
Orientadora

Prof^ª. Dr^ª Mayara Queiroga Estrela Abrantes Barbosa
Universidade Federal de Campina Grande
Examinadora

Me. Larissa Maria Gomes Dutra
Universidade Federal da Paraíba
Examinadora

Prof^ª. Me. Andreza Moraes Duarte de Oliveira
Universidade Federal de Campina Grande
Examinadora (suplente)

Cuité - PB

2021

A minha família, por seu amor incondicional, compreensão e apoio.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha amada família, por todo amor, cuidado, carinho, apoio e compreensão que tiveram comigo durante o curso.

Aos meus pais, por me amarem incondicionalmente e por sempre me ampararem e me apoiarem, vocês são a minha principal motivação para continuar. Ao meu querido irmão, Jefferson, que se tornou um exemplo de ser humano, do qual eu me orgulho muito. A vocês, dedico a minha vida e todo o meu amor. Essa conquista é nossa!

Aos amigos e colegas que a universidade me presenteou, por partilharem comigo momentos intensos de alegria e angústia, durante todo o período de graduação. A vocês, dedico todo o meu carinho e gratidão.

A Renner, pela partilha de bons momentos.

Ao meu amigo e colega de trabalho, Júnior Andrade, por acreditar em mim desde o início, por toda a paciência em corrigir e orientar os meus primeiros trabalhos. Você foi indispensável para a minha evolução, por isso e por sua amizade, serei eternamente grata! A você dedico todo o meu carinho, admiração e gratidão. Sempre seremos uma equipe!

A Minha querida orientadora, professora Flávia Negromonte Souto Maior, por sempre cumprir com excelência o seu trabalho, por toda compreensão e apoio como minha orientadora de monitoria, iniciação científica e trabalho de conclusão de curso. Uma profissional e ser humano exemplar, a qual eu me inspiro. Sem o seu apoio, nada disso seria possível. A você dedico toda a minha admiração e gratidão. Muito obrigada!

A minha co-orientadora Larissa Dutra por todos os ensinamentos e por toda sua solicitude, sempre me auxiliando quando possível. Agradeço também pelo compartilhamento de bons momentos durante as fases mais tensas da pesquisa, sem dúvidas, esses momentos tornaram os meus dias mais leves. A você, dedico todo o meu apreço e gratidão!

Aos membros do LANEX, Rita Bidô, Maciel Costa, Jaciel Galdino, Diego Elias, Andreza Moraes, Suedna Costa, Elen, Mayany, Lauany, Eduarda, Vanessa Bordin e Juliana Késsia por todos os ensinamentos e auxílio prestados durante as etapas da pesquisa, vocês foram imprescindíveis para a realização deste trabalho. Gratidão!

As professoras Mayara Queiroga e Andreza Moraes e a Me. Larissa Dutra por aceitarem o convite para participar da banca examinadora, trazendo contribuições valiosas de forma a enriquecer ainda mais este trabalho.

As minhas amigas e colegas de pesquisa, Maria Elizângela e Jessica Oliveira por compartilharem comigo todos os sentimentos vivenciados durante a realização da pesquisa e escrita do trabalho. A amizade de vocês é muito especial!

A CNPq pelo apoio financeiro e incentivo à pesquisa A Universidade Federal de Campina Grande campus de Cuité e a todos os funcionários, que são responsáveis por tornar o CES um ambiente de educação transformador.

*“Tenho duas armas para lutar
contra o desespero, a tristeza e
até a morte: o riso a cavalo e o
galope do sonho. É com isso
que enfrento essa dura e
fascinante tarefa de viver.”*

Ariano Suassuna

ARAÚJO, J. M. D. **Consumo do óleo e do resíduo vegetal de castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*):** avaliação do desempenho de memória em ratas tratadas durante a gestação e a lactação. 2021. 40 f. Trabalho de conclusão de curso (graduação em nutrição) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2021.

RESUMO

A Castanha do Brasil é um fruto oleaginoso nativo da Amazônia e comercializado no mundo inteiro. Em sua composição possui diversos tipos de nutrientes e um valor significativo de ácidos graxos poliinsaturados. Estes compostos atuam influenciando no desempenho de diversas funções cerebrais, incluindo as funções relacionadas a comportamento e aprendizagem, tais como memória. O presente estudo objetivou investigar o impacto do consumo materno do óleo bruto e resíduo vegetal de castanha do Brasil sobre o comportamento de memória em ratas tratadas durante a gestação e lactação. Foram utilizadas 24 ratas *Wistar*, posteriormente divididas em quatro grupos: Grupo Controle (CT), Óleo Bruto (OB), Óleo de Soja (OS) e Resíduo Vegetal (RV). Após a formação dos grupos, as ratas passaram pela fase de acasalamento, com a confirmação da prenhez, a suplementação começou a ser ofertada por gavagem. Ao final da lactação, os testes de comportamento foram realizados novamente e, posteriormente, os animais foram eutanasiados. Os dados foram analisados no software Graph Pad Prism versão 7.0. Verificou-se menor consumo alimentar pelos grupos OB e OS. No teste de habituação em campo aberto, os grupos OB e RV apresentaram menor atividade de locomoção na segunda exposição. Nos testes de reconhecimento de objetos de memória a curto e longo prazo os animais dos grupos OB e RV exploraram mais o objeto novo em relação ao objeto familiar. Dessa forma, verificou-se que os animais suplementados com óleo bruto e bagaço do resíduo vegetal da castanha do Brasil demonstraram maior capacidade de memória e aprendizagem, pela avaliação dos testes comportamentais aos quais foram submetidos.

Palavras-chaves: Ácidos graxos. Alimento Funcional. Neurociências.

ARAÚJO, J. M. D. Consumption of oil and vegetable residue from Brazil nuts (*Bertholletia excelsa*): evaluation of memory performance in rats treated during pregnancy and lactation. 2021. 40 f. Course Conclusion Paper (Graduate in Nutrition) - Federal University of Campina Grande, Cuité, 2021.

ABSTRACT

Brazil Nut is an oleaginous fruit native to the Amazon and sold all over the world. In its composition it has several types of nutrients and a significant amount of polyunsaturated fatty acids. These compounds act by influencing the performance of several brain functions, including functions related to behavior and learning, such as memory. This study aimed to investigate the impact of maternal consumption of crude oil and vegetable residue from Brazil nuts on memory behavior in rats treated during pregnancy and lactation. Twenty-four Wistar rats were used, later divided into four groups: Control Group (CT), Crude Oil (OB), Soybean Oil (OS) and Vegetable Residue (RV). After the formation of groups, the rats went through the mating phase, with the confirmation of pregnancy, supplementation began to be offered by gavage. At the end of lactation, behavioral tests were performed again and, subsequently, the animals were euthanized. Data were analyzed using Graph Pad Prism version 7.0 software. There was a lower food consumption by the OB and OS groups. In the open field habituation test, the OB and RV groups showed lower locomotion activity in the second exposure. In the tests of recognition of objects of memory in the short and long term, the animals in the OB and RV groups explored more the new object in relation to the familiar object. Thus, it was found that animals supplemented with crude oil and bagasse from Brazil nut vegetable residue showed greater memory and learning capacity, by evaluating the behavioral tests to which they were submitted.

Keywords: Fatty acids. Functional food. Neurosciences.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Protocolo experimental da pesquisa	24
Figura 2	Área do teste de campo aberto	25
Figura 3	Representação dos testes de habituação em campo aberto e reconhecimento de objetos	26
Figura 4	Efeito da suplementação de óleo de Castanha do Brasil durante gestação e lactação de ratas, sobre o consumo alimentar de ratas	28
Figura 5	Efeito da suplementação de óleo de Castanha do Brasil durante gestação e lactação de ratas sobre a ambulação das ratas no teste de Campo Aberto	28
Figura 6	Efeito da suplementação de óleo de Castanha do Brasil durante gestação e lactação de ratas sobre tempo de exploração de objetos no teste de memória a curto e longo prazo	29

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Perfil de ácidos graxos do óleo bruto de castanha do brasil extraído pelo método de prensagem a frio	21
-----------------	--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	Ácido Araquidônico
AGPCL	Ácido Graxo Poli-insaturado de Cadeia Longa
CES	Centro de Educação e Saúde
CEUA	Centro de Ética do Uso de Animais
CSTR	Centro de Saúde e Tecnologia Rural
CT	Controle
DHA	Ácido Docosaexahenóico
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
EPA	Ácido Eicosapentaenóico
LABROM	Laboratório de Bromatologia
LANEX	Laboratório de Nutrição Experimental
LASA	Laboratório de Análise Sensorial
LBA	Laboratório de Análises e Pesquisa de Bebidas Alcoólicas
OB	Óleo Bruto
OS	Óleo de Soja
O1	Objeto 1
O2	Objeto 2
O3	Objeto 3
O4	Objeto 4
RNA	Ácido Ribonucleico
RV	Resíduo Vegetal
TF	Tempo de exploração do objeto familiar
TN	Tempo de exploração do objeto novo
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFPB	Universidade Federal da Paraíba

LISTA DE SÍMBOLOS

cm	Centímetros
g	Gramma
mg	Miligramma
±	Mais ou Menos
%	Porcentagem

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1 MECANISMOS NEUROBIOLÓGICOS DA MEMÓRIA	17
3.2 IMPACTO DOS LIPÍDEOS DIETÉTICOS NO SISTEMA NERVOSO CENTRAL	18
3.3 CASTANHA DO BRASIL	19
3.3.1 ÓLEO DA CASTANHA DO BRASIL	20
3.3.2 RESÍDUO VEGETAL DA CASTANHA DO BRASIL.....	21
4 METODOLOGIA	22
4.1 LOCAL DE EXECUÇÃO DA PESQUISA	22
4.2 AMOSTRA	22
4.3 EXTRAÇÃO DO ÓLEO DE CASTANHA DO BRASIL	22
4.4 ELABORAÇÃO DA SOLUÇÃO DO RESÍDUO VEGETAL DE CASTANHA DO BRASIL	22
4.5 ENSAIO BIOLÓGICO	23
4.5.1 Animais e dieta	23
4.5.2 Consumo alimentar	24
4.5 TESTES COMPORTAMENTAIS.....	24
4.6.1 Avaliação da memória no teste de habituação em campo aberto	24
4.6.2 Avaliação da memória no aparato do teste de reconhecimento de objetos.....	25
4.7 CONSIDERAÇÃO ÉTICAS	26
4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	26
5 RESULTADOS	28
5.1 CONSUMO ALIMENTAR	28
5.2 HABITUAÇÃO EM CAMPO ABERTO	28
5.3 RECONHECIMENTO DE OBJETOS	29
6 DISCUSSÃO	31
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS	34
ANEXOS	39

1 INTRODUÇÃO

A Castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*) é reconhecida como uma das plantas mais ricas da região da Amazônia Ocidental e, no presente, é o produto de extração vegetal que apresenta maior relevância ecológica, social, alimentar e econômico da Amazônia (SILVA; ASCHERI; SOUZA, 2010). Seus subprodutos, a exemplo do óleo, são ricos em compostos bioativos e apresenta um alto valor nutricional significativo de ácidos graxos mono e poliinsaturados (CÔRREA *et al.*, 2013).

Estes ácidos graxos tem papel fundamental na modulação e desempenha diversas nas atividades cerebrais, como: são capazes de atuar em processos como a sinalização celular, regulação de enzimas, síntese de eicosanoides, regulação de funções neuronais, determinação da plasticidade sináptica e modulação de citocinas que possuem efeitos neuromodulatórios e neurotransmissores, influenciando na modulação e desempenho de diversas atividades cerebrais (BURDGE; JONES; WOOTTON, 2002).

Durante a gestação e a lactação, o cérebro apresenta diversas modificações morfofisiológicas adaptativas (HILLERER *et al.*, 2014; KOHL *et al.*, 2017; BARBA-MÜLLER *et al.*, 2019), sendo fundamental um consumo alimentar adequado, com disponibilidade de todos os nutrientes necessários, em especial dos lipídios, para manter a sua nutrição e ganho de peso apropriados, da mesma forma que a evolução e o desenvolvimento intrauterino e saúde posterior do feto devam ser assegurados (FERRAZ, 2018). Os processos endócrinos que ocorrem durante desses períodos são instáveis e rápidos ao provocarem alterações nos níveis hormonais, sendo responsáveis por algumas modificações estruturais e funcionais em partes específicas do cérebro. (COMASCO; FROKJAER; SUNDSTROM, 2014; TOFFOLETTO *et al.*, 2014; HOEKZEMA *et al.*, 2017).

Diante do que foi exposto e avaliando as propriedades da Castanha do Brasil e de seus produtos, os benefícios de seu consumo sobre mecanismos neurobiológicos, e as eventuais alterações que ocorrem durante a gestação, incluindo as modificações comportamentais e cognitivas, esse trabalho teve como objetivo investigar o impacto do consumo materno do óleo e do resíduo vegetal da castanha do Brasil sobre o comportamento de memória em ratas tratadas durante a gestação e lactação.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar o impacto do consumo materno do óleo bruto e resíduo vegetal de castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*) sobre o comportamento de memória em ratas tratadas durante a gestação e lactação.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Acompanhar o consumo alimentar das mães;
- ✓ Analisar parâmetros de memória das mães utilizando o teste de habituação em campo aberto;
- ✓ Investigar a memória a curto e longo prazo por meio de testes de reconhecimento de objetos.

3 REFERÊNCIAL TEÓRICO

3.1 MECANISMOS NEUROBIOLÓGICOS DA MEMÓRIA

Na primeira metade do século XX, mesmo com diversas publicações sobre a memória, os conhecimentos acerca de sua origem eram insuficientes. Lashley, um psicólogo americano, em seu estudo “In search of the engram”, concluiu que a origem substancial da memória permaneceria sendo uma incógnita (LASHLEY, 1950).

Em 1960, as pesquisas de Hydén trouxeram uma nova concepção a respeito das bases substanciais da memória. As pesquisas demonstraram que a conservação de um sinal de uma excitação anterior se relaciona a uma alteração de longa duração na estrutura do ácido ribonucléico (RNA) e a ocorrência do aumento no conteúdo de RNA e DNA (ácido desoxirribonucléico) em núcleos de células expostas a um processo de excitação intenso (HYDEN, 1960).

Diversas pesquisas foram realizadas posteriormente evidenciando e confirmando que as moléculas de DNA e RNA são responsáveis pela modulação do processo de memória, realizando a codificação da produção de proteínas específicas da memória. Estudos realizados através de microscopia eletrônica sugeriram que a presença de vesículas nas células nervosas, capazes de realizar interações com os receptores de membrana ao longo da excitação nervosa, seriam fatores determinantes para a formação dos sinais de memória (ROBERTIS, 1964; ECCLES, 1964).

Ainda que mecanismos atuantes na formação da memória não sejam inteiramente elucidados, pressupõe-se que a memória possua associações com alterações plásticas neuronais. Dessa forma, diversas pesquisas têm tido como foco a evidenciação de mecanismos celulares e moleculares responsáveis por essas alterações. A sugestão de que sinais de memória estariam presentes em sinapses aptas a sofrer modificações dependentes de atividades em sua efetividade, foi inicialmente descrita por Konorski e Hebb no final da década de 1940. O estudo desses autores sugeriu que uma sinapse entre duas células seria reforçada quando as duas células fossem ativas simultaneamente. Pesquisas mais atuais relataram que, posteriormente a uma condição de aprendizado, ocorre uma reativação de células neuronais dependente dessa atividade. Após essa reflexão neuronal, alterações plásticas nas sinapses seriam determinantes para o estabelecimento da memória (RIBEIRO *et al.*, 2004).

Ao decorrer do tempo, evidências relevantes foram descritas nas linhas de pesquisa sobre memória. Uma das grandes evoluções foi a verificação da existência de mais de um tipo de memória. A diferenciação entre os tipos de memória é essencial, pois observa-se que, estes, são baseados por diferentes sistemas do cérebro (CHEN *et al.*, 2001; ALBUQUERQUE; SILVA, 2019).

A memória recebe sua definição por ser capaz de captar e armazenar informações obtidas, propiciando modificações no comportamento baseadas em experiências ao decorrer da vida. O processo de memória pode ser dividido em duas categorias, a memória declarativa, também conhecida como explícita e a não declarativa, ou implícita (CAMARGO; MENEZES, 2006).

A memória declarativa é relacionada ao conhecimento consciente à ocorrência de fatos, eventos e conceitos através de imagens ou proposições, sendo subdividida: memória para fatos, que está associada a informações de forma geral e memória para eventos, que é relativa a episódios temporais e espaciais. Enquanto a não declarativa é relacionada ao conhecimento inconsciente e pode ser subdividida em memória associativa que se refere à memória motora para habilidades e alterações de pré-ativação e memória não associativa que é relativa a processos de habituação e sensibilização (SÁ; MEDALHA, 2014).

A prática repetitiva de estímulos sensibilizadores por cerca de uma hora e trinta minutos, é capaz de provocar a sensibilização a longo prazo, gerando uma memória duradoura. O processo de sensibilização se trata de um mecanismo de origem molecular em que as variações na conexão sináptica provêm da ativação de genes durante o percurso da memória de curto prazo para a de longo prazo (BYRNE, 2002).

3.2 IMPACTO DOS LIPÍDIOS DIETÉTICOS NO SISTEMA NERVOSO CENTRAL

Os ácidos graxos poli-insaturados são capazes de atuar em processos como a sinalização celular, regulação de enzimas, síntese de eicosanoides, regulação de funções neuronais, determinação da plasticidade sináptica e modulação de citocinas que possuem efeitos neuromodulatórios e neurotransmissores, influenciando na modulação e desempenho de diversas atividades cerebrais (BURDGE; JONES; WOOTTON, 2002).

Um estudo de grande abrangência demonstrou que os Ácidos Graxos Poli-insaturados de Cadeira Longa são fundamentais para o bom desempenho do cérebro e de todo o sistema nervoso. Os AGPCL normalmente são classificados em duas famílias, 3 e n-6, e recebem essa classificação pelo modo em que sua dupla ligação está posicionada. Ainda que ambos

possuam atividades biológicas de importância, os humanos não dispõem de enzimas necessárias para realizar a formação de duplas ligações duplas além da posição 9. Para exceder esse limite, os componentes precursores primários dos AGPCL, ácido linoléico (18: 2n-6) e ácido α - linolênico (18: 3n-3), conhecidos como ácidos graxos essenciais, devem ser obtidos através da alimentação (TRUKSA; VRINTEN; QIU, 2009).

O cérebro é um órgão apresenta alta composição lipídica, possuindo, aproximadamente, 60% de lipídeos em seu peso seco, destes 40% são constituídos por ácidos graxos poliinsaturados, dos quais cerca de 15% são de DHA e 10% de AA. O DHA é considerado o ácido graxo poliinsaturado de cadeia longa (AGPCL) de maior relevância para o desenvolvimento neonatal, em junção ao AA são os principais constituintes dos ácidos graxos presentes no cérebro (VALENZUELA; NIETO, 2003).

As fibras nervosas presentes no cérebro são recobertas por uma membrana de isolamento que possui múltiplas camadas, que recebe o nome de bainha de mielina. Esta apresenta altos valores de Ácido Docosaexahenóico (DHA) (C22:6 n-3) em sua composição, que se trata de um Ácido Graxo Poli-insaturado de Cadeia Longa (AGPCL). A bainha de mielina é responsável pela condução dos impulsos elétricos ao decorrer da fibra nervosa com velocidade e de forma precisa. Entretanto, quando ocorrem danos na bainha de mielina, os nervos não são capazes de conduzir os impulsos de forma correta (ARBUKLE, 1993).

A alta quantidade de DHA no cérebro, que está se desenvolvendo, tem como principal fonte, os ácidos graxos obtidos através da circulação materna, e os que são ofertados por meio do leite materno. Sendo assim, uma oferta adequada nos períodos pré e pós-natal de LCPUFA são fundamentais para um bom desempenho do crescimento fetal e neonatal em sua normalidade, além do desenvolvimento da atividade neurológica e comportamento (ARBUKLE; INNIS, 1993).

3.3 CASTANHA DO BRASIL

A castanha do Brasil, *Bertholletia excelsa*, fruto nativo do castanheiro, árvore da família Lecythidaceae. Estruturalmente, se apresenta em forma globosa, e possui em seu interior amêndoas com alto teor de selênio e outros micronutrientes fundamentais para o bom desempenho do organismo, sendo constituída por 15 a 20% de proteínas, 60 a 70% de lipídeos, rica em ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados. Os subprodutos da castanha do Brasil apresentam substâncias nutricionais, funcionais e terapêuticas, de grande interesse industrial e biotecnológico (FERREIRA *et al*, 2019).

Além de ser uma boa fonte de lipídeos e proteínas, a amêndoa possui em sua composição vitaminas A, B1, B2 e C e também é rica em minerais, com destaque para cálcio, cobre, fósforo, magnésio, selênio e zinco (SILVA, 2004; YANG, 2009).

O selênio é mineral em destaque nesta oleaginosa, apresenta uma importante atividade antioxidante e está relacionado à redução do desenvolvimento de diversas doenças. Por apresentar teores significativos deste mineral e outros nutrientes em sua composição, a castanha do Brasil é classificada com alimento funcional (YANG, 2009; KATO *et al.*, 2016).

3.3.1 Óleo da Castanha do Brasil

De acordo com estudos realizados, os óleos obtidos através das amêndoas de castanha do Brasil possuem altos níveis de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados, principalmente os ácidos: oleico (C18:1, ω -9) e linoleico (C18:2, ω -6) (Tabela 1) (TAN *et al.*, 2002; SILVA, 2018; SANTOS, 2012).

Quadro 1- Perfil de ácidos graxos do óleo bruto de castanha do Brasil extraído pelo método de prensagem a frio

Perfil de ácidos graxos (%)	Concentração
Ácido mirístico (C14)	0,06 ± 0,00
Ácido laurico (C12)	0,00 ± 0,00
Ácido palmítico (C16)	14,24 ± 0,02
Ácido palmitoléico (C16:1)	0,01 ± 0,00
Ácido esteárico (C18)	11,19 ± 0,01
Ácido oléico (C18: 1, ω -9)	36,26 ± 0,03
Ácido linoleico (C18:2, ω -6)	37,53 ± 0,03
Ácido linolênico (C18:3, ω -3)	0,08 ± 0,00
Ácido erucico (C22:1n9)	0,28 ± 0,00
Ácido docosaexaenoico (C22:6, DHA)	0,06 ± 0,00

Fonte: Adaptado de Santos (2012). Dados representam a Média ± Desvio-padrão das triplicatas referentes às análises.

Os principais componentes dos óleos são os ácidos graxos, que podem apresentar em sua composição os ácidos graxos saturados, ácidos graxos monoinsaturados e ácidos graxos poliinsaturados (PUFA's) que apresentam grande contribuição para a homeostase biológica e fisiológica do organismo humano, em diversas formas (MEHMOOD *et al.*, 2008).

A essencialidade dos ácidos graxos presentes no óleo da castanha do Brasil apresenta grande importância, pois os mesmos não podem ser sintetizados pelo organismo, tornando seu consumo indispensável para seu funcionamento, pois os mesmos passam pelo processo de conversão para eicosanoides e decosanoides, que atuam como mediadores lipídicos de natureza farmacológica, destacam-se entre eles: os ácidos linoléico (ômega 6) e linolênico (ômega 3) (PERINI *et al.*, 2010).

A obtenção do óleo da castanha pelo método de prensagem é o tipo mais utilizado em oleaginosas. Em nível industrial, são utilizadas prensas hidráulicas ou mecânicas por meio de extrações em temperatura fria ou quente. A ampla utilização desse método é explicada pela praticidade e facilidade do procedimento e por seu custo benefício, considerando que nessa técnica não há a formação de resíduos tóxicos ao ambiente. As prensas hidráulicas realizam pressão sobre as amêndoas, forçando a extração do conteúdo lipídico (SANTOS, 2012).

No método de extração do óleo a frio, as amêndoas inteiras são depositadas na prensa hidráulica, onde será obtida a torta e o óleo. Posteriormente, o óleo é separado da emulsão formada com a água por meio dos processos de decantação, centrifugação ou destilação fracionada. As castanhas podem passar por procedimentos de pré-tratamento com o objetivo de aumentar o rendimento: despulpamento e cozimento. No método de prensagem a frio, não há a deterioração de compostos bioativos, contudo, o rendimento do produto final costuma ser baixo (30-40%) (ZAQUI *et al.*, 2018)

3.3.2 Resíduo vegetal da castanha do Brasil

Uma fração significativa da castanha do Brasil colhida é destinada ao consumo da amêndoa "in natura". Contudo, quando estas amêndoas possuem defeitos como rachaduras em sua estrutura, e são rejeitadas pelo mercado, podem ser descartadas ou utilizadas para a extração de óleo. No método de extração de óleo por prensagem da castanha, é obtido um bagaço denominado torta ou resíduo vegetal (SOUZA; MENEZES, 2004).

Estudos evidenciaram que o aproveitamento integral dos subprodutos da amêndoa da castanha do Brasil pode contribuir positivamente na alimentação da população brasileira, considerando sua importante composição nutricional (CARDARELLI; OLIVEIRA, 2000).

No estudo realizado por Kato *et al.* (2016), o resíduo vegetal da castanha do Brasil apresentou a composição nutricional de 27,12% de proteínas; 13,80% de fibra bruta; 27,42% de lipídios, 21,18% de carboidratos e valor energético de 439,98 kcal, sendo assim considerado como um alimento que apresenta um rico perfil nutricional.

4 METODOLOGIA

4.1 LOCAL DE EXECUÇÃO DA PESQUISA

A extração do óleo da castanha do Brasil foi realizada no Laboratório de Análises e Pesquisa de Bebidas Alcoólicas (LBA), do Centro de Tecnologia (CT) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

O preparo da solução do resíduo vegetal de castanha do Brasil foi realizada nos Laboratórios de Bromatologia (LABROM) e Análise Sensorial de Alimentos (LASA), do Centro de Educação e Saúde (CES) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). O ensaio biológico foi no Laboratório de Nutrição Experimental (LANEX), do Centro de Educação e Saúde (CES) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

4.2 AMOSTRA

A castanha do Brasil foi obtida em uma loja de produtos naturais da cidade de João Pessoa – Paraíba (PB), em um único lote, no período de agosto de 2020. As mesmas foram acondicionadas em um plástico escuro para a proteção contra luminosidade até o momento de sua utilização.

4.3 EXTRAÇÃO DO ÓLEO DE CASTANHA DO BRASIL

A obtenção do óleo bruto da Castanha do Brasil foi realizada em condições de iluminação controlada através da técnica de extração a frio com auxílio de uma prensa manual com capacidade de 680 kg – Prensa Hidráulica SL 10 (marca SOLAB, Piracicaba – São Paulo, Brasil). Após o processo de extração, o óleo foi armazenado em vidro âmbar em temperatura de refrigeração à – 18 °C.

4.4 ELABORAÇÃO DA SOLUÇÃO DO RESÍDUO VEGETAL DE CASTANHA DO BRASIL

A solução da castanha do Brasil foi feita na proporção de 2:1 (água - resíduo vegetal). A torta foi pesada, misturada em água e tritura no liquidificador industrial (marca JL Colombo, Itajobi – São Paulo), posteriormente, a solução foi coada em uma peneira de 230

mesh. A solução do resíduo vegetal de castanha do Brasil foi armazenada em vidro âmbar em temperatura de refrigeração à $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4.5 ENSAIO BIOLÓGICO

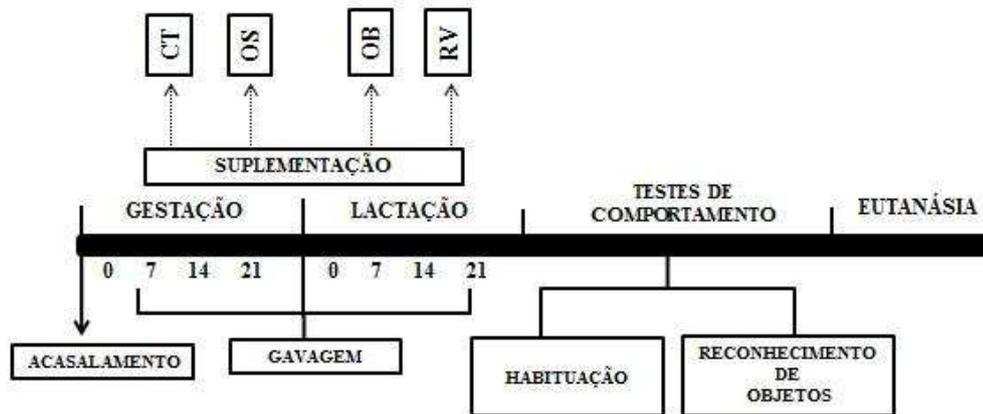
4.5.1 Animais e dieta

Foram utilizadas 24 ratas fêmeas primíparas da linhagem *Wistar* provenientes do Biotério de criação da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) com idade entre 90 e 120 dias e peso de 210 ± 50 g. Após seleção, os animais foram divididos, de forma aleatória, em quatro grupos ($n= 6$) conforme a suplementação recebida: Grupo Controle (CT – e água destilada), Óleo Bruto (OB – dieta padrão e óleo bruto extraído da castanha do Brasil), Óleo de Soja (OS – dieta padrão e óleo de soja), e Resíduo Vegetal (RV – dieta padrão e solução do resíduo vegetal da castanha do Brasil).

Após a divisão dos animais, foi realizado o acasalamento, nessa fase, as ratas foram mantidas, individualmente, em gaiolas com um rato macho durante 07 dias. Após a confirmação da prenhez, através do esfregaço vaginal, as ratas passaram a ser alojadas, separadamente, em gaiolas-maternidade de polipropileno forrado com maravalha, em condições-padrão: temperatura de $22 \pm 1^{\circ}\text{C}$; obedecendo ao ciclo claro-escuro de 12h, com o início da fase clara às 6h00 e início da fase escura às 18h; umidade de $\pm 65\%$, e com presença de exaustores de ar.

No primeiro dia de confirmação da prenhez foi iniciado o tratamento, quando cada animal recebeu, diariamente, por meio de gavagem orogástrica, a solução com concentração de 3.000mg/kg de peso do animal, registrado por dia. A suplementação foi realizada durante 21 dias de gestação e 21 dias de lactação, totalizando 42 dias de suplementação.

Figura 1. Protocolo experimental da pesquisa



Fonte: Autoria própria, 2021.

4.5.2 Consumo alimentar

O consumo alimentar dos animais foi mensurado, semanalmente, a partir do 1º dia em que foi confirmada a gestação das ratas. A avaliação do consumo foi obtida pela diferença da quantidade de ração ofertada subtraída pela quantidade de ração rejeitada (sobra).

4.6 TESTES COMPORTAMENTAIS

Os testes realizados ocorreram no período entre 11h e 15h, ao final destes, os animais foram levados de volta ao local de alojamento. Concluídos os testes de comportamento após o período de desmame, os animais foram eutanasiados por meio de decapitação com a utilização de uma guilhotina específica.

4.6.1 Avaliação da memória no teste de habituação em campo aberto

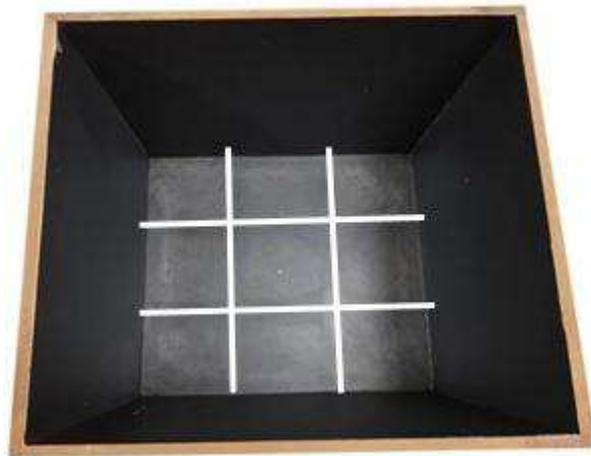
Para a realização desse teste, foi utilizada uma caixa no formato de cubo medindo 60x60 cm, de largura e 60 cm de altura, contendo 9 quadrantes de 20x20 cm (Figura 1).

Para concretude do teste utilizou-se a metodologia descrita por Rachetti *et al* (2013). O animal foi exposto ao campo aberto em dois momentos. Primeiro foi realizado o teste de habituação e após 07 (sete) dias repetiu-se o mesmo com a finalidade de comparar a atividade locomotora dos animais para relacionar com a memória.

O parâmetro analisado na realização desse teste foi a quantidade de ambulações dos campos pelo animal, considerando a locomoção das quatro patas para o interior de cada

campo. O tempo de observação foi de 10 minutos. Posteriormente, os vídeos foram analisados e as categorias comportamentais identificadas e registradas manualmente. A cada animal testado o aparelho foi limpo, antes de iniciar e depois de concluído o teste, com solução de álcool a 10% e papel absorvente.

Figura 2. Área do teste de campo aberto.



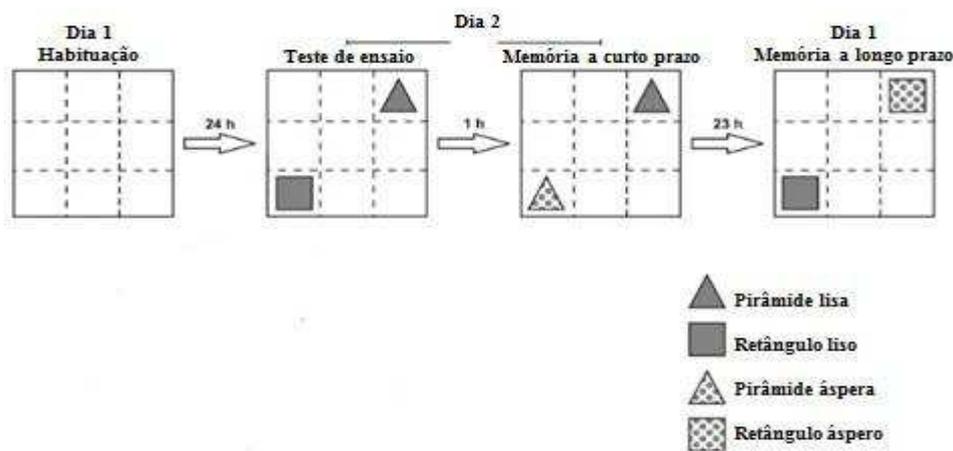
Fonte: LANEX, 2021.

4.6.2 Avaliação da memória no aparato do teste de reconhecimento de objetos

Para a avaliação de memória a curto e longo prazo foi utilizado o Teste de Reconhecimento de Objetos (NAVA-MESA; LAMPREA; MÚNERA, 2013). O teste consiste em um campo aberto preto (60x60x60 cm), com seis linhas cruzadas formando 6 quadrantes de 20 x 20 cm, uniformemente iluminado e com objetos na cor preta, com formatos (pirâmides o prisma retangular) e texturas (liso ou áspero) diferentes. O teste consiste em 4 ensaios de 10 minutos que aconteceu em 3 dias. 1º dia – habituação durante 10 minutos para minimizar o estresse da manipulação; 2º dia – realizado 24 horas após o ensaio de habituação, cada animal foi colocado no campo aberto contendo dois objetos idênticos em textura, mas diferentes em forma (por exemplo, uma pirâmide lisa e um prisma retangular liso, denominados FO1 e FO2) localizados perto de dois cantos opostos escolhidos aleatoriamente (12 cm de distância das paredes). Para mensurar a memória a curto prazo, 1 hora após, o animal foi colocado novamente para exposição de 2 objetos: FO1 em seu local original e um objeto novo (NO1), idêntico em forma, mas diferente em textura de FO1 e localizado no local onde FO2 foi colocado durante o ensaio de amostra. E o 3º dia - realizado 24 horas após o

teste de memória a curto prazo, onde cada animal foi colocado no campo aberto para explorar 2 objetos: FO2 em seu local original e um objeto novo (NO2), idêntico em forma, mas diferente em textura de FO2 e localizado no local onde FO1 foi colocado durante o ensaio de amostra. Demonstrado na Figura 3.

Figura 3. Representação dos testes de habituação em campo aberto e reconhecimento de objetos.



Fonte: Adaptado de Nava-Mesa *et al.*, 2013.

4.7 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

A pesquisa seguiu o protocolo experimental segundo as recomendações éticas do National Institute of Health (Bethesda, USA), com relação ao bem-estar dos animais. Após o final dos experimentos os animais foram eutanasiados, de forma que se evitasse, ao máximo, o sofrimento dos animais.

O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética para uso de animais da UFCG (CEUA) do Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR/UFCG) sob a certidão N° 026/2020. Todo o experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Experimental (LANEX) da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Cuité-PB.

4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram analisados considerando o nível de significância para rejeição da hipótese nula de $p < 0,05$. Para análise estatística dos resultados foi utilizado o teste T Student

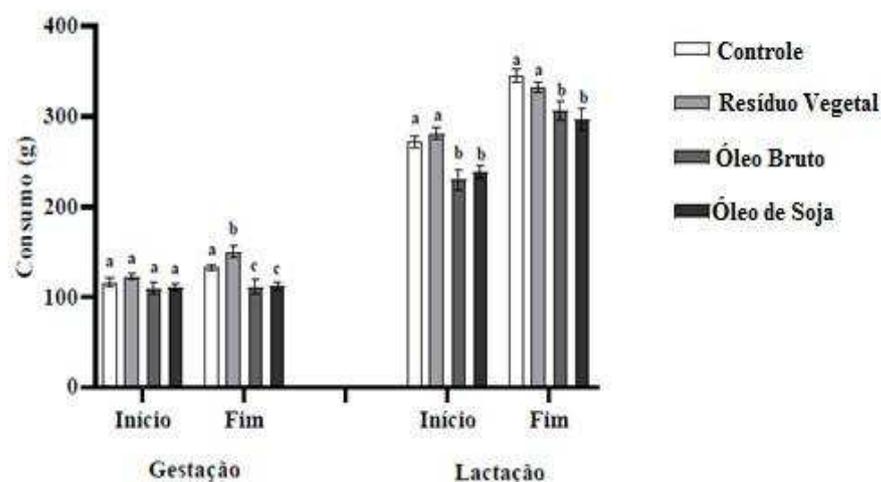
seguido pelo pós teste de Tukey. As análises estatísticas serão feitas através do software Graph Pad Prism versão 7.0.

5 RESULTADOS

5.1 CONSUMO ALIMENTAR

Ao analisar o consumo alimentar das ratas durante a gestação, foi observado que, os grupos que receberam OB ($111,50 \pm 19$) e OS ($112,00 \pm 11,31$) apresentaram um menor consumo alimentar no final da gestação quando comparados ao CT ($133,33 \pm 7,57$) e o RV ($150,50 \pm 17,31$) que apresentaram um maior consumo alimentar comparado aos demais grupos. Esse padrão alimentar também foi verificado, os animais dos grupos OB e OS apresentaram menor consumo durante o início (CT = $272 \pm 17,08$; RV = $281 \pm 15,43$; OB = 230 ± 28 ; OS = $238 \pm 19,07$) e fim da lactação (CT = $345 \pm 17,32$; RV = $332,66 \pm 15,27$; OB = $360,66 \pm 25,71$; OS = $296 \pm 31,19$) (Figura 4).

Figura 4- Efeito da suplementação de óleo de Castanha do Brasil durante gestação e lactação de ratas, sobre o consumo alimentar de ratas.



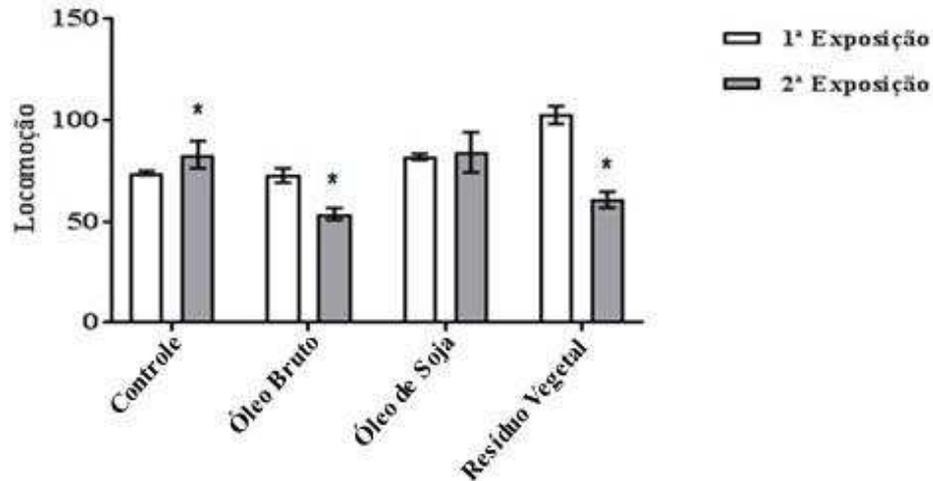
Valores expressos em média \pm d.p. (n=6) Anova Two Way. Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p < 0,05$).

5.2 HABITUAÇÃO EM CAMPO ABERTO

Na análise de locomoção no teste de habituação em campo aberto, foram observadas diferenças entre a primeira e segunda exposição, com menor ambulação na segunda exposição pelos animais pertencentes aos grupos RV (1ª exposição $102,75 \pm 10,750$; 2ª exposição $60,75 \pm 9,535$) e OB (1ª exposição $72,75 \pm 8,578$; 2ª exposição $53,80 \pm 7,190$) quando comparados

aos grupos CT (1ª exposição $74 \pm 2,645$; 2ª exposição $83,20 \pm 16,422$) e OS (1ª exposição $82 \pm 3,55$; 2ª exposição $84,25 \pm 24,253$) (Figura 5).

Figura 5 - Efeito da suplementação de óleo de Castanha do Brasil durante gestação e lactação de ratas sobre a ambulação das ratas no teste de Campo Aberto.

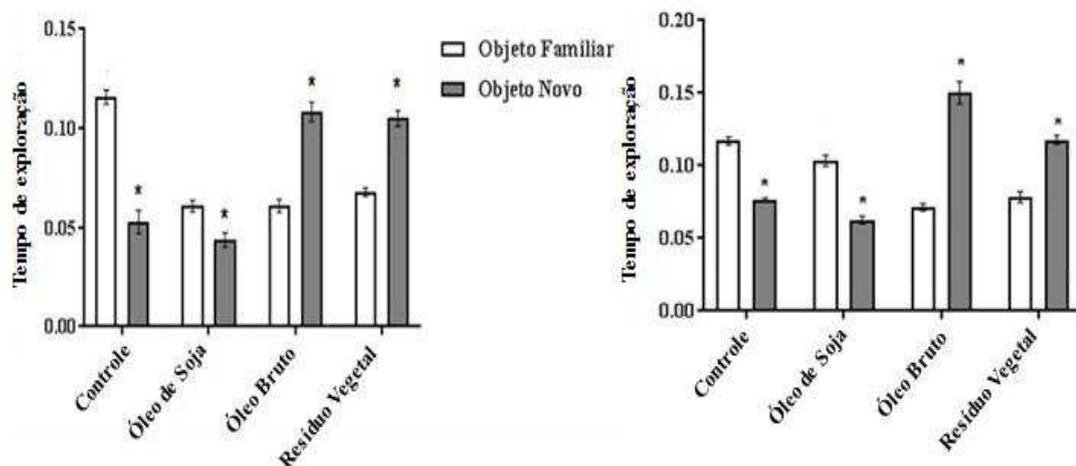


Valores expressos em média \pm d.p. (n=6) Anova Two Way. * Indica diferença estatisticamente significativa entre a 1ª e 2ª exposição ($p < 0.05$).

5.3 RECONHECIMENTO DE OBJETOS

Na figura abaixo, podem ser observados os resultados referentes aos testes de memória a curto e longo prazo, realizados pelo protocolo do teste de reconhecimento de objetos.

Figura 6- Efeito da suplementação de óleo de Castanha do Brasil durante gestação e lactação de ratas sobre o tempo de exploração de objetos no teste de memória a curto prazo e longo.



Valores expressos em média \pm d.p. (n=6) Anova Two Way. * Indica diferença estatisticamente significativa entre o tempo de exploração do objeto familiar comparado ao objeto novo ($p < 0,05$).

O tempo de exploração de novos objetos no teste de memória a curto e a longo prazo foi maior nos grupos, OB (TF: $0,060 \pm 0,003$; TN: $0,108 \pm 0,004$) e RV (TF: $0,067 \pm 0,002$; TN: $0,105 \pm 0,003$) quando comparados aos demais grupos. Já os grupos CT (TF: $0,115 \pm 0,003$; TN: $0,052 \pm 0,005$) e OS (TF: $0,060 \pm 0,002$; TN: $0,043 \pm 0,003$) apresentaram um menor tempo de exploração no objeto novo comparado ao OB e RV (Figura 3 e 4).

Os resultados referentes à avaliação de tempo da exploração de objeto no teste de memória a longo prazo, demonstrou que as ratas suplementadas com OB (TF: $0,071 \pm 0,002$; TN: $0,150 \pm 0,007$) e RV (TF: $0,078 \pm 0,003$; TN: $0,117 \pm 0,002$) apresentaram maior atividade exploratória do objeto novo (TN) quando comparado ao familiar (TF), enquanto as ratas dos grupos CT (TF: $0,117 \pm 0,002$; TN: $0,076 \pm 0,001$) e OS (TF: $0,103 \pm 0,003$; TN: $0,062 \pm 0,002$) exploraram mais os objetivos familiares (Gráfico 4).

6 DISCUSSÃO

Os dados apresentados demonstraram que a suplementação do óleo e do resíduo vegetal da castanha do Brasil influenciou positivamente na memória das ratas tratadas durante a gestação e a lactação. Para a obtenção destes dados foram realizados os testes de habituação em campo aberto e reconhecimento de objetos.

O consumo alimentar materno de lipídios apresentou consequências no consumo alimentar das ratas, foi observado que, os grupos que receberam o óleo bruto da castanha do Brasil e o óleo de soja tiveram um menor consumo alimentar durante a gestação e lactação. Esta redução pode ser justificada pelo mecanismo de regulação homeostática do metabolismo do animal, uma vez que a ingestão dos óleos, quando comparado aos outros grupos, envolve uma maior função do valor energético total pela fração lipídica presente no componente administrado (MATOS *et al.*, 2005; FERNANDES *et al.*, 2011).

Foi observado também, que a suplementação do óleo bruto e do resíduo vegetal da castanha do Brasil demonstrou uma maior facilidade de aprendizagem e memória no teste de habituação em campo aberto. O teste de habituação em campo aberto demonstraram que os animais que receberam produtos derivados da castanha do Brasil, demonstraram maior facilidade de aprendizagem e memória no teste de habituação, isso pode ser justificado pela ação de compostos bioativos e os ácidos graxos poli-insaturados que estão presentes na composição nutricional da castanha do Brasil e são capazes de exercer influência na constituição de elementos do sistema nervoso (CÔRREA *et al.*, 2013).

O teste de habituação em campo aberto é um parâmetro utilizado para medir a capacidade de aprendizagem não associativa por meio da habituação animal de longo prazo. Nesse teste, a redução da ambulação na segunda exposição é referente ao reconhecimento do ambiente, isto significa que, o animal em seu segundo dia de teste, costuma reduzir a ambulação por reconhecer o ambiente de campo aberto (RACHETTI *et al.*, 2013).

Os resultados apresentados corroboram com um estudo realizado por Oliveira (2015), que analisou o impacto do óleo de avestruz sobre a memória de ratas Wistar suplementadas durante o período de gestação e lactação, os resultados do estudo demonstraram que os animais que receberam a suplementação de óleo de avestruz, em maiores concentrações, apresentaram melhor desempenho de memória no teste de habituação em relação aos animais pertencentes ao grupo controle.

Nos testes de reconhecimento de objetos, o animal demonstra que possui capacidade de distinguir os objetos quando, na segunda exposição ao teste, diante de um objeto familiar

(ao qual foi exposto na primeira exposição) e de outro com características diferentes (formato e textura), ocupa o maior tempo de exploração no objeto novo, ainda desconhecido (SILVA, 2017).

A avaliação de melhor desempenho pode ser observada com o maior tempo de interação com o novo objeto, além do reconhecimento de lugar, processo que envolve a região do hipocampo e preferência pelo novo objeto, que está relacionada à região do córtex pré-frontal (CORDNER; TAMASHIRO, 2015; BARKER; WARBUTON, 2011).

Os resultados desse estudo demonstraram um melhor desempenho de memória nos grupos suplementados com óleo bruto e bagaço do resíduo vegetal da castanha do Brasil, evidenciados pela maior taxa de exploração do novo objeto, tanto no teste a curto, como a longo prazo. Esses resultados se assemelham a outros estudos que avaliaram o desempenho de memória a curto e longo prazo com a suplementação de óleo e polpa de abacate (MELO *et al.*, 2019), óleos de linhaça (FERNANDES *et al.*, 2011), azeite (PASE *et al.*, 2015).

Uma dieta rica em AGPCL influencia em diversos processos cognitivos associados à memória, que contribuem para a formação e manutenção das membranas biológicas, interferindo em sua fluidez e permeabilidade e, por meio disso, interferindo na plasticidade sináptica e em processos de cognição (DOS SANTOS *et al.*, 2018). Os óleos obtidos através das amêndoas de castanha do Brasil possuem altos níveis de ácidos graxos poliinsaturados e monoinsaturados, principalmente, das famílias ômega 6 e 9 (TAN; MAN, 2002; SILVA, 2018).

Além de um perfil lipídico que favorece a saúde cerebral, a castanha do Brasil possui em sua composição altos teores de selênio e tocoferóis, nutrientes que possuem atividade antioxidante. Os antioxidantes são compostos essenciais para a integridade da saúde do cérebro, considerando que possuem atividades que protegem as estruturas cerebrais de reações oxidativas, favorecendo a manutenção da memória e o processo de aprendizagem (STALLEN LOPES NOGUEIRA; DUCCATI; HORIQUINI-BARBOSA, 2020).

Os resultados obtidos nos testes comportamentais aos quais os animais foram submetidos evidenciaram a facilitação de memória e melhor desempenho nas ratas pertencentes aos grupos óleo bruto e resíduo vegetal de castanha do Brasil, por meio dessa informação pressupõe-se que os nutrientes e propriedades funcionais presentes na composição dessa oleaginosa favorecem positivamente os processos de aprendizagem e memória. Todavia, destaca-se a importância da realização de novos estudos para esclarecer os efeitos que a castanha do Brasil e os subprodutos

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante ao exposto, compreende-se que a suplementação dos produtos derivados da castanha do Brasil, oleaginosa rica em ácidos graxos mono e poli-insaturados e compostos antioxidantes incluindo o selênio e tocoferóis, promoveu a facilitação e maior desempenho de memória nas ratas tratadas durante os períodos de gestação e lactação. Foram obtidos resultados positivos do consumo de óleo bruto e bagaço do resíduo vegetal de castanha do Brasil no desempenho do comportamento de memória dos animais, verificados nos testes de habituação, memória a curto e longo prazo. Desta forma, destaca-se a importância do consumo, em quantidades adequadas, dessa fonte de ácidos graxos durante esses períodos, que além de apresentarem benefícios para as mães, também são de grande importância para o bom desenvolvimento do sistema nervoso central da prole.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, M.V; RUTHERFORD, M.D. Cognitive reorganization during pregnancy and the postpartum period: an evolutionary perspective. **Evolutionary Psychology**. v.10, p.659–687, 2012.
- ALBUQUERQUE, F.D.S; SILVA, R.H. A amígdala e a fronteira entre memória e emoção. **Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul**. v. 31, n. 3, p. 1-18, 2009.
- ARBUKLE, L.D; INNIS, S.M. Docosahexaenoic acid is transferred through maternal diet to milk to tissues of natural milk-fed piglets. **Journal of Nutrition**. 10 ed. v.193, p.1668-75, 1993.
- BARBA-MÜLLER, E. *et al.* Brain plasticity in pregnancy and the postpartum period: links to maternal caregiving and mental health. **Archives of women's mental health**. v. 22, n.2, p.289-299, 2019.
- BARNHART, C. D.; YANG, D.; LEIN, P. J. Using the Morris water maze to assess spatial learning and memory in weanling mice. **PloS one**, v. 10, n. 4, p. e0124521, 2015.
- BYRNE, J.H. *et al.* Uma linhaça (*Linum usitatissimum*) como fonte de ácido α -linolênico na formação da bainha de mielina. **Revista de Nutrição**, 5 ed. v.22, p. 747-754, 2009.
- BODNAR, M; KONIECZKA, P. E; NAMIESNIK, J. The Properties, Functions, and Use of Selenium Compounds in Living Organisms. **Journal of Environmental Science and Health, Part C: Environmental Carcinogenesis and Ecotoxicology Reviews**, 3 ed. v.30, p. 225-252, 2012.
- BURDGE, G.C; JONES, A.E; WOOTTON, S.A. Eicosapentaenoic and docosapentaenoic acids are the principal products of alpha-linolenic acid metabolism in young men. **British Journal of Nutrition**. v.88, n.4, p.355-63, 2002.
- CARDARELLI, H. R; OLIVEIRA, A. J. de. Conservação do leite da castanha do Pará. **Scientia Agricola**. v.57, n.4, p.617-622, out./dez. 2000.
- CASADEVALL, M. Q. F. C. **Suplementação com mix de ômega 3, 6 e 9 sobre marcadores oxidativos e comportamentais de neuroplasticidade em camundongos**. 2019. 111 f. Tese (Doutorado em Ciências Médico-Cirúrgicas) - Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- CASSILHAS, R. C.; TUFIK, S.; DE MELLO, M. T. Physical exercise, neuroplasticity, spatial learning and memory. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v. 73, n. 5, p. 975-983, 2016.
- CHEN, C. *et al.* Attenuated LTP in hippocampal dentate gyrus neurons of mice deficient in PAF receptor. **Journal of Neurophysiology**. v.85, p.384-90, 2000.

COMASCO, E; FROKJAER, V.G; SUNSTROM POROMA, I. Neuroimagem funcional e molecular da menopausa e terapia de reposição hormonal. Frente. **Neuroscience**. v.8 , p.388, 2014.

CORDNER, Z.A. *et al.* Maternal high-fat diet results in cognitive impairment and hippocampal gene expression changes in rat offspring. **Experimental Neurology**, v. 318, p. 92-100, 2019.

DOS SANTOS, F. V. *et al.* Fish oil supplementation reverses behavioral and neurochemical alterations induced by swimming exercise in rats. **Physiology & behavior**, v. 194, p. 95-102, 2018.

DUDAI, Y. The restless engram: consolidations never end. **Annual review of neuroscience**, v. 35, p. 227-247, 2012.

FERNANDES, F.S. *et al.* Maternal intake of flaxseed-based diet (*Linum usitatissimum*) on hippocampus fatty acid profile: implications for growth, locomotor activity and spatial memory. **Nutrition**, v. 27, p. 1040–1047, 2011.

FERRAZ, L. *et al.* Micronutrientes e sua importância no período gestacional. **Revista Saber Científico**, n.1, v.7, p.68 – 82, 2021.

FERREIRA, E. de S. *et al.* Caracterização físico-química da amêndoa, torta e composição dos ácidos graxos majoritários do óleo bruto da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* HBK). **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 17, n. 2, p. 203-208, 2009.

HEBB, Donald Olding. **The organisation of behaviour: a neuropsychological theory**. New York: Science Editions, 1949.

HENRY, J. D; RENDELL, P. G. Uma revisão do impacto da gravidez na função de memória. **Jornal de Neuropsicologia Clínica e Experimental**. v.29, n. 8, p.793–803, 2007.

HILLERER, K. M. *et al.* The maternal brain: an organ with periparturient plasticity. **Neural Plasticity**, 2014.

HYDÉN, H. A molecular basis of neuron-glia interaction. **Macromolecular specificity and biological memory**, p. 55-69, 1962.

HOEKZEMA, E. *et al.* Pregnancy leads to long-lasting changes in human brain structure. **Nature Neuroscience**, v. 20, n.2, p.287-296, 2017.

Kato, C. G. *et al.* Caracterização físico-química da torta de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) obtido pelo método de prensagem para o aproveitamento tecnológico. **Uningá Review**, v. 25, n. 2, p. 07-11, 2016.

KATAJA, E. L. *et al.* Pregnancy-Related Anxiety and Depressive Symptoms are Associated with Visuospatial Working Memory Errors during pregnancy. **Journal of Affective Disorders**, v. 218, p. 66-74, 2017

KINSLEY, C.H; AMORY-MEYER, E. Why the maternal brain? **Journal of Neuroendocrinology**. v. 23, n.11, p.974–983, 2011.

KINSLEY, C.H; MEYER, E; RAFFERTY, K.A. Sex steroid hormone determination of the maternal brain: effects beyond reproduction. **Mini Reviews in Medicinal Chemistry**. v. 12, n.11, p.1063–1070, 2012.

KOHL, J; AUTRY, A; DULAC, C. The neurobiology of parenting: a neural circuit perspective. **BioEssays**. v. 39, n.1, p.1–11, 2017.

KONORSKI, J. Conditioned reflexes and neuron organization. Cambridge: **Cambridge University Press**, v. 31. n. 3, 1948.

LASHLEY, K. S. **In search of the engram** In **Society for Experimental Biology**, Physiological mechanisms in animal behavior, p. 454–482. 1950.

MACBETH, A.H; LUINE, V.N. Changes in anxiety and cognition due to reproductive experience: a review of data from rodent and human mothers. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 34, n. 3, p. 452-467, 2010.

MATTES, R.D; DREHER, M.L. Nuts and healthy body weight maintenance mechanisms. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v.19, n.1, p. 137-41, 2010.

MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, M. A; BES-RASTROLLO, M. Nut consumption, weight gain and obesity: Epidemiological evidence. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v.21, p. 40-5, 2011.

MELO, M. F. F. T. *et al.* Maternal Supplementation With Avocado (*Persea americana* Mill.) Pulp and Oil Alters Reflex Maturation, Physical Development, and Offspring Memory in Rats. **Front. Neuroscience**. v. 13, n.9, 2019.

MOZETIC, R.M; SILVA, S.D.C; GANEN, A.P. A importância da nutrição nos primeiros mil dias. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v.8, n.2, p. 876-884, 2016.

MIDDLETON, P. *et al.* Omega-3 fatty acid addition during pregnancy. **Banco de Dados Cochrane de Revisões Sistemáticas**. n.11, 2018.

NAVA-MESA, M.O; LAMPREA, M.R.; MÚNERA, A. Divergent short-and long-term effects of acute stress in object recognition memory are mediated by endogenous opioid system activation. **Neurobiology of learning and memory**, v. 106, p. 185-192, 2013.

NUMAN, M. Motivational systems and the neural circuitry of maternal behavior in the rat. **Developmental Psychobiology: The Journal of the International Society for Developmental Psychobiology**, v. 49, n. 1, p. 12-21, 2007.

OLIVEIRA, L.I.G. **Impacto do óleo de avestruz sobre a memória da prole de ratas Wistar suplementadas durante o período de gestação e lactação**. 2015. 51 fl. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Bacharelado em Nutrição), Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, Paraíba, 2015.

PAVLIDES, C; WINSON, J. Influences of hippocampal place cell firing in the awake state on the activity of these cells during subsequent sleep episodes. **Journal of Neuroscience**, v. 9, n. 8, p. 2907-2918, 1989.

PASE, C.S. *et al.* Olive oil-enriched diet reduces brain oxidative damages and ameliorates neurotrophic factor gene expression in different life stages of rats. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 26, n. 11, p. 1200-1207, 2015.

PAWLUSK, J.L; LAMBERT, K.G; KINSLEY, C.H. Neuroplasticity in the maternal hippocampus: relation to cognition and effects of repeated stress. **Hormones and behavior**, v. 77, p. 86-97, 2016.

PERINI, J. DE L. *et al.* Ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6: metabolismo em mamíferos e resposta imune. **Revista de Nutrição**, v.23, n.6, p. 1075-1086, 2010.

RACHETTI, A. L. F. *et al.* Fish oil supplementation and physical exercise program: distinct effects on different memory tasks. **Behavioural brain research**, v. 237, p. 283-9, 2013.

RIBEIRO, S. *et al.* Long-lasting novelty-induced neuronal reverberation during slow-wave sleep in multiple forebrain areas. **PLoS biology**, v. 2, n. 1, p. e24, 2004.

SÁ, C. S. C.; MEDALHA, C. C. Aprendizagem e memória: contexto motor. **Revista Neurociências**, v. 9, n. 3, p. 103-110, 2001.

SANTOS, O. V. dos. **Estudo das potencialidades da castanha-do-brasil: produtos e subprodutos**. 2012. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SANTOS, O. V. *et al.* Yield, nutritional quality, and thermal-oxidative stability of Brazil nut oil (*Bertholletia excelsa* HBK) obtained by supercritical extraction. **Journal of food engineering**, v. 117, n. 4, p. 499-504, 2013.

SIMÕES, C. M. O. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. UFRGS; Florianópolis: UFSC, 2001.

SILVA, D. C. **Efeitos do óleo de coco e do exercício em esteira sobre parâmetros comportamentais e metabólicos de ratos Wistar jovens submetidos a estresse de contensão**. 2017. 72 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Nutrição) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

SILVA, E. C. A. **Efeito do consumo da polpa de macaíba (*Acrocomia intumescens*) associado ao exercício de natação sobre a memória de ratos Wistar**. 2021. 44 fl. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Bacharelado em Nutrição), Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, Paraíba, 2021.

SILVA, E.C.J. **Selênio na castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) e em solos da região Amazônica brasileira**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo, área de concentração em Fertilidade do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2016.

SILVA, G. B. **Efeito do consumo de castanhas-do-Brasil (Bertholletia Excelsa H. B. K) sobre os biomarcadores inflamatórios e o estado nutricional relativo ao selênio de mulheres obesas.** 96 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) apresentada à Universidade de São Paulo, 2018.

SILVÉRIO, G.C; ROSAT, R.M. Memória de longo-prazo: mecanismos neurofisiológicos de formação. **Revista Médica de Minas Gerais**, v.16, n.4, p.219-223, 2006.

SOUZA, M. L; MENEZES, H. C. Processamento de amêndoa e torta de castanha-do-Brasil e farinha de mandioca: Parâmetros de qualidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n.1, p. 120– 128, 2004.

STALLEN LOPES NOGUEIRA, B; DUCATTI, M; HORIQUINI-BARBOSA, E. O consumo de selênio e sua relação com a manutenção da função cognitiva: uma revisão sistemática sobre humanos e animais. **Revista Neurociências**, v. 28, p. 1–31, 2020.

TAN, C.P. *et al.* Estudos comparativos da estabilidade oxidativa de óleos comestíveis por calorimetria de varredura diferencial e métodos de índice de estabilidade oxidativa. **Food Chemistry**, v.76, n.3, p.385-389, 2002.

TEMPLER, V.L.; HAMPTON, R.R. Episodic memory in nonhuman animals. **Current Biology**, v.23, n.17, 2013.

VALENZUELA, A.B; NIETO, S.K. Ácidos grasos omega-6 y omega-3 en la nutrición perinatal: su importância em el desarrollo del sistema nervioso y visual. **Revista Chilena de Pediatría**, v. 74, p. 149-57, 2003.

WANG, X. Q; WANG, G. W. Effects of treadmill exercise intensity on spatial working memory and long-term memory in rats. **Life Sciences**, v. 149, p. 96-103, 2016.

YANG, J. Brazil nuts and associated health benefits: A review. **Food Science and Technology**, v. 42, p. 1573-80, 2009.

ZANQUI, A. B. *et al.* Brazil nut oil extraction using subcritical n-propane: Advantages and chemical composition. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 31, p. 603-612, 2020.

ANEXOS

Anexo A. Certidão de aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA).



Universidade Federal de Campina Grande
 Centro de Saúde e Tecnologia Rural
 Comissão de Ética no Uso de Animais
 Av. Santa Cecília, s/n, Bairro Jatobá, Rodovia
 Patos,
 CEP: 58700-970, Cx postal 64, Tel. (83) 3511-3045



A : Flávia Negromonte Souto Maior

Protocolo CEUA/CSTR N° 026/2020

CERTIDÃO

Certificamos para os devidos fins que o projeto intitulado “efeitos do consumo do óleo de castanha do brasil sobre o neurocomportamento de memória em ratas wistar tratadas durante os períodos de gestação e a lactação”, coordenado pelo (a) pesquisado(a) acima citado (a), obteve parecer consubstanciado pelo regulamento interno deste comitê, sendo **APROVADO**, em caráter de **REUNIAO ORDINARIA 06 DE AGOSTO DE 2020**, estando a luz das normas e regulamento vigentes no país atendidas as pesquisas para especificações científicas.

Patos, 12 de Agosto de 2020.

Maria de Fátima de Araújo Lucena
 Coordenadora do CEP/CEUA/UFCG/Patos