**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**

**CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE**

**UNIDADE ACADÊMICA DE SAÚDE**

**CURSO DE BACHARELADO EM NUTRIÇÃO**

**JANY JACIELLY DOS SANTOS**

# EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DO ÓLEO DE PEQUI NA MEMÓRIA DA PROLE DE RATAS (WISTAR) TRATADAS DURANTE A GESTAÇÃO E LACTAÇÃO

Cuité-PB

2023

JANY JACIELLY DOS SANTOS

# EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DO ÓLEO DE PEQUI NA MEMÓRIA DA PROLE DE RATAS (WISTAR) TRATADAS DURANTE A GESTAÇÃO E LACTAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Unidade Acadêmica de Saúde da Universidade Federal de Campina Grande – Centro de Educação e Saúde, como requisito obrigatório para obtenção do título de bacharel em Nutrição.

Professora Orientadora: Dra. Camila Carolina de Menezes Santos Bertozzo

Co-orientadora: Me. Suedna da Costa Silva Kindelan

Cuité-PB

2023

S237e Santos, Jany Jacielly dos.

Efeito da suplementação do óleo de Pequi na memória da prole de ratas (Wistar) tratadas durante a gestação e lactação. / Jany Jacielly dos Santos. - Cuité, 2023.
51 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, 2023.

"Orientação: Profa. Dra. Camila Carolina de Menezes Santos Bertozzo; Ma. Suedna da Costa Silva Kindelan".

Referências.

1. Pequi. 2. Óleo de Pequi. 3. Óleo de Pequi - suplementação. 4. Wistar. 5. Suplementação - óleo de Pequi - gestação. 6. Suplementação - óleo de Pequi - lactação. I. Bertozzo, Camila Carolina de Menezes Santos. II. Kundelan, Suedna da Costa Silva. III Título.

CDU 687.5(043)

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO BIBLIOTECÁRIO Msc. Jesiel Ferreira Gomes - CRB-15/256

JANY JACIELLY DOS SANTOS

# EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DO ÓLEO DE PEQUI NA MEMÓRIA DA PROLE DE RATAS (WISTAR) TRATADAS DURANTE A GESTAÇÃO E LACTAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Unidade Acadêmica de Saúde da Universidade Federal de Campina Grande – Centro de Educação e Saúde, como requisito obrigatório para obtenção do título de bacharel em Nutrição.

BANCA EXAMINADORA

_____

Profª. Drª. Camila Carolina de Menezes Santos Bertozzo

Universidade Federal de Campina Grande

Orientadora

_____

Profª. Drª. Flávia Negromonte Souto Maior

Universidade Federal de Campina Grande

Examinadora

_____

Me. Suedna da Costa Silva Kindelan

Universidade Federal da Paraíba

Examinadora

Cuité – PB

2023

*À minha família, por seu amor incondicional, cuidado e apoio.*

***Dedico***.

# AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por sempre me abençoar com sua graça, me acalmar e me fortalecer nos dias difíceis, e por tornar possível mais um sonho.

Minha eterna gratidão a minha mãe Iris de Fátima, que nunca mediu esforços para o meu bem e de meus irmãos, que sonha e luta conosco em cada sonho, e que nos ampara com seu amor incondicional. A senhora é nosso maior e melhor exemplo.

E a toda minha família, em especial as minhas irmãs Marizélia, Maricélia e Josélia, por serem muito mais que irmãs, por cuidarem de mim como mães, me ouvirem, apoiarem e me incentivarem sempre. Sou eternamente grata a vocês. A meu pai Lourival. E também a meu irmão Josivaldo, por sempre me ajudar nos momentos de angústia, meu muito obrigada sempre. Aos meu pequenos, Guilherme e Luyza, que tanto alegram os dias de nossa família. A Alisson, por tanto apoio, compreensão e pela partilha dos bons momentos.

A minha orientadora Camila Carolina de Menezes Santos Bertozzo, por ter aceitado o convite, por sua impecável orientação, por compartilhar seus conhecimentos, por seu jeito acolhedor, sempre muito paciente. Nunca esquecerei de suas palavras em um dos momentos difíceis que passei. Muito obrigada. À professora Flávia, por ter aceitado o convite e pelas grandes contribuições na minha vida acadêmica e neste trabalho.

Agradeço a Suedna, por todos os ensinamentos e companheirismo durante a pesquisa e fora dela, pelo suporte na realização desse trabalho e a amizade, que se estende além da vida acadêmica. A Jaciel que é um verdadeiro professor dentro do LANEX, muito obrigada por tanta ajuda. Às colegas de pesquisa, Paloma e Maria Lúcia, obrigada. Ao meu cunhado Edson Souto, pela ajuda em tantos momentos.

A Raline e Samarina, minhas amigas da universidade e da vida, que por meses dividiram tantos aprendizados, desafios e momentos felizes comigo durante nosso estágio. Também agradeço a Victor, que se juntou a nós e compartilhou de sua alegria conosco. À Ligia Lidia, minha grande amiga, que me acompanhou e tanto me ajudou nessa jornada, uma das pessoas mais perseverantes e fortes que conheço, uma boa amizade na vida acadêmica e fora dela, muito obrigada pela ajuda de sempre.

A Evelin, Ariadna Fernanda e Mayara, sou muito grata a Deus pela amizade de vocês. Obrigada por sempre estarem presentes na vida, por me dar colo nos momentos difíceis, por sempre me estenderem a mão, e por tornar minha vida mais feliz com nossos tantos momentos de diversão. Para sempre minhas colegas de curso e amigas.

A minha grande amiga de anos Naiara Costa, por dividir comigo muitos momentos, por sempre torcer por mim e aconselhar. A Bruna Ferreira, Gabi Lima, Juliana, Fátima e Paloma Milhomes, amigas especiais que ao longo da graduação compartilharam comigo dos estresses e de momentos de muita alegria também.

Aos amigos Randinho, Neto e Joédson que sempre foram sinônimo de alegria e diversão em minha vida, esses momentos foram fundamentais, para deixar mais feliz a caminhada até aqui, obrigada meninos.

Agradeço a todo o corpo docente do curso de Bacharelado em Nutrição do CES e também aos demais professores que contribuíram para a minha formação, em especial a minha primeira professora do fundamental Natalina Silva, por tanto carinho. A senhora é um ser humano incrível. Obrigada, mestres, por tanta dedicação.

À Universidade Federal de Campina Grande campus de Cuité e a todos os servidores, por todas as oportunidades oferecidas durante esses anos.

Enfim, obrigada a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desse sonho. Gratidão por tudo.

SANTOS, J. J. **Efeito da suplementação do óleo do pequi na memória da prole de ratas (wistar) tratadas durante a gestação e lactação**. 2023. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2023.

## RESUMO

O pequi é o fruto do *Caryocar brasiliense*, árvore bastante comum no Cerrado brasileiro. Da sua polpa é extraído o óleo, com uso bastante diversificado, de rica composição nutricional, contendo um valor significativo de ácidos graxos poli-insaturados. Tais compostos são de grande importância para o desenvolvimento das estruturas e funções cerebrais, com relação direta no comportamento da memória e aprendizagem. Desta forma, o presente estudo objetivou investigar o impacto do consumo materno do óleo da polpa do pequi nos parâmetros da memória da prole de ratas tratadas durante a gestação e lactação. Foram utilizadas fêmeas primíparas Wistar que foram divididas em dois grupos: Grupo Controle (GC), que recebeu água destilada e o Grupo Óleo de Pequi (GOP), que recebeu suplementação do óleo de pequi, sendo ambos administrados através de gavagem (1mL/100g) durante a gestação e lactação. Aos 35 dias pós-natal, a prole de cada grupo (n = 10) foi submetida aos testes de reconhecimento de objetos e teste do labirinto aquático de Morris. No teste de reconhecimento de objetos de memória a curto prazo, os animais do grupo GOP exploraram mais o objeto novo em relação ao objeto familiar. No teste do labirinto aquático de Morris, observou-se facilitação da memória, onde os animais do GOP gastaram menos tempo para encontrar a plataforma com relação ao GC. Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que a suplementação com óleo de pequi durante a gestação e lactação promoveu facilitação de memória e aprendizagem, nas tarefas às quais foram submetidos.

**Palavras-chaves**: *Caryocar brasiliense*; ácidos graxos; comportamento.

SANTOS, J. J. **Effect of pequi oil supplementation on the memory of rat offspring (wistar) treated during pregnancy and lactation.** 2023. 49 s. Course Conclusion Paper (Graduation in Nutrition) – Federal University of Campina Grande, Cuité, 2023.


## ABSTRACT

Pequi is the fruit of the *Caryocar brasiliense*, a very common tree in the Brazilian Cerrado. The oil is extracted from its pulp, with a very diversified use and with a composition that has nutrients and a significant amount of polyunsaturated fatty acids. Such compounds are of great importance for the development of brain structures and functions, directly related to memory and learning behavior. Thus, the present study aimed to investigate the impact of maternal consumption of pequi pulp oil on memory parameters of the offspring of rats treated during pregnancy and lactation. Wistar primiparous females were divided into two groups: Control Group (CG), which received distilled water and Pequi Oil Group (GOP), which received pequi oil supplementation, both administered through gavage (1mL/100g ) during pregnancy and lactation. At 35 postnatal days, the offspring of each group (n = 10) were submitted to object recognition tests and the Morris water maze test. In the short-term memory object recognition test, the animals in the GOP group explored the new object more than the familiar object. In the Morris water maze test, memory facilitation was observed, where the GOP animals spent less time to find the platform in relation to the CG. In view of the results obtained, it can be concluded that supplementation with pequi oil during pregnancy and lactation facilitated memory and learning in the tasks to which they were submitted.



**Keywords**: *Caryocar brasiliense*; fatty acids; behavior.

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1** – A: Pequizeiro (Caryocar brasiliense). B: Fruto do pequi aberto. C: Fruto com endocarpo espinhoso ..... 16

**Figura 2** – Desenho experimental do teste de reconhecimento de objetos ..... 27

**Figura 3** – Desenho experimental do Labirinto aquático de Morris usado no experimento visto externamente (A) e pelo programa Water Maze (B) ..... 28

## LISTA DE GRÁFICOS

**Gráfico 1** – Taxa de exploração a curto prazo ..... 30

**Gráfico 2** – Taxa de exploração a longo prazo ..... 31

**Gráfico 3** – Número de entradas no quadrante da plataforma ..... 32

**Gráfico 4** – Tempo gasto no quadrante da plataforma ..... 33

**Gráfico 5** – Tempo gasto para achar a plataforma ..... 32

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

**AGE** Ácidos graxos essenciais

**AGPCL** Ácido Graxo Poli-insaturado de Cadeia Longa

**CES** Centro de Educação e Saúde

**GC** Grupo Controle

**DHA** Ácido docosahexaenóico

**GOP** Grupo Óleo de Pequi

**LANEX** Laboratório de Nutrição Experimental

**LTA** Laboratório de Tecnologia de Alimentos – LTA

**OF1** Objeto familiar 1

**OF2** Objeto familiar 2

**OF1** Objeto novo 1

**ON2** Objeto novo 2

**POP** Dipalmitoil oleoil glicerol

**UFCG** Universidade Federal de Campina Grande

SUMÁRIO

**1 INTRODUÇÃO** ..... 13
**2 OBJETIVOS** ..... 15
2.1 OBJETIVO GERAL ..... 15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 15
**3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA** ..... 16
3.1 ÓLEO DE PEQUI ..... 16
3.2 PROGRAMAÇÃO FETAL ..... 18
3.3 MEMÓRIA ..... 21
**4. MATERIAL E MÉTODOS** ..... 24
4.1 PEQUI ..... 24
4.2 LOCAL DE EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO ..... 24
4.3 ASPECTOS BIOÉTICOS ..... 24
4.4 ANIMAIS E DIETA ..... 25
4.5 TESTES COMPORTAMENTAIS ..... 25
4.5.1 **Teste de reconhecimento de objetos** ..... 25
4.5.2 **Teste do labirinto aquático de Morris** ..... 27
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA ..... 29
**5 RESULTADOS** ..... 29
5.1 TESTE DE MEMÓRIA DE CURTO PRAZO ..... 29
5.2 TESTE DE MEMÓRIA DE LONGO PRAZO ..... 30
5.3 TESTE LABIRINTO AQUÁTICO DE MORRIS ..... 31
**6 DISCUSSÃO** ..... 34
**7 CONSIDERAÇÕES FINAIS** ..... 37
ANEXO ..... 51

# 1 INTRODUÇÃO

O período gestacional é um evento biológico e apresenta-se como uma fase de cuidado e risco ao desenvolvimento do feto, de modo que a nutrição materna durante esse período é fundamental para o desenvolvimento embrionário (KLEIN *et. al*., 2021). Caracteriza-se como um período crítico, no qual todas as ações devem ter o objetivo de garantir o adequado desenvolvimento físico, cognitivo, motor e socioafetivo, sendo o aleitamento materno pilar fundamental para alcançar tais objetivos (VASCONCELOS *et. al*., 2021).

Durante a gravidez, há um aumento considerável das necessidades de nutrientes (TSEGAYE; TAMIRU; BELACHEW, 2021). A oferta nutricional é capaz de interferir de forma positiva ou negativa nas condições fisiológicas da prole, assim como influenciar na fase adulta desses indivíduos. Alguns nutrientes são considerados essenciais, tais como ferro, ácido fólico e os ácidos graxos essenciais (AGE), repassados ao feto através da placenta na fase intrauterina e pela lactação na fase extrauterina. Entretanto, a má nutrição, nessa fase da vida, pode acarretar alterações indesejáveis no concepto (SILVA, 2007).

A nutrição e o aleitamento materno são componentes chaves no desenvolvimento anatômico e fisiológico do cérebro. Acredita-se que a nutrição materna adequada durante essas fases é capaz de modular e conferir neuroproteção, além da influência sobre parâmetros de memória e ansiedade, assim como prevenir o aparecimento de doenças neurodegenerativas nas fases mais avançadas da vida, além de comorbidades (PARIZZI; FONSECA, 2010).

Os ácidos graxos são conhecidos por estarem presentes na constituição das membranas plasmáticas e participarem de várias funções celulares, na neurotransmissão e sinapses cerebrais (PINHEIRO; STABELINI; PALMA, 2022) e podem ser encontrados em óleos vegetais, sementes e castanhas, e serem comercializadas na indústria de alimentos, no ramo farmacêutico ou de cosméticos na forma de suplementos e/ou fórmulas alimentícias.

Dentre os óleos vegetais fontes dos AGE, o óleo de pequi *(Caryocar brasiliense* Cambess) é um óleo rico em ácidos graxos poli-insaturados, destacando-se o ácido oleico (ômega-9) (OLIVEIRA *et al*., 2010). Este óleo é extraído do pequi, fruto do

pequizeiro, árvore bastante comum no Cerrado brasileiro e que ocorre desde o Tocantins até o Sudeste e Sudoeste do país (Collevatti *et al*., 2012).

O pequi é um fruto globoso, de cor amarelo-alaranjada e possui uma polpa bastante macia, utilizada na preparação de diversas receitas bastante populares na região onde este fruto ocorre. Exemplos são os sorvetes e as conservas que podem ser preparadas a partir dele, assim como a farinha e o seu óleo. Pode também ser consumido diretamente ou como acompanhamento em outros pratos, além de ser utilizado com finalidades medicinais (FONSECA; SANTOS e ALMEIDA, 2017).

O pequi possui um grande potencial econômico tanto no Brasil como no exterior. No entanto, mesmo o país sendo líder mundial em publicações e produção de patentes relacionadas ao pequi, há um considerável distanciamento entre os inventores independentes e as empresas. Isso dificulta o desenvolvimento e aproveitamento de tecnologias relacionadas a essa espécie vegetal (FIGUEIREDO; SCARIOT e VASCONSELLOS, 2017).

Existem diversas formas de aproveitamento do pequi, tanto comercialmente como na culinária. Sua polpa pode ser usada para preparação de receitas populares bastante apreciadas, ou para produção de óleo. Ainda é possível obter óleo a partir de sua amêndoa. Até mesmo sua casca pode ser aproveitada para obtenção de farinha, que pode ser aplicada na produção de ração animal (OLIVEIRA *et al*., 2016).

O uso do pequi para fins terapêuticos também é bastante diversificado, tendo ação cicatrizante e anti-inflamatória (BEZERRA *et al*. 2015) e propriedades antioxidantes (MIRANDA-VILELA *et al*., 2009). Ao óleo também é atribuído um efeito controlador de tumores (ALMEIDA *et al*., 1998). No entanto, são poucos os que estudam os efeitos do pequi sobre o SNC, especialmente sobre a memória, foco da presente pesquisa.

Nesse sentido, encontrar meios de preservar ou melhorar a memória é também uma forma de melhorarmos a qualidade de vida das pessoas, uma vez que a perda de memória pode afetar a capacidade de realizar as tarefas diárias e pode comprometer a forma como o indivíduo se relaciona socialmente. Diante disto, a hipótese da presente pesquisa foi de que o consumo do óleo de pequi durante a gestação e lactação por ratas Wistar pode interferir positivamente na memória da prole.

# 2 OBJETIVOS

## 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos da suplementação do óleo do pequi na memória da prole de ratas tratadas durante a gestação e lactação.

## 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a influência do consumo do óleo de pequi na memória a curto e longo prazo dos animais;
- Avaliar a influência do óleo de pequi na memória espacial dos animais.

# 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

## 3.1 ÓLEO DE PEQUI

O fruto do *Caryocar brasiliense* é comestível, apresenta formato globoso com pericarpo (casca) verde-acinzentado e contém, em seu interior, de um a quatro caroços envoltos pelo mesocarpo (polpa) de coloração amarelo-alaranjada, carnosa, aromática e oleaginosa. Possui espinhos no interior de seu caroço, uma amêndoa de coloração branca, apresenta dimensões variadas e pode chegar a pesar mais de 100 gramas (Figura 1 A,B e C) (FAVARE, 2015).

**Figura 1** – A: Pequizeiro (Caryocar brasiliense). B: Fruto do pequi aberto. C: Fruto com endocarpo espinhoso.



**Fonte**: http://www.cerratinga.org.br/pequi/

O óleo da polpa do pequi possui 38,84% de ácidos graxos em sua composição (CICERO *et al*., 2018), contém aproximadamente 60% de ácido oleico, uma grande quantidade de ácidos graxos monoinsaturados, com grande utilidade para produção de

cosméticos e uso oleoquímico, por causa de sua estabilidade oxidativa (GUEDES, 2017).

Segundo Guedes, Antoniassi e Faria-Machado (2017), o óleo extraído da polpa e o óleo extraído do caroço do pequi possuem composição semelhante de ácidos graxos e ainda são fonte do dipalmitoil oleoil glicerol (POP), um triglicerídeo de interesse na indústria de alimentos. O óleo de pequi contém ainda em torno de 35% de ácido palmítico, tornando-o apropriado para a utilização na substituição da margarina (GUEDES, 2017).

Além disso, o óleo da polpa do pequi contém quantidades de ácido heptadecenóico, aproximadamente 6%, ácido linoleico, quase 2%, ácido esteárico, cerca de 1,8%, ácido eicosenoico, pouco mais de 0,3%, e ácido palmitoleico, com 0,27% (SENA JÚNIOR, 2010). A presença desses ácidos graxos demonstra o valor nutricional que possui o óleo de pequi.

O óleo de pequi é largamente utilizado na medicina popular para o tratamento de doenças respiratórias, úlceras gástricas, dores reumáticas e musculares (BEZERRA *et al*., 2015). Em pesquisa feita por Oliveira *et al*. (2016) com o uso do óleo de pequi, demonstrou que ele apresenta grande potencial de melhora da função cardíaca.

Também pode ser utilizado na forma de compressas e massagens, em casos de contusões, além de massagens fitoterápicas (ROESLER *et al*., 2007). Outra aplicação é o seu emprego no tratamento de doenças na pele (SARAIVA *et al*., 2011). Assim como seu uso em diferentes produtos dermatológicos e cosméticos por possuir capacidade de melhora na hidratação da pele, como mostrado por Faria, Damasceno e Ferrari (2014). Cardoso *et al*. (2004) observaram que a administração tópica do óleo foi capaz de promover o reparo de ferida cutânea induzida cirurgicamente.

O óleo de pequi também possui atividade hepatoprotetora, com potencial para utilização na prevenção do câncer de fígado. Como demonstrado em estudo realizado por Palmeira *et al*. (2015), que administrou óleo de pequi em camundongos e pode perceber a redução no desenvolvimento de lesão pré-neoplástica no fígado.

Miranda-Vilela *et al*. (2014) em pesquisa sobre a utilização do óleo de pequi no tratamento de danos a células induzido pela doxorrubicina em camundongos com tumor de Ehrlich, concluíram que o tratamento com esse óleo rico em carotenoides teve

desempenho melhor que as vitaminas C e E em conter o crescimento tumoral. Além disso, os resultados mostram que o óleo do pequi aumenta a imunidade dependente de linfócitos.

## 3.2 PROGRAMAÇÃO FETAL

A programação fetal ocorre quando fatores do ambiente tais como dieta, idade, doença e comportamento agem sobre mães grávidas induzindo mudanças no funcionamento do organismo fetal (NOWACKA-WOSZUK *et al*., 2018). Esses fatores, durante o desenvolvimento intrauterino, podem causar alterações na estrutura, metabolismo e funcionamento do corpo (CHMURZYNSKA, 2010).

Toda essa interação entre a mãe e o feto se dá através da placenta. Segundo Lan *et al*. (2017), ela é o mais importante canal de passagem de nutrientes, hormônios e oxigênio para o feto. A placenta filtra e modula os sinais do ambiente materno e sendo, portanto, essencial para o desenvolvimento fetal.

Estudos têm mostrado que o período gestacional constitui uma etapa crucial para o processo de desenvolvimento do indivíduo, com vários resultados apontando alterações no feto decorrentes das condições da gravidez, como, por exemplo, o efeito do genótipo fetal no peso ao nascer (HUGHES *et al*., 2018).

A formação e desenvolvimento das atividades cerebrais também são influenciadas durante o período gestacional. Nele, a biodisponibilidade de compostos bioativos está diretamente envolvida na composição das membranas celulares, moléculas de sinalização, regulação de funções neuronais, modulação de ocitocinas neuromodulatórios e neurotransmissores (BURDGE; JONES; WOOTTON, 2002).

A incorporação de ingredientes bioativos na dieta, como Ácidos Graxos Poli-insaturados de Cadeia Longa (AGPCL), está ligada ao desempenho do cérebro e melhora de suas funções. Os AGPCL exercem influência sobre as funções neuronais e têm relação direta nos processos cognitivos como aprendizado e memória (DYALL; MICHAELl-TITUS, 2008).

O cérebro, em grande parte, é formado por uma alta quantidade de lipídios, sendo a maioria constituída por ácidos graxos poli-insaturados. O ácido docosahexaenóico (DHA) é considerado o ácido graxo poli-insaturado de cadeia longa de maior interesse para o desenvolvimento neonatal, juntamente ao ácido araquidônico (VALENZUELA; NIETO, 2003).

Os óleos que possuem componentes precursores primários dos AGPCL, como o ácido α-linolênico (ômega-3) e ácido linoléico (ômega-6), são utilizados em pesquisas sobre a influência das dietas lipídicas no neurodesenvolvimento. Faccinetto-Beltrán et al. (2022) demonstraram o efeito do ômega-3 e ácido docosahexaenóico (DHA), na aprendizagem e memória.

A exposição a estressores em adultos geram respostas fisiológicas com uma extensão de alterações definida. No entanto, a exposição às mesmas condições ambientais em períodos críticos do desenvolvimento, como no desenvolvimento intrauterino, podem causar alterações permanentes (BIRNBAUM; MILLER, 2015).

Segundo Keenan *et al*. (2018), existem fortes evidências dos efeitos negativos da exposição a estressores durante o período pré-natal no desenvolvimento do feto que perduram por toda a infância. Há indícios de que a relação observada entre o estresse pós-natal e o neurodesenvolvimento da prole é devida à exposição a estressores ao longo do período anterior à concepção.

Fatores ambientais como componentes tóxicos do ar (Lamichhane *et al*. 2018), o contato da grávida com metais pesados durante a gestação (Bozack *et al*. 2018), podem provocar mudanças significativas no desenvolvimento do feto. Tais fatores podem levar a consequências fenotípicas que podem desempenhar um papel decisivo na origem de doenças.

O baixo peso ao nascer e o tamanho reduzido em relação à idade gestacional são consequências negativas da programação fetal e representam fatores de risco para o déficit de estatura. Existem evidências de que o consumo da proteína do soro do leite pode reduzir esse problema. Ingerida em quantidades moderadas, essa proteína teria atuação na massa magra fetal, diminuindo as chances de acontecer baixo peso (Clark, 2018).

Os resultados de estudo sobre a deficiência de ômega-3 em camundongos expostos a lipopolissacarídeos durante a gestação, realizado por Labrousse et al. (2018) mostraram que essa condição altera a composição de ácidos graxos no cérebro da descendência fetal e adulta, aumenta a mortalidade materna e leva a déficits de memória espacial na prole adulta. Isso demonstra a influência do consumo de ácidos graxos por gestantes na memória da prole.

O uso de medicamentos (Hernández-Díaz *et al*. 2017), doenças como tuberculose, aids, malária, diarreia e doenças respiratórias (Vohr *et al*., 2017), hipertensão, diabetes (Simic *et al*. 2017) e agentes virais podem prejudicar o desenvolvimento do feto e causar disfunções. Um dos efeitos do diabetes na programação fetal é a alteração significativa dos aminoácidos e seus metabólitos (O'neill *et al*., 2018).

Da mesma forma, o sobrepeso e a obesidade da gestante impactam negativamente no desenvolvimento do feto (BERGLUND *et al*., 2017). No mesmo estudo, os pesquisadores investigaram também a influência da deficiência de ferro por parte da mãe no neurodesenvolvimento do seu filho. Segundo os dados apresentados, as crianças filhas de mães com deficiência de ferro durante a gravidez apresentam performance negativa no teste de Bayley, com a idade de 18 meses.

A dieta adotada pela gestante como fator da programação fetal tem influência decisiva na formação e desenvolvimento do feto. Em análise de dieta rica em carboidrato, proteína e gordura em porcas prenhas, Sinclair *et al*. (2018) encontraram resultados que indicam que ela induz mudanças na quantidade de gordura na mãe, volume fetal, assim como na deposição do tecido adiposo fetal.

Estudando o processo de diferenciação sexual do feto, Becket *et al*. (2014) avaliam que o comprometimento da diferenciação placentária, a restrição do crescimento intrauterino, e o baixo peso do nascido são provavelmente causados por um inadequado suprimento nutricional. Isso é mais um indicativo da interferência da dieta em fatores do desenvolvimento fetal. De acordo com o que concluíram Schroeder et al. (2018), a diferenciação sexual pode influenciar na resposta que a prole desenvolve às diferentes condições alimentares da mãe. Na pesquisa, os autores encontraram que os ratos machos da prole de mães que sofreram situações de estresse alimentar apresentaram resposta diferente daquela mostrada pelas fêmeas.

Ainda tratando da influência da dieta na programação fetal, McKee e Reyes (2018), em revisão da literatura, discutem que em estudos com animais, a suplementação de nutrientes doadores de metil durante a gestação é capaz de atenuar riscos de doenças na prole. Assim como a suplementação de ácido fólico durante a gravidez de mulheres gestantes pode diminuir os riscos de doenças do desenvolvimento cerebral em seus filhos (LINTAS, 2018).

Lan *et al*. (2017) encontraram que fetos expostos ao consumo de álcool no período pré-natal através de suas mães apresentaram níveis mais altos de corticosterona que aqueles do grupo controle. Apresentaram ainda diminuição do peso corporal e aumento do peso placentário em comparação a todos os outros grupos pré-natais.

No que tange ao neurodesenvolvimento, estudos mostram que o processo de formação do cérebro do feto responde às diversas situações a que são expostas as gestantes durante a gravidez. Há desdobramentos no desenvolvimento cognitivo do feto em face da presença de estressores como o consumo de álcool (LAN *et al*., 2017), diferentes formas de disfunção da tireoide (MOOG *et al*., 2017), e a ausência de melatonina pineal materna (MOTTA-TEIXEIRA *et al*., 2018), por exemplo.

## 3.3 MEMÓRIA

Memória é o processo através do qual experiências anteriores causam alteração do comportamento (HELENE; XAVIER, 2003). A maioria das nossas atividades diárias é apoiada no complexo sistema cognitivo formado pela memória (TSUTSUI *et al*., 2017). As suas operações fundamentais são codificação, armazenamento e recuperação (FERREIRA *et al*., 2013). Essa habilidade de recordar eventos ocorridos, inclusive, constitui um dos principais determinantes das estratégias de sobrevivência observadas em todas as espécies (PEREYRA *et al*., 2018).

Existem diversos tipos de memória, tais como memória de trabalho (INJOQUE-RICLE *et al*., 2018), memória implícita (MACHADO *et al*., 2009), memória explícita (BESCHE-RICHARD, 2013), memória social (ZIMPRICH *et al*., 2017), falsa memória (SCHACTER; SLOTNICK, 2004), memória espacial (PATERNO; METHENY;

COHEN, 2017), memória de curto prazo e memória de longo prazo, sendo estas últimas três foco do presente trabalho.

Dentre os estudos sobre os tipos de memória e a organização cerebral, a memória de curto e longo prazo foi alvo de pesquisas, constatando-se que existe separação entre elas. Segundo Atkinson e Shiffrin (1968), a informação é inicialmente processada na memória de trabalho e, posteriormente, é transferida para a memória de curta duração, podendo ser esquecida ou armazenada na memória de longa duração.

No que se refere à memória de trabalho, esta consiste na rápida manipulação de dados requisitados para compreensão da linguagem, aprendizado e raciocínio (FERREIRA *et al*., 2015). Memória de trabalho visual, por outro lado, é a capacidade de conservar informações visuais prontamente disponíveis e atualizadas de forma fácil (BARTON; BREWER, 2013).

A memória de curto prazo é um sistema que armazena informações por um curto intervalo de tempo, enquanto a de longo prazo é responsável por armazenar uma grande quantidade de informações por um período indefinido (BADDELEY; WARRINGTON, 1970). Contudo, existe a possibilidade da transferência da informação da memória de curto prazo para a memória de longo prazo, dependendo da importância da informação, da repetição da informação e da codificação adequada (ATKINSON; SHIFFRIN, 2001).

A memória espacial se refere à memória para localizações espaciais ou ambientais (ROBIN, 2018), é útil para retomar tais informações (STONE *et al*., 2018) e é dependente do hipocampo (PRAVOSUDOV; ROTH, 2013). Nos animais, as informações espaciais permitem que eles reduzam sua incerteza em relação à localização geográfica do objeto.

A memória de um modo geral é afetada por diversos fatores, tais como nutrição (HANSEN; HANSON, SHENG, 2018), idade (YAMAMOTO *et al*., 2018), nível instrucional (FERREIRA; VALENTIN; CIASCA, 2013), uso de substâncias químicas (AN e SUN, 2017), neurotransmissores como a acetilcolina (TUCKER *et al*., 2018) hormônios como a melatonina (HSU *et al*., 2018) e hormônios sexuais (ANTOV; STOCKHORST, 2018).

Assim como a exposição a estímulos sensoriais como a música (DEASON et al., 2019), distúrbios mentais como depressão (CHEN; CHEN; DAI, 2015) e déficit de

atenção/hiperatividade (FERREIRA *et al*., 2015). Até mesmo a intensidade dos exercícios físicos praticados (SANTOS *et al*., 2018), além do estresse (KLEEN *et al*., 2006).

Problemas neurológicos também podem alterar a memória, como concluíram Kanchanatawan *et al*. (2018) em estudo. Os autores chegaram à conclusão de que as deficiências da memória, principalmente na memória episódica, são mais graves em jovens com esquizofrenia do que em idosos com déficits de memória.

O estresse agudo diminui de forma precoce a consolidação e a recuperação ao passo que a aquisição não sofre alteração. Além disso, o efeito do estresse na recuperação da memória não se trata de resultados de um efeito dependente do estado (NELISSEN, PRICKAERTS e BLOKLAND, 2018).

Práticas como a meditação podem alterar a memória, de acordo com o que descobriram Basso *et al*. (2018). Os autores concluíram que uma quantidade mínima de 8 semanas da prática diária de meditação é capaz de proporcionar benefícios na rememoração de informações do ambiente. Segundo os resultados da pesquisa, uma prática diária de curta duração traz benefícios semelhantes a uma prática mais extensa.

Componentes da dieta também podem alterar significativamente a memória, de acordo com o que concluíram Baldissera *et al*. (2018). Em pesquisa sobre os efeitos do consumo da oleaginosa castanha de caju por ratas durante a gestação e lactação, Melo (2010) observaram que houve formação apropriada do tecido cerebral, inclusive com maturação acelerada do sistema nervoso, sendo a dieta capaz ainda de prevenir deficiências na memória.

Um melhoramento na memória foi observado após a administração de insulina e glucose combinadas para ratos com demência induzida por cloreto de alumínio (NAMPOOTHIRI *et al*., 2017). Esse dado mostra que a memória é diretamente afetada pela dieta do indivíduo.

# 4. MATERIAL E MÉTODOS

## 4.1 PEQUI

O óleo de pequi utilizado foi extraído da polpa e proveniente do comércio do estado do Ceará. A extração do óleo foi realizada de forma artesanal pelo método de extração a frio, por produtores da região, sendo armazenado em frasco plástico envolvido em papel alumínio, mantido sob refrigeração a uma temperatura de 4 ± 1ºC no laboratório de Tecnologia de Alimentos – LTA da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* Cuité – PB (UFCG).

## 4.2 LOCAL DE EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO

A pesquisa teve como local para execução dos testes experimentais com os animais, o Laboratório de Nutrição Experimental (LANEX), e o Laboratório de Tecnologia de Alimentos – LTA, onde foi armazenado o óleo utilizado na pesquisa, ambos localizados no Centro de Educação e Saúde (CES) *campus* Cuité da Universidade Federal de Campina Grande.

## 4.3 ASPECTOS BIOÉTICOS

Todo o protocolo experimental da pesquisa seguiu as recomendações éticas do National Institute of Health Bethesda (Bethesda, USA), respeitando os princípios bioéticos aos cuidados com animais, sendo levado em consideração o bem-estar dos animais no laboratório, a fim de minimizar ao máximo a dor e sofrimento dos animais durante o estudo. O presente protocolo de estudo foi submetido ao Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) do Centro de Saúde e Tecnologia Rural – CSTR / UFCG, com número de protocolo CEUA/CSTR 04/2020 (ANEXO).

## 4.4 ANIMAIS E DIETA

Para obtenção da prole, foram utilizadas 6 ratas primíparas da linhagem Wistar, provenientes do Laboratório de Nutrição Experimental (LANEX) do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande.

Logo após confirmação da prenhez, através de esfregaço vaginal, as ratas foram alocadas em gaiolas-maternidades individuais, em condições análogas às descritas por Pereira (2017). Tais condições incluem temperatura de 21 ± 1ºC, com ciclo claro-escuro (12 h), umidade de ± 65%, recebendo ração e água *ad libitum*. Alimentadas com ração comercial, as ratas receberam a suplementação do óleo do pequi a partir da confirmação da gestação e durante toda a lactação, sendo administrada até o 21° dia de lactação.

Para a pesquisa, foram selecionados apenas os filhotes machos da prole, divididos em 2 grupos, ( $n$ = 10), sendo esses: o Grupo Controle (GC), que recebeu água destilada e o Grupo Óleo de Pequi (GOP), que recebeu suplementação do óleo de pequi, sendo ambos administrados através de gavagem na forma de 1ml/100g de peso corporal.

## 4.5 TESTES COMPORTAMENTAIS

Os testes foram iniciados aos 35 dias pós-natal da prole, sendo realizados os testes de Reconhecimento de Objetos para verificar a memória de curto e longo prazo e o Labirinto Aquático de Morris para avaliação da memória espacial.

### 4.5.1 **Teste de reconhecimento de objetos**

O teste de reconhecimento de objetos foi realizado usando-se uma caixa preta de madeira (60x60x60 cm), com marcações feitas em fita adesiva branca com o objetivo de dividir o perímetro em quadrados de tamanho uniforme de 20 x 20 cm, para facilitar a visualização da ambulação do animal. Os objetos utilizados nos testes possuíam formatos (triângulo ou quadrado) e texturas (liso ou rugoso) diferentes.

Esse teste consistiu em quatro etapas de 10 minutos distribuídas por um período de três dias (Figura 2). Cada animal foi colocado no campo aberto para explorar livremente o local, sem a presença de objeto (habituação, dia 1). Durante a segunda

etapa (treino simples, dia 2), realizada 24 h após a etapa de habituação, cada animal foi colocado no campo aberto contendo dois objetos com texturas iguais, mas diferentes formatos.

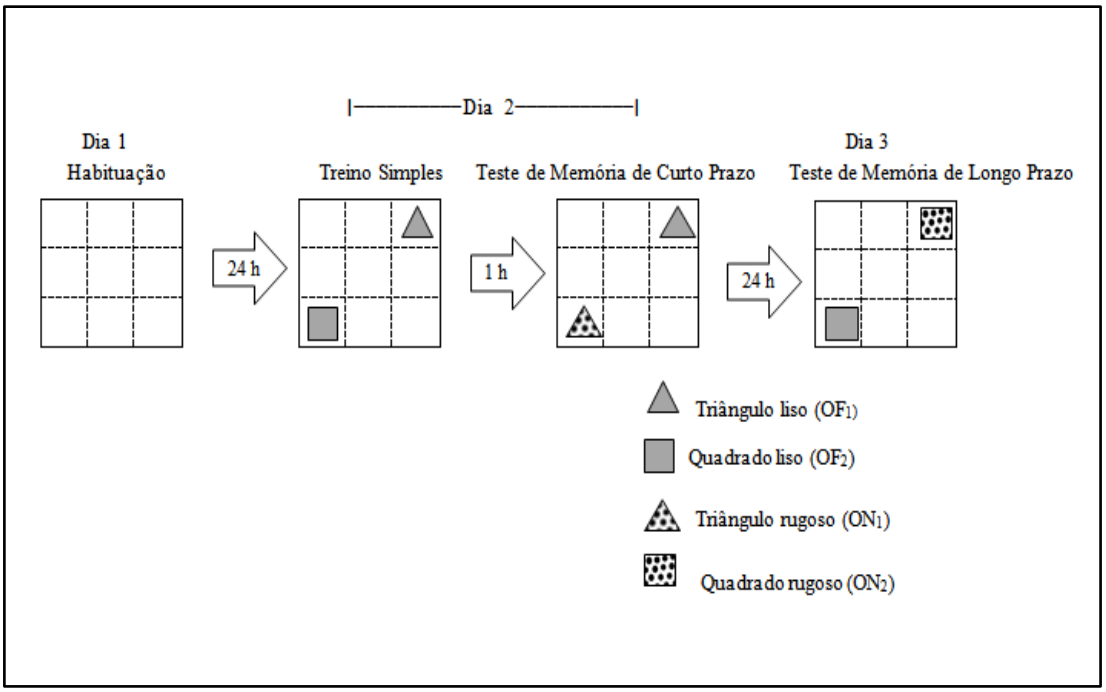
Na terceira etapa (teste de curto prazo, dia 2), cada animal foi colocado na arena para o teste de memória a curto prazo, realizado 1 h após o treino simples, para explorar dois objetos: um dos objetos usados no treino simples (objeto familiar, $OF_1$, triângulo liso) em sua localização original e um objeto novo ($ON_1$, triângulo rugoso), de forma idêntica, mas com textura diferente de $OF_1$ (objeto familiar 1) e localizado onde $OF_2$ (objeto familiar 2, quadrado liso) foi colocado durante o treino simples.

Na quarta etapa (teste de longo prazo, dia 3), realizada 24h após o treino simples, cada animal foi colocado novamente na arena para explorar livremente mais dois objetos: $OF_2$ em seu local original e um novo objeto ($ON_2$, quadrado rugoso), de forma igual à do $OF_2$, mas com diferente textura e localizado onde $ON_1$ foi colocado durante o treino simples.

Para avaliação da memória a curto prazo, foi observado o tempo gasto pelo animal para explorar o objeto novo de textura diferente ($ON_1$) e para avaliação da memória a longo prazo foi observado o tempo gasto pelo animal para explorar o objeto novo de textura diferente ($ON_2$), 24 h após a primeira exposição, no dia 2.

Durante os testes, foi realizada a limpeza do material, para o início do ensaio o aparelho foi limpo com álcool a 70º e papel absorvente, também ao fim do ensaio, e a cada troca de animal com álcool a 10º e papel absorvente.

**Figura 2**: Desenho experimental do teste de reconhecimento de objetos.




**Fonte**: adaptado de Nava-Mesa; Lamprea e Múnera (2013).

### 4.5.2 **Teste do labirinto aquático de Morris**

A memória espacial foi avaliada por meio do teste do Labirinto Aquático de Morris, o qual é descrito por Muller (2010). Neste teste, os ratos são colocados em uma piscina preta de material plástico com diâmetro de 1,60 m e 82 cm de altura, preenchida com água na temperatura de 21°C ± 1°C. Durante o teste, os animais precisam encontrar uma plataforma com dimensões de aproximadamente 10 cm x 13 cm, a qual está localizada submersa a 1 cm de profundidade abaixo da superfície da água e em uma localização fixa.

O protocolo desse teste consistiu em quatro dias de treinamento, com quatro ensaios consecutivos por dia e cada ensaio com duração de 60 segundos. Foi dado intervalo de 20 segundos entre os ensaios e, durante esse tempo, o animal foi colocado em uma caixa individual até o tempo do próximo ensaio. Os animais foram colocados

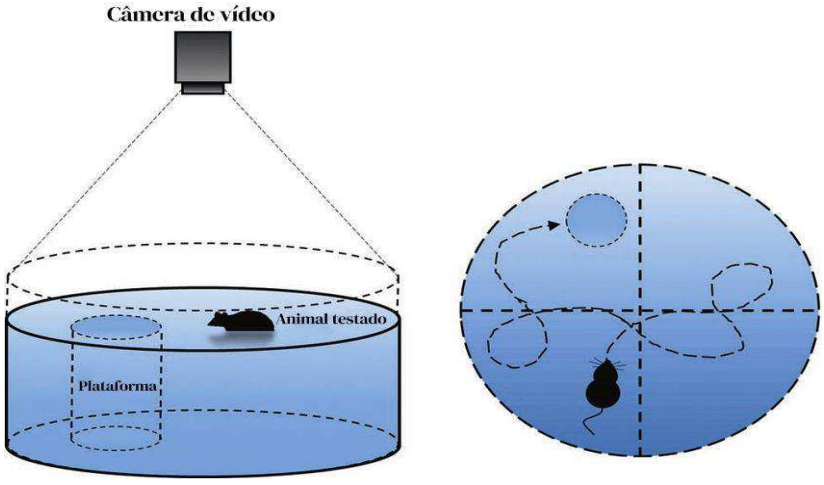
no tanque de frente para a parede, podendo nadar livremente até a plataforma submersa colocada no centro do quadrante.

Quando o animal não encontrava a plataforma durante um período de 60 segundos, ele era suavemente guiado até a mesma e lá permanecia por 10 segundos. Caso o animal não achasse a plataforma no tempo de um minuto, era retirado manualmente e colocado sobre a plataforma para que pudesse descansar.

O labirinto ficava localizado em um local bem iluminado e os animais ficavam expostos a estímulos visuais presos às paredes dos locais em que os animais estavam isolados, com o propósito de possibilitar pistas visuais para conferir a memória espacial. Para mapear a movimentação do animal, foi utilizado o programa Water Maze (versão 7.4, 2018), o qual acompanhava o nado do animal pelos quadrantes em que se dividia a piscina com linhas virtuais e emitia um sinal sonoro quando o animal encontrava a plataforma.

Os parâmetros de avaliação do teste consistem em: número de entradas no quadrante da plataforma, tempo gasto no quadrante da plataforma e tempo gasto para achar a plataforma. Todos os testes realizados foram filmados com auxílio de uma câmera de vídeo presa em um suporte localizado logo acima dos aparelhos de teste, para posterior análise dos vídeos.

**Figura 3** – Desenho experimental do Labirinto aquático de Morris usado no experimento visto externamente (A) e pelo programa Water Maze (B).




**Fonte**: adaptado de KUTIKHIN et al. (2017).

## 4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

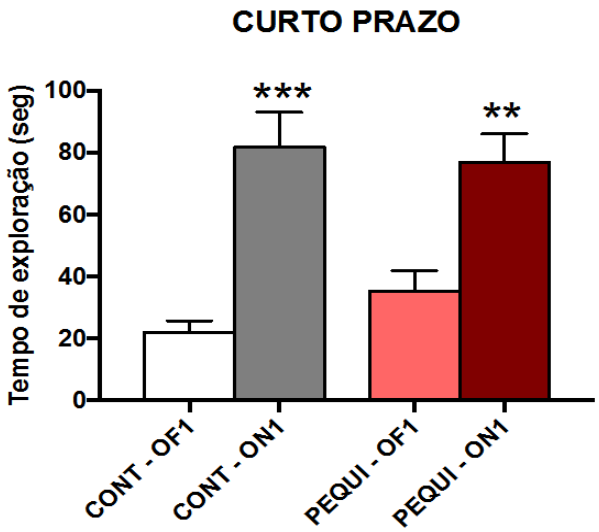
Os dados dos resultados foram expressos na forma de média ± erro padrão da média (EPM) para os testes comportamentais. Valores de $p \leq 0,05$ foram considerados estatisticamente significativos e de $p \leq 0,001$ como altamente significativo.

# 5 RESULTADOS

## 5.1 TESTE DE MEMÓRIA DE CURTO PRAZO

Durante o teste de memória a curto prazo, o tempo de exploração dos objetos novos, seguido do tempo de exploração do objeto familiar foi de: grupo CONT (ON: 81,67 ± 11,45; OF: 22 ± 3,72), e grupo PEQUI (ON: 76,9 ± 9,24; OF: 35,1 ± 6,79). Foi possível observar que houve uma facilitação da memória a curto prazo nos dois grupos, sendo observado que o grupo controle apresentou um tempo de exploração maior em relação ao grupo pequi.

**Gráfico 1:** Teste de reconhecimento dos objetos na memória a curto prazo. Os valores estão expressos em média ± E.P.M.




## 5.2 TESTE DE MEMÓRIA DE LONGO PRAZO

Em relação à memória de longo prazo, como demonstrado no gráfico 2, os animais da prole de ratas que tiveram a alimentação suplementada pelo óleo de pequi não apresentaram diferença estatística. Já nos animais do grupo controle, houve diferença estatística indicando a facilitação da memória a longo prazo. Os tempos de exploração dos objetos novos, seguido do tempo de exploração do objeto familiar foram de: grupo CONT (ON: 90,13 ± 8,18; OF: 56,56 ± 6,07), e grupo PEQUI (ON: 65 ± 8,04; OF: 60,9 ± 4,72).

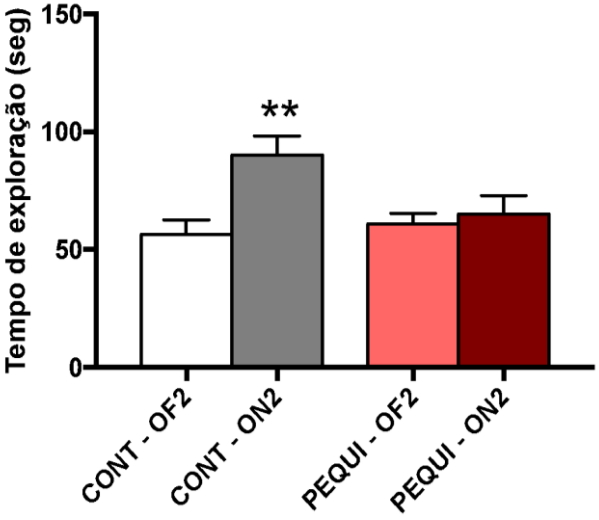



**Gráfico 2:** Teste de reconhecimento dos objetos em longo prazo. Os valores estão expressos em média ± E.P.M.

## 5.3 TESTE LABIRINTO AQUÁTICO DE MORRIS

Os resultados do labirinto de Morris mostraram-se animadores em relação ao tempo gasto para que o Grupo Pequi encontrasse a plataforma. Os animais desse grupo gastaram menos tempo do que os do Grupo Controle para chegar à plataforma, sendo o tempo gasto para achar a plataforma de: grupo CONTROLE (6,25 ± 0,53), e grupo PEQUI (3,37±0,46).

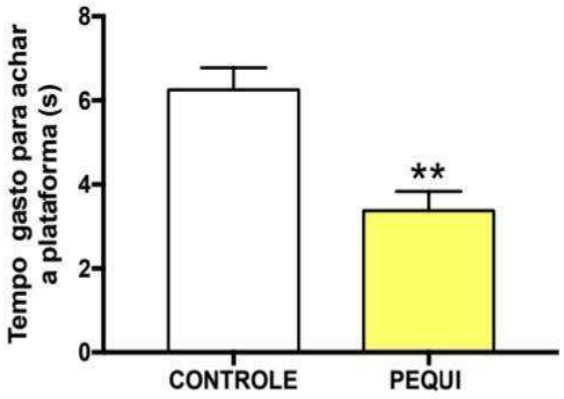
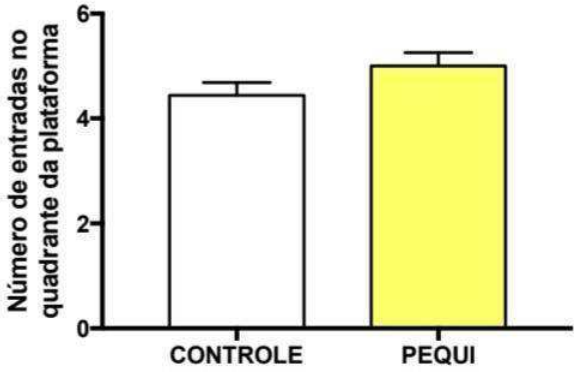



**Gráfico 3**: Tempo gasto para achar a plataforma no teste labirinto aquático de Morris. Média ± erro padrão da média.

No entanto, nos parâmetros "número de entradas no quadrante da plataforma" e "tempo gasto no quadrante da plataforma" não houve diferença estatística entre os grupos. Os resultados expressos em média ± erro padrão da média, para o número de entradas no quadrante da plataforma foram de: grupo CONTROLE (4,44±0,24), e grupo PEQUI (5±0,26). Assim como, para tempo gasto no quadrante da plataforma temos:




grupo CONTROLE (16±1,06), e grupo PEQUI (15±1,11).

**Gráfico 4**: Número de entradas no quadrante da plataforma, teste labirinto aquático de Morris. Média ± erro padrão da média.

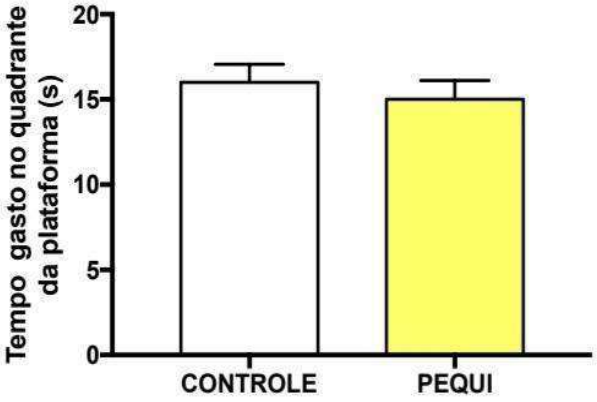



**Gráfico 5**: Tempo gasto no quadrante da plataforma. Teste labirinto aquático de Morris. Média ± erro padrão da média.

# 6 DISCUSSÃO

Os efeitos da suplementação materna do óleo de pequi na memória da prole foram avaliados por meio do teste de reconhecimento de objetos e do labirinto aquático de Morris, utilizados levando-se em consideração o instinto exploratório natural dos roedores (ENNACEUR, 1988). Os resultados obtidos demonstram uma facilitação da memória dos animais durante as tarefas de memória a curto prazo e da memória espacial.

Resultado semelhante foi obtido por Souza (2022). Neste estudo, foi avaliado o consumo materno do óleo de cártamo, cuja composição assemelha-se ao óleo de pequi, com achados positivos quanto aos resultados do teste de reconhecimento de objetos novos, tanto de curto quanto a longo prazo. Faccinetto-Beltrán *et al*. (2022) suplementaram ratas wistar durante a gestação e lactação com chocolate em combinação com ômega-3 (PUFAs) de óleo de peixe e probióticos e demonstraram que tal combinação melhorou a memória e promoveu um aumento do número de neurônios em regiões do hipocampo.

Apesar do resultado significativo na memória de curto prazo, na memória de longo prazo não foi observada diferença estatística, sugerindo assim, que o óleo de pequi pode se mostrar com potencial de forma aguda, sendo capaz de promover mudanças na memória de curto prazo mas não se estendendo ao sistema de memória a longo prazo.

A ausência de alteração nos parâmetros comportamentais de memória a longo prazo pode ser justificada pela dissociação dos sistemas de memória. Pesquisa de Izquierdo *et al*. (1998), mostra indícios que respaldam a visão de que a memória de curto e longo prazo são processos distintos, podendo ser modulados seletivamente através de diferentes tratamentos, com efeitos apenas na memória de curto prazo, outros afetando apenas a memória de longo prazo e outros ainda afetando as duas de forma simultânea.

Os resultados obtidos também podem ser justificados pelo curto período de indução do tratamento com a dieta experimental. Izquierdo *et al*. (1998) também documentaram sobre respostas moleculares da memória, em que descreveu ondas de suscetibilidade de melhoria ou prejuízo a tais sistemas de acordo com o tempo entre o

tratamento e o treinamento. Fator esse que pode implicar como determinante para mudanças dentro dos sistemas de memória.

Os resultados mais relevantes foram encontrados no teste de memória espacial. Nele, o tempo que os animais do grupo pequi levaram para encontrar a plataforma foi significativamente menor do que o do grupo controle, sendo esse o parâmetro que melhor evidencia a facilitação da memória dos animais (VORHEES; WILLIAMS, 2006). Corroborando nossos resultados, em investigação feita por Wang *et al*. (2018), na qual também foram avaliados o desempenho cognitivo e a memória espacial através do labirinto aquático de Morris, foi observado uma melhora significativa na aprendizagem e memória dos animais após a suplementação de óleo de noz.

Os resultados da presente pesquisa com o óleo de pequi podem ser justificados pela composição nutricional da dieta suplementada, rica em ácidos graxos poli-insaturados, sendo esses compostos ativos envolvidos na formação e melhora das funções cognitivas de aprendizagem e memória (FACCINETTO-BELTRÁN *et al*. 2022).

Seguindo a linha de pesquisa da suplementação de óleos com potencial de melhora da memória, Li *et al*. (2021) investigaram os efeitos do óleo da semente de *Acer truncatum* nos déficits cognitivos de camundongos. Foi visto que o tratamento induziu significativamente os camundongos a gastar menos tempo para encontrar a plataforma no 4° e 5° dia de treino no teste labirinto aquático de Morris.

Reforçando a ideia de que fatores dietéticos estão envolvidos nos mecanismos que suportam a plasticidade sináptica e o processamento cognitivo (MOLTENI *et al*., 2002), estudo feito por Sinha *et al*. (2020) mostrou os efeitos da suplementação de *spirulina* na aprendizagem e memória dos animais utilizando o labirinto de Barnes. A spirulina foi administrada durante o período gestacional e de lactação de ratas, demonstrando-se capaz de conferir uma melhor cognição espacial na prole das ratas tratadas, com elevada eficiência e redução do tempo que os animais gastaram para completar a tarefa de encontrar o alvo durante o teste em relação aos animais do grupo controle.

Considerando a relevância que tem a dietoterapia, os efeitos da suplementação de compostos ricos em ácidos graxos envolvidos no neurodesenvolvimento estão cada vez mais difundidos. Neste estudo, os resultados demonstraram melhoras na memória

dos animais, chamando a atenção para os benefícios que a utilização do óleo de pequi pode trazer para o cérebro em desenvolvimento. Tratando-se de um estudo pioneiro, a presente pesquisa poderá servir de embasamento para estudos futuros.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, compreende-se que a suplementação do óleo da polpa do pequi foi capaz de promover a facilitação da memória de curto prazo e melhora da memória espacial na prole de ratas tratadas durante a gestação e lactação. Apesar de não causar uma resposta significativa na memória de longo prazo, a dieta experimental fornecida durante esses períodos, com sua composição nutricional rica em ácidos graxos mono e poli-insaturados, pôde contribuir positivamente ao desenvolvimento do sistema nervoso central da prole. Destaca-se também a importância da presente pesquisa como pioneira dentro dos estudos da neurociência. Contudo, mais estudos devem ser realizados a fim de conhecer seus efeitos quando consumido a longo prazo.

**REFERÊNCIAS**

ALMEIDA, S.P. de; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F. Cerrado: espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, p. 106-112, 1998.

AN, Lei; SUN, Wei. Acute melamine affects spatial memory consolidation via inhibiting hippocampal NMDAR-dependent LTD in rats. **Toxicological Sciences**, v. 163, n. 2, p. 385-396, 2017.

ATKINSON, R. C.; SHIFFRIN, R. M. Human memory: a proposed system and its control processes. In: SPENCE, K. W.; SPENCE, J. T. (Ed.) **Psychology of learning and motivation**. New York: Academic, 1968. p. 89-195.

BADDELEY, A.D.; WARRINGTON, E.K. Amnesia and the distinction between long- and short-term memory. **Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior**, v.9, n.2, p. 176-89, 1970.

BALDISSERA, Matheus D. et al. Blood-brain barrier breakdown, memory impairment and neurotoxicity caused in mice submitted to orally treatment with thymol. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 62, p. 114-119, 2018.

BARTON, B.; BREWER, A. A. Visual working memory in human cortex. **Revista Psychology,** v.4, n.8, p. 655-662, ago. 2013.

BASSO, Julia C. et al. Brief, daily meditation enhances attention, memory, mood, and emotional regulation in non-experienced meditators. **Behavioural brain research**, v. 356, p. 208-220, 2019.

BECKETT, E. M. et al. Developmental programming: impact of testosterone on placental differentiation. **Society for Reproduction and Fertility**, 2014.

BERGLUND, Staffan K. et al. The impacts of maternal iron deficiency and being overweight during pregnancy on neurodevelopment of the offspring. **British Journal of Nutrition**, v. 118, n. 7, p. 533-540, 2017.

BESCHE-RICHARD, C. Explicit and Implicit memory in depressive patients. Review of the Literature. **Journal of Psychology**, v. 4, n.11, p. 4-10, nov. 2013.

BEZERRA, N. K. M. S.; BARROS, T. L.; COELHO, N. P. M. F. A ação do óleo de pequi (*Caryocar brasiliense*) no processo cicatricial de lesões cutâneas em ratos. **Revista Brasileira Pl. Med.**, v. 17, n. 4, p. 875-880, fev. 2015.

BIRNBAUM, L. S.; MILLER, M. F. Prenatal programming and toxicity (PPTOX) introduction. **Revista Endocrinology**, v. 156, n. 10, p. 3405–3407, out. 2015.

BOZACK, Anne K. et al. DNA methylation in cord blood as mediator of the association between prenatal arsenic exposure and gestational age. **Epigenetics**, v. 13, n. 9, p. 923-940, 2018.

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.

CARDOSO, C. R. B. et al. Influence of topical administration of n-3 and n-6 essential and n-9 nonessential fatty acids on the healing of cutaneous wounds. **Wound Repair and Regeneration**, v. 12, n. 2, p. 235-243, mar./abr. 2004.

CICERO, Nicola et al. Chemical characterization of a variety of cold-pressed gourmet oils available on the Brazilian market. **Food Research International**, 2018. Epub 2018 May 3. PMID: 29803478.

CHEN, Chaoqun et al. Working memory and functional neuroimaging in patients with depression. **Psychology**, v. 6, n. 12, p. 1438, 2015.

CLARK, Robert E. Current topics regarding the function of the medial temporal lobe memory system. **Behavioral Neuroscience of Learning and Memory**, p. 13-42, 2018.

CHMURZYNSKA, A. Fetal programming: link between early nutrition, DNA methylation, and complex diseases. **Revista Nutrition Reviews**, v. 68, n. 2, p. 87–98, 2010.

COLLEVATTI, R. G. et al. Recovering the demographical history of a brazilian Cerrado tree species *Caryocar brasiliense*: Coupling ecological niche modeling and coalescent analyses. **Revista Natureza & Conservação,** v. 10, n. 2, p. 169-176, dez. 2012.

DEASON, Rebecca G. et al. Explicit and implicit memory for music in healthy older adults and patients with mild Alzheimer's disease. **Journal of clinical and experimental neuropsychology**, v. 41, n. 2, p. 158-169, 2019.

DYALL, S. C.; MICHAEL-TITUS, A. T. Neurological benefits of omega-3 fatty acids. **Neuromolecular medicine**, v. 10, p. 219-235, 2008.

ENNACEUR, A., MELIANI, K. A new one-trial test for neurobiological studies ofmemory in rats. 1: behavioral data. **Behavioural Brain Research**, 31, 47–59, 1988.

FACCINETTO-BELTRÁN, Paulinna et al. Fish oil and probiotics supplementation through milk chocolate improves spatial learning and memory in male Wistar rats. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, 2022.

FARIA, W. C. S.; DAMASCENO, G. A. B.; FERRARI, M. Moisturizing effect of a cosmetic formulation containing pequi oil (*Caryocar brasiliense*) from the Brazilian cerrado biome. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, vol. 50, n. 1, jan./mar., 2014.

FAVARE, Henrique Guimarães. Árvores de Pequi (caryocar brasiliense camb.) Em Sistema Silvipastoril no Pantanal mato-grossense, BRASIL. 2015.

FIGUEIREDO, L. H. M.; SCARIOT, A.; VASCONCELLOS, A. G. Monitoramento tecnológico de uma importante espécie do Cerrado: Caryocar brasiliense. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 34, n. 1, p. 11-35, 2017.

FERREIRA, T. L. et al. Evaluation of working memory in children with attention deficit/hyperactivity disorder. **Revista Psychology**, v. 6, p. 1581-1588, 2013.

FERREIRA, T. L.; VALENTIN, C. M. T.; CIASCA, S. M. Working memory and reading revelopment. **Revista Psychology**, v.4, n.10, p. 7-12, out. 2013.

FERREIRA, T. L.; BRITES, C.; AZONI, C. A. S.; CIASCA, S. M. Evaluation of Working Memory in Children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder. **Psychology**,v. 6, n. 13, p. 1581, 2015.

FONSECA, G. L.; SANTOS, M. T. P.; ALMEIDA, M. I. S. Aspectos econômicos da cadeia produtiva do pequi nos municípios da microrregião de Montes Claros. **Revista Desenvolvimento Social**, *[S. l.]*, v. 21, n. 1, p. 127–141, 2017.

GUEDES, A. M. M. et al. Length-scale specific crystalline structural changes induced by molecular randomization of pequi oil. **Journal of Oleo Science**, v. 66, n. 5, p. 469-478, jan. 2017.

GUEDES, A. M. M.; ANTONIASSI, R.; DE FARIA-MACHADO, A. F. Pequi: A Brazilian fruit with potential uses for the fat industry. OCL - Oilseeds and fats, Crops and Lipids, v. 24, n. 5, p. D507, 1 set. 2017.

HANSEN, D.V.; HANSON, J.E.; SHENG, M. Microglia in Alzheimer's disease. J Cell Biol. doi: 10.1083/jcb.201709069. Epub 2017 Dec 1. PMID: 29196460; 2018 Feb 5;217(2):459-472.

HELENE, A. F.; XAVIER, G. F. A construção da atenção a partir da memória. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 25, p. 12-20, 2003.

HERNÁNDEZ-DÍAZ, S. M. D. et al. Fetal growth and premature delivery in pregnant women on anti-epileptic drugs. **Revista Annals of Neurology**, 2017.

HUGHES, A. E. Fetal genotype and maternal glucose have independent and additive effects on birth Weight. **Revista diabetes**, fev. 2018.

HSU, I.U.; LINSLEY, J.W.; VARINEAU, J.E.; SHAFER, O.T.; KUWADA, J.Y. Dstac is required for normal circadian activity rhythms in Drosophila. (2018).

INJOQUE-RICLE, I. et al. Working memory, proces sing speed and general intelligence: possible models of relations with visuospatial working memory using the visuospatial computerized working memory battery (BIMeT-VE). **Revista Trends in Psychology ,** v. 26, n. 1, p. 413-427, mar. 2018.

IZQUIERDO, Iván et al. Short-and long-term memory are differentially regulated by monoaminergic systems in the rat brain. **Neurobiology of learning and memory**, v. 69, n. 3, p. 219-224, 1998.

KLEIN, J. L; MACHADO, D. S; ADAMS, S. M; ALVES FILHO, D. C; & BRONDANI, I. L. Efeitos da nutrição materna na gestação sobre a qualidade da progênie – uma revisão. **Research, Society and Development**, 2021.

KLEEN, J.K.; SITOMER, M.T.; KILLEEN, P. R.; CONRAD, C. D. Chronic stress impairs spatial memory and motivation for reward without disrupting motor ability and motivation to explore. 120: 842-851. September 2006, **Behavioral Neuroscience**, 120(4):842-51.

KEENAN, Kate et al. Extending the developmental origins of disease model: Impact of preconception stress exposure on offspring neurodevelopment. **Developmental psychobiology**, v. 60, n. 7, p. 753-764, 2018.

KUTIKHIN, A.G.; YUZHALIN, A.; PONASENKO, A. HOW TO ANALYZE AND PRESENT GENETIC EPIDEMIOLOGY DATA IN CANDIDATE STUDIES. Fundamental and Clinical Medicine. 2. 77-82. 10.23946/2500-0764-2017-2-2-77-82. (2017).

LABROUSSE, V. F. et al. Dietary omega-3 deficiency exacerbates inflammation and reveals spatial memory deficits in mice exposed to lipopolysaccharide during gestation. **Revista Brain, Behavior, and Immunity**, 2018.

LAMICHHANE, D. K. et al. Air pollution exposure during pregnancy and ultrasound and birth measures of fetal growth: a prospective cohort study in Korea. **Revista Science of the Total Environment**, v. 619–620, p. 834–841, 2018.

LAN, L.; HARRISON, C.L.; MISSO, M.; HILL, B.; TEEDE, H.J.; MOL, B.W.; MORAN, L.J. Systematic review and meta-analysis of the impact of preconception lifestyle interventions on fertility, obstetric, fetal, anthropometric and metabolic outcomes in men and women. Hum Reprod. 2017 Sep 1;32(9):1925-1940.

LI, X; LI, T; HONG, X.Y; LIU, J.J; YANG, X.F; LIU, G.P. Acer Truncatum Seed Oil Alleviates Learning and Memory Impairments of Aging Mice. Front Cell Dev Biol. 2021.

MACHADO, S. et al. Alzheimer's disease and implicit memory. **Revista Arquivos de Neuropsiquiatria**, v. 67, n. 2, fev. 2009.

MCKEE, S. E.; REYES, T. M. Effect of supplementation with methyl-donor nutrients on neurodevelopment and cognition: considerations for future research. **Nutrition reviews**, v. 76, n. 7, p. 497-511, 2018.

MELO, M. F. F. T. et al. Maternal intake of cashew nuts accelerates reflex maturation and facilitates memory in the offspring. **International Journal of Developmental Neuroscience**, v. 61, p. 58–67, jun. 2017.

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.

MELO, Mônica Cecília Pimentel. Aleitamento materno e suas particularidades: uma abordagem teórico-prática sobre o tema. Enciclopédia biosfera, Goiânia, v. 6, n. 11, 2010.

MIRANDA- VILELA, A.L, et al. Characterization of the major nutritional components of Caryocar brasiliense fruit pulp by NMR spectroscopy. Quim Nova. v. 32, p. 2310–2313, 2009.

MIRANDA- VILELA, A.L. et al. Oil rich in carotenoids instead of vitamins C and E as a better option to reduce doxorubicin-induced damage to normal cells of Ehrlich tumor-bearing mice: hematological, toxicological and histopathological evaluations. Journal of Nutritional Biochemistry. v. 25, n. 11, p. 1161-1176, 2014.

MOLTENI, R.; BARNARD, R. J.; YINGY, Z.; ROBERTS, C. K.; GOMEZ-PINILLA, F. A highfat, refined sugar diet reduces hippocampal brain-derive neurothrophic factor, neuronal plasticity, and learning , versión electrónica. Neurscience,, 2002.

MOOG, N. K. et al. Influence of maternal thyroid hormones during gestation on fetal brain development. Neuroscience. February 07; 342: 68–100. 2017.

MOTTA-TEIXEIRA, L. C. et al. The absence of maternal pineal melatonin rhythm during pregnancy and lactation impairs offspring physical growth, neurodevelopment, and behavior. Horm Behav. 2018 Sep;105:146-156.

NAMPOOTHIRI, M. et al. Insulin combined with glucose improves spatial learning and memory in aluminum chloride–induced dementia in rats. **Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology**, v. 36, n. 2, p. 159–169, 2017.

NAVA-MESA, M. O., LAMPREA, M. R., MÚNERA, A. Divergent short-and longterm 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.

NELISSEN, E.; PRICKAERTS, J.; BLOKLAND, A. Acute stress negatively affects object recognition early memory consolidation and memory retrieval unrelated to state-dependency. **Behavioural brain research**, v. 345, p. 9-12, 2018.

NOWACKA-WOSZUK, J. et al. Transgenerational effects of prenatal restricted diet on gene expression and histone modifications in the rat. **Revista Plos One**, v. 13, n. 2, p. 1-14, fev. 2018.

OLIVEIRA, M. C. et al. Pequi peel flour in diets for japanese quail. **Revista Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 1, p. 101-106, jan./mar. 2016.

OLIVEIRA, M.L.M; NUNES-PINHEIRO, D.C.S; TOMÉ, A.R. *et al*. In vivo topical anti-inflammatory and wound healing activities of the fixed oil of Caryocar coriaceum Wittm. seeds. **J. Ethnopharmacol**., v.129, p.214-219, 2010.

PALMEIRA, S. M. et al. Chemopreventive effects of pequi oil (Caryocar brasiliense Camb.) on preneoplastic lesions in a mouse model of hepatocarcinogenesis. **European Journal of Cancer Prevention**, v. 0, n. 0, jul. de 2015.

PATERNO, R.; METHENY, H.; COHEN, A. S. Memory deficit in an object location task after mild TBI is associated with impaired early object exploration and both are

restored by branched chain amino acid dietary therapy. **Journal of Neurotrauma**, 2017.

PEREIRA, D. E. **Efeitos do consumo materno do baru (*dipteryx alata)* sobre o desenvolvimento comportamental em ratos**. 2017. 33 f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos)–Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

PEREYRA, Magdalena et al. mTORC1 controls long-term memory retrieval. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 8759, 2018.

PARIZZI, M.S; FONSECA, J. G. M. Nutrição na gravidez e na lactação. **Rev Med Minas Gerais**, 2010; 20(3):341-353.

PINHEIRO, M. S; STABELINI, T. G; PALMA, G. H. D. Efeitos do ômega 3 na prevenção e tratamento da doença de Alzheimer / Effects of omega 3 in prevention and treatment of Alzheimer's disease. **Rev. Bras. Neurol. (Online)**, 2022.

PRAVOSUDOV, V. V.; ROTH, T. C. Cognitive Ecology of Food Hoarding: The Evolution of Spatial Memory and the Hippocampus. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. Vol. 44:173-193, 2013.

ROBIN, Jessica. Spatial scaffold effects in event memory and imagination. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science**, v. 9, n. 4, p. e1462, 2018.

ROESLER, R. et al. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Revista Ciência e Tecnologia Alimentar**, v. 27, n. 1, p. 53-60, jan./mar. 2007.

SÁ, C. S.; MEDALHA, C. C. Aprendizagem e Memória: Contexto Motor. ***Revista Neurociências***, *9*(3), 103–110, 2001.

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.

SARAIVA, R. A. et al. Topical anti-inflammatory effect of Caryocar coriaceum Wittm. (Caryocaraceae) fruit pulp fixed oil on mice ear edema induced by different irritant agents. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 136, p. 504–510, 2011.

SCHACTER, D. L.; SLOTNICK, S. D. The cognitive neuroscience of memory distortion. **Revista Neuron**, v. 44, p. 149–160, set. 2004.

SCHROEDER, Mariana et al. Sex dependent impact of gestational stress on predisposition to eating disorders and metabolic disease. **Molecular Metabolism**, v. 17, p. 1-16, 2018.

SENA JR, D. M. et al. Physicochemical and spectroscopical investigation of pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) pulp oil. **Revista grasas y aceites**, v. 61, n. 2, p. 191-196, abr./jun. 2010.

SILVA, L. S. V. et al. Micronutrientes na gestação e lactação. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**. v. 7, n. 3, p.237 - 244, set. 2007.

SIMIC, M. et al. Slow fetal growth between first and early second trimester ultrasound scans and risk of small for gestational age (SGA) birth. **Revista Plos One**, v. 12, n. 9, out. 2017.

SINHA, S.; PATRO, N.; PATRO, I. K. Amelioration of neurobehavioral and cognitive abilities of F1 progeny following dietary supplementation with Spirulina to protein malnourished mothers. **Brain, behavior, and immunity**, v. 85, p. 69-87, 2020.

SINCLAIR, K. J. et al. Quantification of fetal organ volume and fat deposition following *in utero* exposure to maternal western diet using MRI. **Revista Plos One**, v. 13, n. 2, fev. 2018.

SOUZA, M. A; et al. Maternal safflower oil consumption improve reflex maturation, memory and reduces hippocampal oxidative stress in the offspring rats treated during pregnancy and lactation. J Affect Disord. 2022.

STONE, Thomas et al. Rotation invariant visual processing for spatial memory in insects. **Interface focus**, v. 8, n. 4, p. 20180010, 2018.

TSEGAYE, D.; TAMIRU, D; BELACHEW, T. Food-related taboos and misconceptions during pregnancy among rural communities of Illu Aba Bor zone, Southwest Ethiopia. A community based qualitative cross-sectional study. **BMC Pregnancy Childbirth.** 2021.

TSUTSUI, M. et al. Utility of tracing as a memory storage method. **World Journal of Neuroscience**, v. 7, p. 216-222, mai. 2017.

VALENZUELA, Alfonso; NIETO, Susana. Ácidos grasos omega-6 y omega-3 en la nutrición perinatal: su importancia en el desarrollo del sistema nervioso y visual. **Revista chilena de pediatría**, v. 74, n. 2, p. 149-157, 2003.

VASCONCELOS, I. N; BRITO, I. M. V. P; ARRUDA, S. P. M; AZEVEDO, D. V. Eastfeeding and infant feeding guidelines: dietary patterns and potential effects on the

health and nutrition of children under two years. **Instituto de Medicina Integral Prof. Fernando Figueira**, 2021.

VOHR, B. R. et al. Neurodevelopment: the impact of nutrition and inflammation during preconception and pregnancy in low-resource settings. **Revista Pediatrics**, v. 1 39, n. 1, abr. 2017.

VORHEES, C. V; WILLIAMS, M.T. Morris water maze: procedures for assessing spatial and related forms of learning and memory. Nat Protoc. 2006; 1(2):848-58.

YAMAMOTO, J. M. et al. Gestational Diabetes Mellitus and Diet: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials Examining the Impact of Modified Dietary Interventions on Maternal Glucose Control and Neonatal Birth Weight. Diabetes Care. 2018 Jul;41(7):1346-1361.

WANG, Li- Mei et al. Walnut oil improves spatial memory in rats and increases the expression of acid- sensing ion channel genes Asic2a and Asic4. **Food Science & Nutrition**, v. 7, n. 1, p. 293-301, 2019.

ZIMPRICH, A. et al. Assessing sociability, social memory, and pup retrieval in mice. **Revista Current Protocols in Mouse Biology**, v. 7, p. 287–305, dez. 2017.

ANEXO

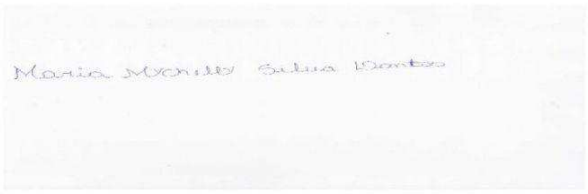
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**
**CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL**
**Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/CSTR**

**DECLARAÇÃO**

Declaro a quem possa interessar que o **Sr. Danilo José Ayres de Menezes** deu entrada em processo para apreciação de projeto de pesquisa, por via eletrônica, visando parecer consubstanciado, junto a CEUA/CSTR/UFCG. O projeto "**ANÁLISE DOS EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE ÓLEO, POLPA E AMÊNDOA DE PEQUI EM RATAS DA LINHAGEM WISTAR DURANTE GESTAÇÃO E LACTAÇÃO E EM SUA PROLE SOB OS PARAMETROS BIOQUÍMICOS E DE MEMÓRIA E ANSIEDADE** " tem número de protocolo ceua/cstr **04/2020**

**Patos, 18 de Fevereiro de 2020**

**Atenciosamente,**



**Maria Mychelly Silva Dantas**
**Secretária do CEP**
**cep@cstr.ufcg.edu.br**