



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO
SEMI-ÁRIDO CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ANIMAIS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**



DIANA CARLA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE DIETAS COM DIFERENTES FORMULAÇÕES DE
GORDURAS SOBRE O SISTEMA REPRODUTOR FEMININO DE RATAS WISTAR**

Mossoró/RN

(2023)

DIANA CARLA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE DIETAS COM DIFERENTES
FORMULAÇÕES DE GORDURAS SOBRE O SISTEMA REPRODUTOR
FEMININO DE RATAS WISTAR**

Projeto apresentado ao Conselho do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como requisito parcial para elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso.

Orientadora: DRA. CIBELE DOS SANTOS BORGES

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

SS474 Silva, Diana carla da.
a Avaliação dos efeitos de dietas com diferentes
de gordura sobre o Sistema reprodutor feminino de
ratas Wistar / Diana carla da Silva. - 2023.
45 f. : il.

Orientadora: Cíbele dos Santos Borges
Borges. Monografia (graduação) - Universidade
Federal Rural do Semi-árido, Curso de, 2023.

1. Dietas. 2. reprodutor feminino. 3.
formulação. 4. exercício. 5. sedentário. I.
Borges, Cíbele dos Santos Borges, orient.
II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva

CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

DIANA CARLA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE DIETAS COM DIFERENTES
FORMULAÇÕES DE GORDURAS SOBRE O SISTEMA REPRODUTOR
FEMININO DE RATAS WISTAR**

Monografia apresentada ao Departamento de
Ciências Animais para obtenção do grau de
Bacharel em Zootecnia pela Universidade
Federal Rural do Semiárido, no Curso de
Zootecnia.

APROVADA EM: 09/10/2023

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **CIBELE DOS SANTOS BORGES**
Data: 20/10/2023 16:11:19-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Doutora Cibeles dos Santos Borges
Presidente

Prof. Doutora Ana Flávia Quiarato Lozano
Primeiro Membro

Prof. Doutora Érika Almeida Praxedes
Segundo Membro

**“A nuvem que aponta o destino
É a mesma que cobre o passado
O pão que sacia a fome
A Rocha que mata a minha sede é Você”**

-Morada (É tudo sobre você)

**Dedico aos meus pais, mãe Odene e Luiz Carlos, familiares que me ajudaram,
aos meus pets, in memória vó Damiana e tio Haroldo.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ser o Autor da vida, e por mais uma chance de fazer esse, apesar dos vários e incontáveis dias difíceis, os incontáveis dias felizes de momentos e lembranças presentes viverão comigo.

Agradeço também aos meus pais, por seu amor sem medidas, minha fonte e razão de possibilidades, a meu irmão de estar no mesmo barco que eu principalmente, aos meus pets pela pureza e inocência de distrações nas horas livres e de angústia.

A minha orientadora: DRA. CIBELE DOS SANTOS BORGES pelas conversas, orientações, paciência e atenção por ter aceitado desde o primeiro momento a oportunidade de ser minha Orientadora e disponibilidade em explicar as coisas de forma simples e prática.

Aos colegas que contribuíram com meu trabalho e acrescentaram na minha formação, por terem tornado as aulas, em laboratório e práticas mais leves, pelas conversas e risadas, aos meus colegas amigos virtuais pela cooperação e incentivo para meu curso e por acreditarem em mim...

A ajuda da MARIA JOANA NOGUEIRA DE MOURA E DR. FRANCISCA TAYNÁ DA SILVA GOMES sem vocês não seria possível concluí-lo.

A monitora de histologia da veterinária ARTÊMIA KELLY que se disponibilizou uma parte de seu tempo e fez um esforço para ajudar com lâminas.

A todos que participaram direto e indiretamente o meu muito OBRIGADO!

RESUMO

Gorduras são fontes de energia e dietas ricas em diferentes tipos de gorduras podem provocar efeitos diferentes no organismo, principalmente no sistema reprodutor, uma vez que este é um sistema hormônio-dependente, cujos principais hormônios tem sua fonte oriunda do colesterol. Assim, o objetivo do presente estudo foi analisar e comparar os efeitos de dietas com diferentes formulações de gordura sobre os órgãos reprodutivos de ratas Wistar, e para isso 96 ratas Wistar adultas foram subdivididas em dois experimentos: experimento 01 - exposição durante 90 dias as diferentes dietas lipídicas e experimento 02 - exposição durante 180 dias as diferentes dietas lipídicas. Dentro de cada experimento, ratas foram divididas em grupos que não praticavam atividade física (grupo sedentário) e grupos que praticavam atividade física (grupo exercício). Cada grupo foi subdividido em grupo ração padrão, grupo ração feita com concentração de gordura 12% de castanha de caju e grupo ração feita com banha de porco na concentração de 12%. Foram avaliados: o peso absoluto e relativo dos órgãos reprodutores; análise da ciclicidade estral das ratas expostas ao tratamento nos últimos 15 dias; avaliação histológica de útero e ovário e peso final dos animais. Foram observadas diferenças nos efeitos conforme as composições de gorduras nas dietas, afetando sutilmente o ciclo estral, peso final e peso do útero e ovário dos diferentes grupos, entretanto não houve diferença sobre os parâmetros histológicos. Assim, pode-se concluir que, baseado no presente modelo experimental, as diferentes formulações de rações não afetaram o sistema reprodutor de fêmeas, principalmente a morfologia das gônadas.

ABSTRACT

Fats are sources of energy and diets rich in different types of fats can cause different effects on the body, especially on the reproductive system, since this is a hormone-dependent system, whose main hormones come from cholesterol. Therefore, the objective of the present study was to analyze the effects of diets with different fat formulations on the reproductive organs of Wistar rats. For this purpose, 96 adult Wistar rats were subdivided into two experiments: experiment 01 - exposure for 90 days and experiment 02 - exposure for 180 days to different lipid diets. Within each experiment, rats were divided into groups that did not practice physical activity (sedentary group) and groups that practiced physical activity (exercise group). Each group was subdivided into a standard feed group, a feed group made with a 12% fat concentration of cashew nuts and a feed group made with lard at a concentration of 12%. The following were evaluated: the absolute and relative weight of the reproductive organs; analysis of the estrous cyclicity of rats exposed to treatment in the last 15 days; histological evaluation of the uterus and ovaries and final weight of the animals. Differences in effects were observed depending on the composition of fats in the diets, subtly affecting the estrous cycle, final weight and weight of the uterus and ovaries of the different groups, however there was no difference in the histological parameters. Thus, it can be concluded that, based on this experimental model, the different feed formulations did not affect the reproductive system of females, especially the morphology of the gonads.

.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1. Sistema reprodutor feminino	9
2.1.1. Ovários	9
2.1.2. Útero	10
2.2. Ovogênese	11
2.3 DIETAS LIPÍDICAS E ATIVIDADE FÍSICA.	12
2.3 IMPORTÂNCIA DA FORMULAÇÃO DA RAÇÃO.	13
2.4. DIETAS RICAS EM GORDURA E O SISTEMA REPRODUTOR	15
3. OBJETIVO	18
3.1 OBJETIVO GERAL:	18
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
4. METODOLOGIA	19
4.1 ANIMAIS	19
4.2 LOCAL DA PESQUISA	19
4.3. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS	20
4.4 DELINEAMENTO DA AMOSTRA	20
4.5 DIETA	20
4.6. PROTOCOLO EXPERIMENTAL	21
4.7. RECRUTAMENTO DOS ANIMAIS	21
4.8 PESO CORPORAL	22
4.9. AVALIAÇÃO DO CICLO ESTRAL	22
4.10. EUTANÁSIA E COLETA DE MATERIAIS	23
4.11. PROCEDIMENTOS HISTOLÓGICOS	23
4.12 ANÁLISE ESTATÍSTICA	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
5.1. Experimento 01 (3 meses)	25
5.1.1 Ciclo estral	25
5.1.2. Ganho de peso	26
5.1.4. Histologia	29
5.1.3. Peso dos órgãos reprodutores	30

5.2. Experimento 02 (6 meses)	32
5.2.1. Ciclo estral	32
5.2.2. Ganho de peso	33
5.2.3. Peso dos órgãos reprodutores	34
5.2.4. Histologia	35
6. CONCLUSÃO	37
7. REFERÊNCIAS	39

1. INTRODUÇÃO

A formulação de rações é um processo que converte as necessidades nutricionais teóricas em requisitos alimentares concretos. A ração representa a quantidade de alimento fornecida a um animal durante um período de 24 horas, e é essencial que essa quantidade seja cuidadosamente equilibrada para garantir a nutrição adequada. Dessa forma, a ingestão alimentar é ajustada de modo a satisfazer precisamente as necessidades nutricionais dos animais, assegurando a manutenção de suas funções fisiológicas (CARDINAL et al., 2019).

Tanto a formulação adequada quanto a seleção criteriosa dos alimentos nutricionais fornecidos aos animais são de extrema importância. De acordo com Alves et al. (2016) e Dias (2021), a castanha de caju, assim como outras oleaginosas, apresenta um perfil lipídico e antioxidante altamente benéfico, contendo dezenove fontes distintas de gorduras, incluindo o ácido oleico e o linoleico, bem como fontes de proteínas, tocoferol e folato. Por outro lado, é crucial ter em mente que o consumo excessivo de gorduras saturadas, como a banha de porco e outras fontes similares, aumenta o risco de doenças cardiovasculares, devido ao aumento dos níveis de LDL (lipoproteínas de baixa densidade), conhecido como o "colesterol ruim" do organismo. Portanto, o consumo dessas gorduras saturadas deve ser moderado, conforme destacado por Araújo (2023).

Vários estudos demonstraram os benefícios da inclusão de diferentes gorduras na dieta, resultando em uma maior utilização desta e, conseqüentemente, na preservação do glicogênio. Isso é especialmente importante para evitar a ocorrência de hipoglicemia em indivíduos que se engajam em atividades físicas extenuantes e de longa duração, como atletas (ALVES et al., 2011). No entanto, ainda há divergências nos resultados e nas pesquisas relacionadas à resposta metabólica e à digestibilidade dos demais nutrientes nesse contexto. Isso ressalta a necessidade de uma análise mais aprofundada dos efeitos de diferentes óleos na dieta.

Em dietas ricas em lipídios, a redução da atividade da lipase no tecido adiposo tem como resultado um aumento na atividade muscular. Isso, por sua vez, aumenta a demanda por estoques de glicogênio muscular por meio da via glicolítica, o que desacelera a fadiga durante exercícios aeróbicos.

Simultaneamente, a

concentração de glicose no sangue pode ser mantida ou mesmo aumentada durante a realização de exercícios prolongados (ALVES et al., 2011).

Considerando as novas perspectivas e informações disponíveis, é possível fazer pequenos ajustes nas manipulações de dietas com o objetivo de promover o aumento da produção e da reprodução (SARTORI; GUARDIEIRO, 2010). A ingestão e acúmulo de gordura está intimamente relacionado ao funcionamento adequado do sistema reprodutivo feminino. De acordo com Alves (2014), é importante salientar que o corpo feminino produz hormônios cruciais para o crescimento e o desenvolvimento do sistema reprodutivo. Tais hormônios são dependentes das reservas de colesterol nas células esteroideogênicas. Um exemplo notável é o estrogênio, que desempenha um papel essencial ao estimular os ovários, útero, além do desenvolvimento da genitália e dos seios.

Assim, o presente estudo visa investigar os possíveis efeitos de diferentes dietas lipídicas sobre o sistema reprodutor feminino de ratas Wistar, na presença ou não de atividade física. Para tanto, foram avaliados o peso absoluto e relativo dos órgãos reprodutores; analisou-se a ciclicidade estral das ratas expostas ao tratamento, assim como a histologia de útero e ovário.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Sistema reprodutor feminino

Os órgãos sexuais internos femininos são compostos por ovários, tubas uterinas, útero e vagina (MOURA, 2018). Os ovários possuem uma atividade cíclica controlada por hormônios sexuais, desde a primeira ovulação, a menarca, até a menopausa, caracterizada pela última ovulação (NICIURA et al., 2008).

2.1.1. Ovários

Os ovários compõem as gônadas femininas e executam duas funções importantes: gametogênese, responsável pela produção de oócitos, e esteroidogênese, produção dos hormônios esteróides, sendo este o estradiol e a progesterona. O hormônio estradiol é sintetizado pelas células foliculares, e a progesterona é produzida pelo corpo lúteo (NICIURA et al., 2008). Este órgão é envolvido por um epitélio simples cúbico ou simples pavimentoso denominado de epitélio germinativo, o qual é composto de córtex e medula. No córtex, porção periférica, estão os folículos ovarianos, formando um tecido conjuntivo celularizado especializado, enquanto que a medula, é centralizada e formada por tecido conjuntivo frouxo, apresentando ainda vasos sanguíneos, linfáticos e nervos (MOURA, 2018).

Os folículos ovarianos são compostos por um ovócito e pelas células foliculares, e são classificados a partir do estado de seu desenvolvimento. A partir do nascimento, todos os folículos ovarianos são denominados de folículos primordiais, constituídos de ovócito primário com uma camada única de células foliculares pavimentosas (MOURA, 2018).

A cada ciclo menstrual nos primatas e estral nos demais mamíferos, um grupo de **folículos** primordiais irão entrar em crescimento, que darão origem aos folículos primários, os quais são formados por um ovócito primário envolto por uma camada de células foliculares cúbicas, com células do estroma de tecido conjuntivo (MOURA, 2018)..

Há ainda a presença das células da teca interna e externa. As células da teca interna são formadas por uma camada vascularizada de células secretoras

cubóides que auxiliam na produção de esteróides andrógenos; e as células da teca

externa são formadas por uma camada de células musculares lisas e feixes de fibras colágeno. Estes folículos secundários são estimulados pelo Hormônio Folículo Estimulante (FSH) da adenohipófise fazendo com que cresçam nesta fase folicular. A produção do fluido folicular, que vai se acumulando entre as células da granulosa, formam uma pequena cavidade denominada antro folicular, fazendo com que este folículo seja chamado de folículo antral ou terciário, sabendo que os estágios anteriores são chamados de folículos pré-antrais (MOURA, 2018).

Os folículos antrais ainda apresentam a **coroa radiada**, circundante ao oócito, e o Cumulus Oophorus, ambos formados de células do estrato granuloso (MOURA, 2018). A **zona pelúcida** é a estrutura que reveste e protege o ovócito, situada ao redor do mesmo, se apresentando como uma camada de glicoproteínas fundamentais para o reconhecimento espécie-específico (ADONA et al., 2013).

Após a ovocitação, ocorre a formação do **Corpo Lúteo**, também chamado de corpo amarelo. Este é formado por células granulosas-luteínicas, sendo que os hormônios progesterona e estrógeno são secretados para manter o ovócito até que haja fecundação. Se não houver fecundação, o corpo lúteo irá regredir, formando o corpus albicans, uma cicatriz de tecido conjuntivo denso, sendo que persistirá por vários meses e será substituído pelo estroma (FONSECA, 2017).

O autor Adona et al., (2013) detalha que a ovulação ocorre com um pico do hormônio luteinizante (LH), seguido de um pico de FSH e de estrógeno, provocando mudanças na comunicação do folículo, fazendo com que o folículo ovulatório se rompa e o ovócito maduro seja “expulso” do ovário, e como consequência ocorre o desenvolvimento do corpo lúteo.

2.1.2 Ovogênese

A **ovogênese** corresponde ao desenvolvimento dos gametas femininos, sendo caracterizada por três fases, a multiplicação, crescimento e maturação dos ovócitos. Ao iniciar, as células germinativas se multiplicam por sucessivas mitoses para dar origem às ovogônias (fase de multiplicação). Estas são recrutadas para iniciar a primeira divisão da Meiose, na qual ocorre primeiro o crescimento celular e duplicação do DNA (fase de crescimento) seguido do início da divisão meiótica, que será interrompida na prófase I, caracterizando os ovócitos I (início da fase de

maturação). O final da primeira divisão meiótica ocorre com a ovulação, dando

origem a duas células haplóides, denominadas ovócito II e primeiro corpúsculo polar que será degenerado. A segunda divisão meiótica ocorre se o ovócito secundário for fertilizado, formando o óvulo e o segundo corpúsculo polar (DE OLIVEIRA, 2009).

A ovogênese é controlada pelo Hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) – secretado pelo hipotálamo, que age sobre a adenohipófise estimulando a secreção das gonadotrofinas FSH - (Hormônio Folículo Estimulante), responsável pelo desenvolvimento dos folículos ovarianos, e o LH (Hormônio Luteinizante) responsável pelo pico de ovulação (WELLERSON; SCARANO, 2015).

A produção de estrógeno se inicia nas células da teca interna, estimuladas pelo LH, com a produção de androgênios (androstenediona), que será convertido em estrógeno nas células foliculares (aromatase) pelo estímulo do FSH. Quando ocorre o aumento dos receptores de LH nas células foliculares com a maturação folicular, forma-se o folículo dominante e este, após o pico de LH, haverá ovulação. Com a formação do corpo lúteo, sendo estimulado tanto pelo LH quanto pelo FSH, produz o hormônio progesterona e estrógeno, e caso haja fecundação, futuro embrião por um período será mantido pelo corpo lúteo. Mas caso não tenha ocorrido a fertilização, o corpo lúteo irá regredir, formando o corpo albicans (WELLERSON; SCARANO, 2015).

A atividade esteroidogênica durante a ovogênese ocorre e é diretamente dependente da quantidade disponível de colesterol, o precursor dos hormônios esteróides, o colesterol pode ser produzido pelas próprias células ou absorvido via alimentação (principal fonte) é neste cenário, dietas ricas em lipídios podem influenciar diretamente na síntese dos hormônios sexuais (ALBERTS et al., 2017).

2.2 Útero

Útero é um órgão onde o futuro embrião será alojado e desenvolvido. Ele é composto de cérvix, corpo uterino superior e a parte do colo do útero, esta é bem estreita e se localiza na parte mais inferior do útero, se comunicando com a vagina (FÁVARO, 2023). O útero apresenta mucosas e camadas específicas, o perimétrio, miométrio e endométrio.

O perimétrio é a membrana serosa de tecido conjuntivo e mesotélio,

localizado na maior parte do útero e algumas na porção inferior (adventícia) com tecido conjuntivo (FÁVARO, 2023). O **miométrio** contém três camadas de músculo

liso (FÁVARO, 2023) sendo a intermediária altamente vascularizada (MOURA, 2021). O **endométrio** é caracterizado por uma mucosa composta por tecido epitelial de revestimento simples cilíndrico que apresenta glândulas exócrinas e tecido conjuntivo, sendo este dividido em 3 camadas: Camada compacta, esponjosa funcional e camada basal (FÁVARO, 2023).

O **colo do Útero** é dividido em uma porção exterior que se projeta na vagina – ectocérvice, sendo revestido por epitélio estratificado pavimentoso; e uma porção interior - o endocérvice, revestido por epitélio simples colunar secretor de muco (FÁVARO, 2023).

2.3 Dietas lipídicas e atividade física.

No contexto de pesquisas sobre dietas e exercícios físicos, é relevante considerar o uso de diferentes fontes de lipídios. As dietas hipocalóricas frequentemente são empregadas como estratégia para a perda de peso e redução da gordura corporal. No entanto, é importante ressaltar que essas dietas podem ter o efeito colateral de provocar a perda de massa magra e diminuir as taxas metabólicas. Para minimizar esses impactos negativos, a prática regular de exercícios físicos pode ser um aliado valioso no controle da alimentação e na redução da massa adiposa.

Estudos sugerem que exercícios anaeróbicos podem estimular a perda de lipídios corporais, mas também não estão isentos de potencialmente causar a perda de massa magra (FRANCISCHI et al., 2001). No entanto, ainda há muito a se compreender sobre os efeitos de exercícios físicos regulares em indivíduos.

Na literatura científica, encontramos diversas abordagens de dietas ricas em lipídios associadas a atividades físicas, com o intuito de avaliar seus efeitos, sejam eles positivos ou negativos. Um estudo realizado por PAULI et al. (2009) examinou diferentes grupos de ratos submetidos a dietas hiperlipídicas e exercícios físicos. Os resultados indicaram que a dieta hiperlipídica foi consumida em menor quantidade em comparação com a dieta balanceada. Além disso, os animais que se exercitaram, tanto de forma aeróbica quanto anaeróbica, apresentaram ganho de peso inferior aos ratos sedentários (SILVA et al., 1999).

Os resultados desse estudo também demonstraram que a massa corporal

aumentou nos ratos alimentados com dietas ricas em gordura em comparação com

os ratos do grupo controle que receberam uma dieta padrão. A insulina não apresentou diferenças significativas nos ratos obesos, exceto no grupo que recebeu a dieta calórica sem exercícios regulares, onde níveis séricos de insulina foram afetados. Além disso, os ratos sedentários apresentaram menor taxa de glicose em comparação ao grupo controle (PAULI et al., 2009). Isso indica que ácidos graxos insaturados e saturados podem influenciar a resistência à insulina, como observado na banha de porco, que é rica em ácidos graxos saturados (FONSECA; et al., 1974).

Outro aspecto importante é o uso de dietas hiperlipídicas como um modelo para induzir a obesidade em animais de laboratório, com o objetivo de estudar essa condição. Essas dietas, administradas por um período prolongado, resultam em balanço energético positivo e obesidade em animais de experimentação, tornando-se um modelo apropriado para estudos (CABEÇO et al., 2010).

Por fim, vale mencionar que a castanha de caju, devido ao seu perfil nutricional caracterizado por gorduras insaturadas e compostos antioxidantes, foi utilizada em experimentos de formulação de rações para ratos. Os resultados indicaram melhorias na função renal e hepática quando a castanha foi suplementada em proporções de 10% e 20% da dieta dos ratos durante 28 dias, embora a suplementação em 30% tenha causado aumento do colesterol total nos animais (DIAS, 2021).

Em resumo, o estudo das dietas à base de diferentes fontes de lipídios associadas a atividades físicas desempenha um papel importante na compreensão dos efeitos dessas intervenções no metabolismo e na saúde dos indivíduos.

2.3 Importância da formulação da ração.

A formulação de rações desempenha um papel fundamental ao transformar as necessidades nutricionais teóricas em requisitos alimentares práticos para os animais. Podemos entender isso como a quantidade de alimentos fornecida a um animal ao longo de um período de vinte e quatro horas. É crucial que essa quantidade seja equilibrada para garantir a adequada nutrição do animal.

De acordo com o (NRC) National Research Council, (2000) e Cardinal et al. (2019), a formulação de ração envolve três etapas principais: avaliar o estado nutricional dos animais, calcular a quantidade de alimentos fornecida com base nos

valores nutricionais e desenvolver um modelo para atender às necessidades

nutricionais por meio da ração. A primeira etapa na formulação da ração é a caracterização do animal, levando em consideração fatores como tipo e espécie, idade, sexo, padrão racial, tamanho e ambiente. Por exemplo, as exigências nutricionais variam entre um macho bovino em fase de terminação e uma fêmea. No caso de aves de corte, que têm um período de abate de 42 dias, as exigências nutricionais são ajustadas para cada fase de crescimento e ganho de peso, levando em conta o tempo de permanência na granja (CARDINAL et al., 2019).

É importante garantir a uniformidade da ração quanto aos micronutrientes, incluindo vitaminas, minerais e aminoácidos. Esses componentes devem ser misturados de maneira adequada, sem prejudicar o desempenho dos animais, como destacado por Bellaver e Nones (2000).

A peletização é uma técnica que envolve a mistura de ingredientes por meio de processos mecanizados que incluem umidade, prensagem e aquecimento. Essa técnica tem múltiplos benefícios, como facilitar o manuseio, reduzir a formação de partículas finas, melhorar a palatabilidade, diminuir a segregação dos ingredientes pelos animais, aumentar a densidade da ração e reduzir os custos de transporte. Além disso, a peletização pode agregar valor nutricional aos alimentos graças ao uso de prensa e aquecimento (BELLAYER; NONES, 2000; FERREIRA et al., 2009).

Cardinal et al. (2019) também enfatiza a importância da granulometria dos ingredientes, que se refere ao tamanho das partículas. Diferentes métodos de processamento, como tratamento térmico, pressão e modificações na composição de amido, proteína e gordura, podem afetar o tamanho das partículas. A granulometria é fundamental para determinar a umidade, densidade, palatabilidade, digestibilidade e a presença de antinutrientes nos alimentos. Portanto, é um aspecto que deve ser cuidadosamente avaliado, levando em consideração as características dos animais, como tamanho, formato e comportamento alimentar, que variam entre animais monogástricos e ruminantes. O manejo de ração e alimentação para esses dois grupos de animais é distinto e requer considerações específicas (CARDINAL et al., 2019).

Assim, a formulação de rações desempenha um papel crítico na garantia da nutrição adequada dos animais, levando em consideração uma série de fatores, desde as necessidades nutricionais específicas até a granulometria dos ingredientes

e os métodos de processamento.

2.4. DIETAS RICAS EM GORDURA E O SISTEMA REPRODUTOR

Os ovários, assim como outros órgãos como as glândulas adrenais e testículos possuem células endócrinas especializadas em secreção hormonal, principalmente de hormônios esteróides. Assim, os ovários secretam estradiol graças a esta atividade esteroidogênica mediada pela reserva endógena de colesterol destas células (COLE et al., 2023).

Todo o processo de esteroidogênese é semelhante nas células esteroidogênicas, especialmente nas etapas mitocondriais iniciais. Todo o processo se inicia pelo transporte de colesterol mediado por proteínas (domínio START) para as mitocôndrias e na sequência, sua conversão em pregnenolona pela enzima P450 (BASSI et al., 2021). Esta enzima se localiza na membrana interna da mitocôndria, as tornando organelas essenciais no processo de esteroidogênese (BASSI et al., 2021).

Assim, sabe-se que a quantidade de estradiol disponível estará relacionada diretamente à quantidade de mitocôndrias ativas nas células esteroidogênicas e a concentração de colesterol disponível para a síntese desses hormônios (MILLER et al., 2011). Além disso, é importante frisar que o estrógeno além de minimizar o colesterol total e o LDL, eleva os níveis de HDL, caracterizando um perfil com lipídeo pouco aterogênico (GELATTI et al., 2021), além de participarem das características secundárias de fêmeas, o que é benéfico ao organismo.

Portanto, o colesterol per se, é uma molécula importante no ser humano e tanto o seu excesso como a sua deficiência causam inúmeras doenças (SCHADE et al., 2020). Neste sentido, uma dieta balanceada com fontes adequadas de colesterol, deve ser empregada, levando em consideração a necessidade de cada organismo.

3. OBJETIVO

3.1 OBJETIVO GERAL:

Analisar e comparar os efeitos de diferentes formulações lipídicas adicionadas nas dietas sobre os órgãos reprodutivos de ratas submetidas ao treinamento físico ou não.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o peso absoluto e relativo dos órgãos reprodutores;
- Avaliar a ciclicidade estral das ratas expostas ao tratamento e;
- Avaliar a histologia do útero e ovário;

4. METODOLOGIA

4.1 ANIMAIS

Foram utilizadas 96 ratas, da linhagem Wistar com 6 semanas de idade, com pesos entre 130g a 150g, criadas no Laboratório de Fisiologia e Neurologia Experimental da FACS/UERN. As ratas foram acomodadas, individualmente, em gaiolas de polipropileno com dimensões de 49x34x16 cm, sob temperatura controlada de aproximadamente 24 °C) e um ciclo claro-escuro de 12:12 h (luzes acesas às 07:00 horas). Ração e água foram fornecidos *ad libitum* até o início do experimento.

O ambiente de cada caixa foi enriquecido com canos PVC, de acordo com Schaeffer, (2010) que ressalta que ambientes enriquecidos proporcionam aumento da proliferação de células-tronco neurais, sobrevivência de novos neurônios (VAN PRAAG, KEMPEMANN E GAGE, 2000) e aumento do peso do cérebro (MOURA et al, PERREIRA, ALMEIDA E SOARES, 2009; BENEFIEL, DONG, GREENOUGH, 2005;) promovendo, conseqüentemente, melhor desempenho de tarefas cognitivas, dado que o aumento das variáveis em um ambiente é fator estimulante.

O experimento foi iniciado após a aprovação pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal CEEA/UERN. Todos os procedimentos experimentais seguiram estritamente as normas estabelecidas pela resolução 1000/2012 do Conselho Federal de Medicina Veterinária, e a National Research Council of the National Academy.

4.2 LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, na Faculdade de Ciências da Saúde FACS, localizada na Rua Atirador Miguel Antônio da Silva Neto, s/n, Aeroporto – Mossoró-RN.

4.3. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

O período de intervenção foi dividido em dois experimentos, o primeiro experimento ocorreu durante 18 semanas (90 dias) e o segundo experimento ocorreu durante 26 semanas (180 dias), durante o qual foi investigado se as dietas e/ou atividade física afetaria positivamente ou negativamente o sistema reprodutor feminino das ratas Wistar.

4.4 DELINEAMENTO DA AMOSTRA

As ratas foram distribuídas, aleatoriamente, em 06 grupos, na qual parte dos animais seriam tratados apenas por 90 dias (experimento 01, n=8) e parte dos animais tratados por 180 dias (experimento 02, n=8), da seguinte maneira:

- SDCNT: grupo com dieta à base de ração padrão sem a realização de atividade física (n=16)
- EXCNT: grupo com dieta à base de ração padrão com a realização de atividade física (n=16)
- SDBHP: grupo com dieta à base de banha de porco sem a realização de atividade física (n=16)
- EXBHP: grupo com dieta à base de banha de porco com a realização de atividade física (n=16)
- SDCSC: grupo com dieta à base de castanha de caju sem a realização de atividade física (n=16)
- EXCSC: grupo com dieta à base de castanha de caju com a realização de atividade física (n=16)

O número de animais por grupo escolhido para o presente estudo foi de acordo com o n descrito em experimentos semelhantes. Foram considerados um n de 16 animais por grupo pela probabilidade de adversidades que podem ocorrer durante o período de indução, de avaliação e do protocolo de treinamento. A ingestão alimentar foi monitorada duas vezes por semana, o peso corporal semanalmente e o comprimento dos animais quinzenalmente, durante todo período

experimental (GOMES, 2021).

4.5 DIETA

Empregando o critério para classificação de uma dieta hipercalórica: foram fornecidas três tipos de ração:ração padrão (CNT), ração à base de banha de porco (BHP) e ração à base de castanha de caju (CSC).

Para avaliar a composição das rações hiperlipídicas foram realizadas uma avaliação bromatológica seguindo o método realizado no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

A ração controle fornecida aos animais foi comercializada pelo fabricante Presence® - Ração para ratos e camundongos, sendo que valores nutricionais utilizados foram os fornecidos pelo rótulo do fabricante. Segundo Gomes, (2021) a determinação dos carboidratos das dietas hipercalórica foi realizada seguindo o cálculo De Medeiros e Marino (2015), os carboidratos como extrativo não nitrogenado (ENN), igual a massa seca total (MST) subtraído da somatória dos valores em porcentagem da proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e cinzas (CZ):

$$\text{EQUAÇÃO: ENN} = 100\% \text{ MS} - (\% \text{ PB} + \% \text{ EE} + \% \text{ FB} + \% \text{ CZ}).$$

4.6. PROTOCOLO EXPERIMENTAL

Foram fornecidos aos animais, duas vezes por semana, 100g da ração controle para os grupos EXCNT - Ração controle com exercícios e SDCNT Ração controle com sedentarismo, 75g da ração hiperlipídica de banha de porco para EXBHP com exercícios e SDBHP com sedentarismo e 75g da ração hiperlipídica da castanha de caju para EXCSC com exercícios e SDCSC com sedentarismo.

A ração foi pesada em uma balança de precisão (1510g x 0,01g) da marca Mettler Toledo PB1501-S, as sobras das rações eram divididas pelos dias de consumo para obter a quantidade de alimento ingerido por dia, em gramas.

4.7. RECRUTAMENTO DOS ANIMAIS

Para execução do exercício foi utilizada uma esteira motorizada, composta por três baias fechadas com acrílico. O exercício foi motivado por meio de um estímulo elétrico com intensidade ajustável (0 a 2mA) e inclinação fixa. A área de exercício por rato possuía 57 cm (comprimento) x 13 cm (largura) x 15 cm (altura).

De acordo com estudos anteriores, os animais foram submetidos a um processo de recrutamento, por meio de corrida em uma esteira, com ensaios de 15 minutos por dia e duração de 10 dias. Para a realização do exercício, a velocidade foi aumentada gradativamente (8m a 10m durante 15min) porém se o animal sofresse três choques consecutivos, o exercício seria interrompido e teria continuidade no dia seguinte, no último as ratas que não conseguirem completar o tempo estipulado de 15 minutos, seriam selecionadas para o grupo de animais sedentários (SD) e as demais para o grupo de exercício (EX).

O protocolo de grupo de EX, as ratas correram por 30 minutos todos os dias, no mesmo horário, 5 dias por semana, por 90 e 180 dias. A esteira ficou ajustada a uma velocidade de 8m/min nos primeiros 5 min, 12 m/min nos 30 min seguintes (consumo de oxigênio = 40 a 50%) e 8 m/min nos últimos 5 min a 0° de inclinação (HAN, et al. 2019).

4.8 PESO CORPORAL

As ratas foram pesadas semanalmente a partir da 1ª semana de experimento em balança modelo PB1501-S Mettler Toledo, com precisão mínima de 5g e máxima de 1,510g, até o final do experimento.

4.9. AVALIAÇÃO DO CICLO ESTRAL

Próximo ao término do protocolo de exercícios, durante os últimos 15 dias do protocolo, todas as fêmeas foram avaliadas diariamente com relação à composição celular presente no fluido vaginal coletado. Este procedimento determinou o período de duração do ciclo estral, bem como a duração de cada uma de suas fases (proestro, estro, metaestro e diestro) (Vilela et al., 2007). A fase de proestro é caracterizada pela presença de células epiteliais nucleadas; na fase de estro,

observam-se células epiteliais queratinizadas; durante o metaestro, observam-se

células epiteliais nucleadas e queratinizadas, além de leucócitos; na fase de diestro, existe predomínio de leucócitos (VILELA et al., 2007).

4.10. EUTANÁSIA E COLETA DE MATERIAIS

Ao término do ciclo estral, após as 18 semanas (3 meses), metade dos animais (n=8/grupo) foram anestesiados por via intraperitoneal com cloridrato de ketamina e xilazina, ambos com uma dose quatro vezes maior do que a dose recomendada mg/Kg, seguido de decapitação, sendo considerados como experimento 01. Utilizou a ketamina que é um opióide necessário para potencializar o efeito da analgesia adequada ao procedimento e a xilazina é um relaxante muscular.. Com 26 semanas (180 dias), o restante dos animais (n=8/grupo) passou pelo mesmo procedimento de eutanásia, sendo considerados experimento 02. As eutanásias ocorreram no primeiro estro após o período de experimentação. Em seguida, os ovários e útero foram removidos e pesados, e depois fixados para análise histológica (GOMES, 2021).

4.11. PROCEDIMENTOS HISTOLÓGICOS

Após a coleta dos ovários e do útero, estes foram imersos em solução fixadora de formol 10% durante 24h. Na sequência foram processados histologicamente e incluídos em Paraplast, sendo cortados na espessura de 5µm e alocados em lâminas histológicas. Os cortes foram corados com hematoxilina e eosina e destinados para análises histopatológicas (GOMES, 2021)

As lâminas foram desparafinizadas e hidratadas, sendo colocadas em hematoxilina por 3 minutos (dependendo do tempo de preparo e uso do corante) e após este período, foram lavadas em água corrente por 10 minutos, e coradas com eosina por 7 minutos (depende do tempo de preparo e uso do corante). Na sequência, foram desidratadas e clarificadas, seguida da montagem das lâminas (SANTOS, 2021).

4.12 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram expressos como média $\pm$ desvio padrão. As avaliações estatísticas dos experimentos, foram determinadas pela ANOVA one-way usada para comparar as diferenças entre os vários grupos, e ANOVA two-way foram usados para analisar os efeitos de diferentes dietas ricas em gordura, mudando de uma dieta rica em gordura para ração com pouca gordura. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software estatístico PRISMA, sendo considerado estatístico todo valor de $p \leq 0,05$ (GOMES, 2021).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os animais foram avaliados na forma de dois experimentos distintos, experimento 01 - fêmeas tratadas durante 90 dias (3 meses) e experimento 02 - fêmeas tratadas durante 180 dias (6 meses). Os resultados foram expressos de acordo com as análises realizadas.

5.1. Experimento 01 (3 meses)

5.1.1 Ciclo estral

O acompanhamento do ciclo estral ocorreu durante os últimos 15 dias do experimento (Figura 01), sendo que o grupo SDCNT e o grupo EXCSC apresentaram diferenças estatísticas ($p < 0,05$) quanto a fase de proestro, sendo que o SDCNT ($19,94 \pm 4,03$) apresentou maior percentual quando comparado com o grupo EXCSC ($7,80 \pm 2,07$). Entretanto, isso não impactou diretamente no tamanho e número de ciclos estrais quando comparados entre os grupos ($p > 0,05$).

Em um experimento com ratas expostas à dietas ricas em carboidratos, os esfregaços vaginais revelaram uma fase de proestro anormal, com presença de ciclos irregulares comparados ao grupo controle (NiNO, 2022). Sabendo que o proestro é caracterizado pela predominância de células epiteliais nucleadas e pequena quantidade de leucócitos e muco, devido a atividade de produção de estrógeno, pode ser um impacto da dieta de castanha de caju, que possivelmente forneceu menos subsídio para síntese hormonal (colesterol).

5.1.2. Ganho de peso

Avaliação do ganho de peso das ratas durante o experimento (Figura 02) mostrou que o grupo EXCNT e SDCNT tiveram maior ganho de massa corpórea ($p < 0,05$) quando comparados aos grupos EXBHP, SDBHP e SDCSC, e mesmo não sendo estatístico, também se mostrou reduzido quando comparado ao grupo EXCSC.

Figura 01 - Monitoramento do ciclo estral durante 15 dias de ratas adultas submetidas a diferentes formulações de dietas lipídicas durante 90 dias. Valores expressos como Média + EPM. ANOVA seguido de teste de Dunnett. Letras diferentes expressam diferença estatística ($p < 0,05$).

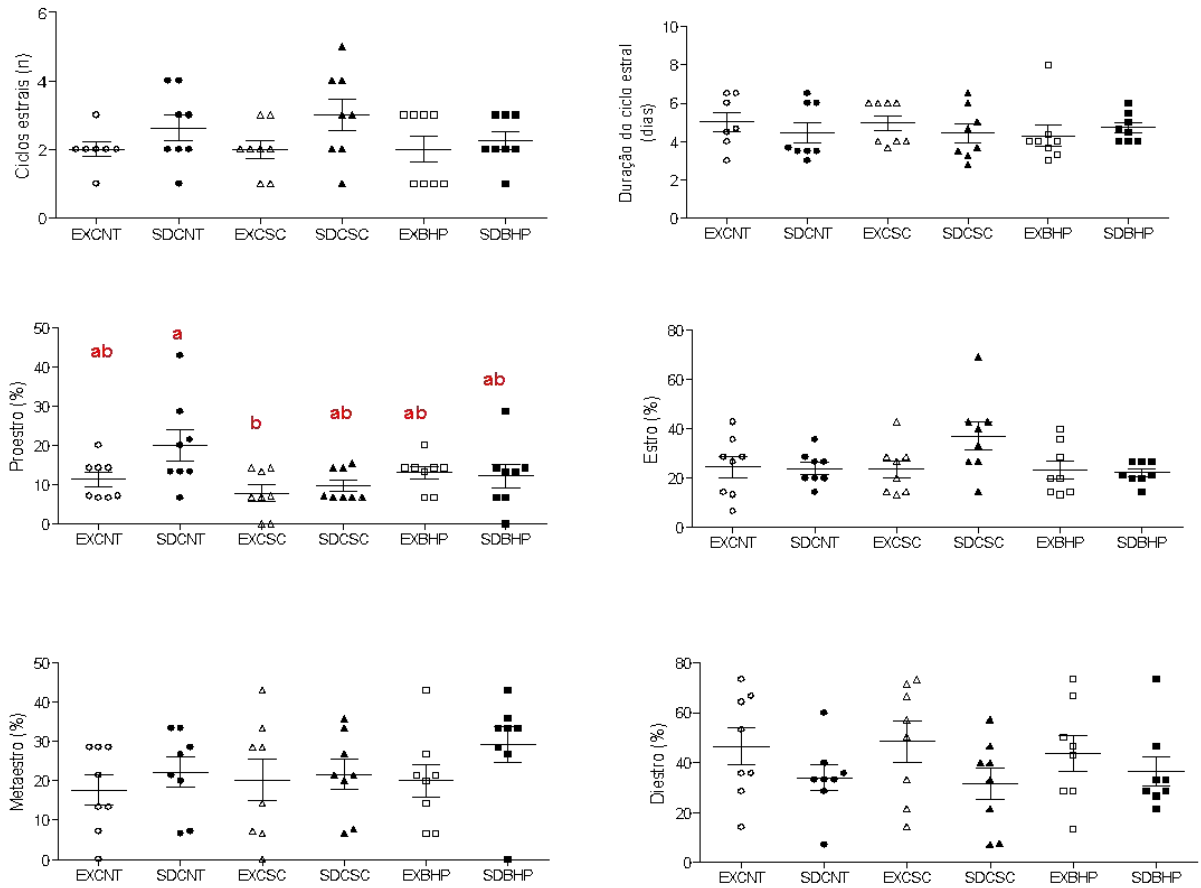
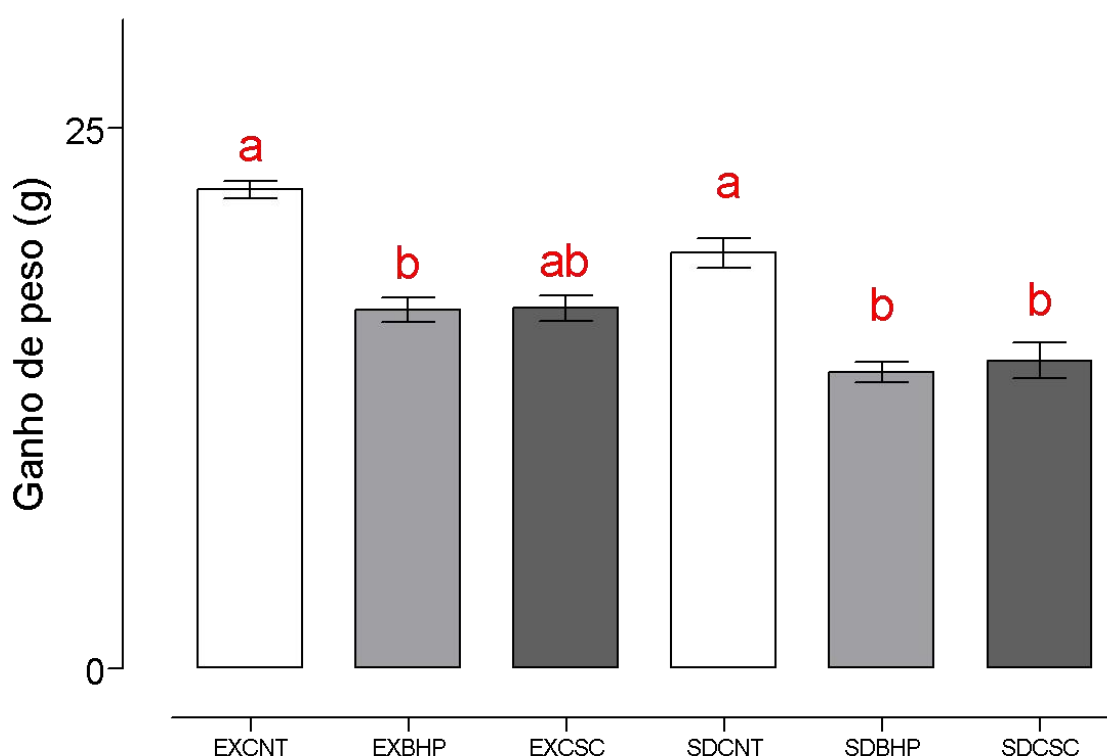


Figura 02 - Ganho de peso de ratas adultas submetidas a diferentes formulações de dietas lipídicas durante 90 dias. Valores expressos como Média + EPM. ANOVA seguido de teste de Dunnett. Letras diferentes expressam diferença estatística ($p < 0,05$).



A palatabilidade hiperlipídica refere-se à característica de uma dieta que é rica em lipídios (gorduras) e que tem um sabor atraente para os animais, como aos ratos. Essa dieta é frequentemente usada em estudos de pesquisa para investigar os efeitos do consumo excessivo de gorduras na saúde. Por outro lado, a ração convencional de ratos é uma dieta padrão usada em laboratórios para alimentar roedores em experimentos, formulada para atender às necessidades nutricionais básicas dos ratos de laboratório e geralmente contém uma quantidade equilibrada de proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais. Assim, esperava-se que os animais que eram alimentados com dietas de diferentes fontes lipídicas se alimentassem em maior quantidade e assim, ganharem mais peso, o que não ocorreu no presente estudo.

Neste cenário, os animais que se alimentavam das dietas de diferentes fontes de lipídios se saciaram mais rapidamente, mostrando assim um menor consumo de ração e consecutivamente um menor ganho de peso quando comparado ao grupo de ração padrão (controle). Tal fato pode ser comprovado no presente estudo, uma vez que o consumo de ração apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os grupos SDCSC (14,23+0,83), EXCSC (16,54+0,60), SDBHP (13,69+0,47), EXBHP (16,56+0,58) quando comparado a ambos EXCNT (22,15+0,41). e SDCNT (19,19+0,68).

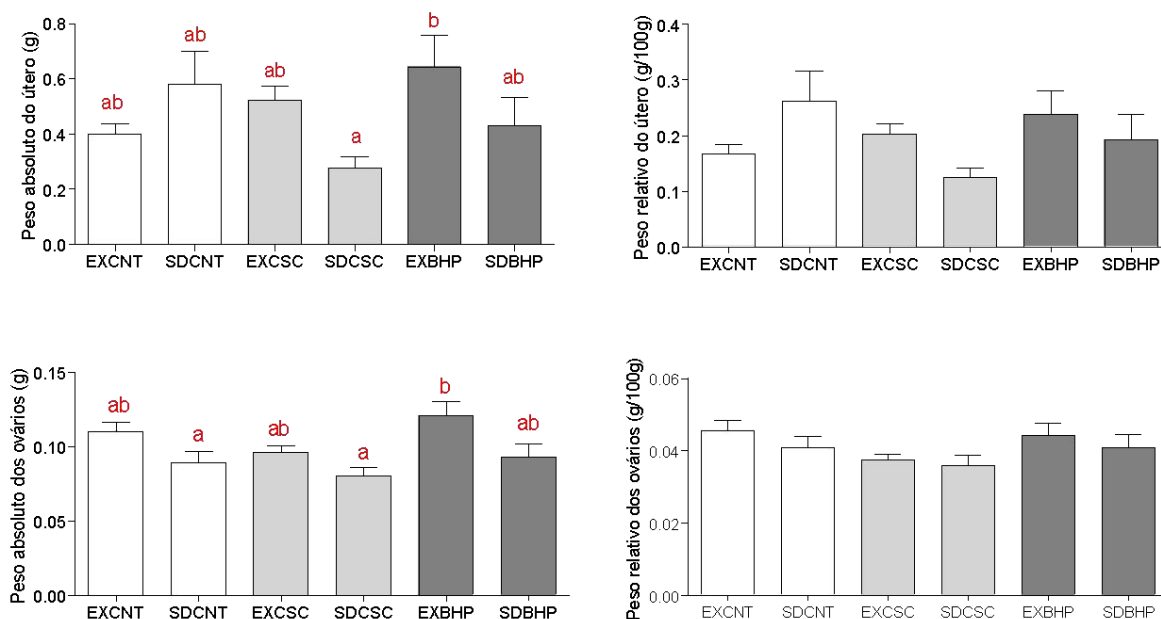
Nos estudos que utilizaram dieta hiperlipídica em ratos, a correlação foi semelhante ao presente estudo, na qual o grupo controle mostrou maior consumo de ração em relação à dieta hiperlipídica (ALMEIDA, 2011; GRESSLER, 2013).

5.1.3. Peso dos órgãos reprodutores

O peso absoluto uterino e ovariano do grupo SDCSC foi significativamente menor em comparação ao grupo EXBHP (Figura 03). Por outro lado, o peso relativo do útero e do ovário não se alteraram ($p > 0,05$).

Um estudo conduzido com dietas suplementadas com resveratrol, foi observado que houve um maior número de corpos lúteos, que por consequência aumentou o peso ovariano e uterino (CALDATO et al., 2013) No presente trabalho, podemos observar um maior número de corpos lúteos, entretanto o mesmo não foi significativo, assim, é possível que esta alteração vista apenas nos pesos absolutos tenham mais relação ao peso (tamanho) da rata do que a dieta, uma vez que os pesos relativos não se diferiram.

Figura 03 - Peso absoluto e relativo dos órgãos reprodutores (ovário e útero) de ratas adultas submetidas a diferentes formulações de dietas lipídicas durante 90 dias. Valores expressos como Média + EPM. ANOVA seguido de teste de Dunnett. Letras diferentes expressam diferença estatística ($p < 0,05$).



5.1.4. Histologia

Nas análises histopatológicas dos ovários não foram observadas alterações significativas ($p < 0,05$). Todos os grupos (Figura 04), tanto sedentário quanto submetidos ao protocolo de exercício apresentavam a gônada bem delimitada, caracterizada por um córtex com a presença de folículos em vários graus de desenvolvimento, principalmente corpos lúteos, uma vez que as fêmeas foram eutanasiadas em estro. Com região medular bem característica, com a presença de vasos sanguíneos. Foram ainda observados em menor frequência folículos do tipo primordial e primário, também padrão pela fase do desenvolvimento.

Foi observado na avaliação histopatológica do útero (Figura 05), no grupo sedentário, um aumento da presença de infiltrados leucocitários no grupo tratado com castanha de caju, em comparação com o grupo que recebeu ração padrão. O grupo exposto a banha de porco, por outro lado, não apresentou aumento da

frequência de infiltrados, entretanto, foi observado alteração no epitélio glandular (apenas em 1 animal). No grupo exercício, tanto no grupo controle quanto no grupo tratado com castanha de caju apresentaram um aumento da presença de infiltrados leucocitários no endométrio uterino (100% dos animais avaliados).

Isso se assemelha ao que Bitencourt, (2018) apresentou em seu trabalho, na qual foi observado leucócitos no estroma endometrial, caracterizado por infiltrado inflamatório nos grupos tratados, relacionados às respostas imunes no trato reprodutor feminino e, por consequência, são regulados pelos níveis plasmáticos dos hormônios esteróides estrógeno e progesterona. Assim, a presença leucocitária no estroma seria dependente, evidentemente, de altas concentrações de progesterona.

No grupo tratado com banha de porco, houve observação da presença de leucócitos, mas em menor frequência, quando comparado aos outros grupos. Vale ressaltar que a banha de porco é uma gordura de origem animal com perfil de ácidos graxos menos nocivos, apresentando gordura saturada menor que a da manteiga e da carne de gado, mas seu consumo deve ser regulado através da prática de exercícios físicos e dieta balanceada. Alimentar-se da ração com banha de porco pode não trazer muitos malefícios à saúde, a não ser que esse indivíduo tenha uma vida sedentária (GRAUHAZH, 2023).

Figura 04: Fotomicrografia - cortes transversais de ovários de ratas adultas na fase de estro do ciclo estral, coloração em HE (Folículos em crescimento): (A) grupo SDCNT , (B) grupo EXCNT (C) grupo SDCSC, (D) grupo EXCSC (E) grupo SDBHP e (F) grupo EXBHP. Aumento de 200X.

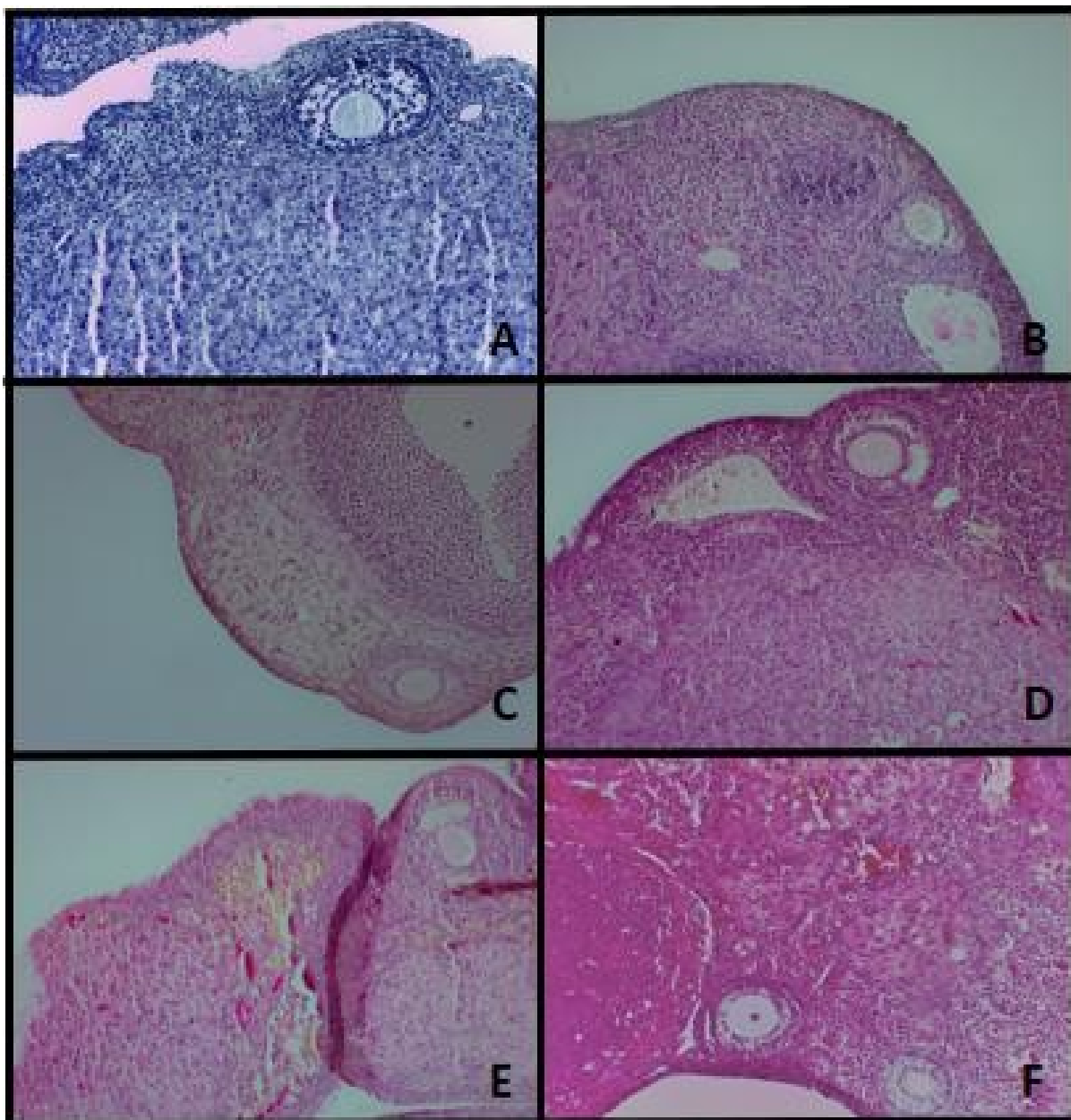
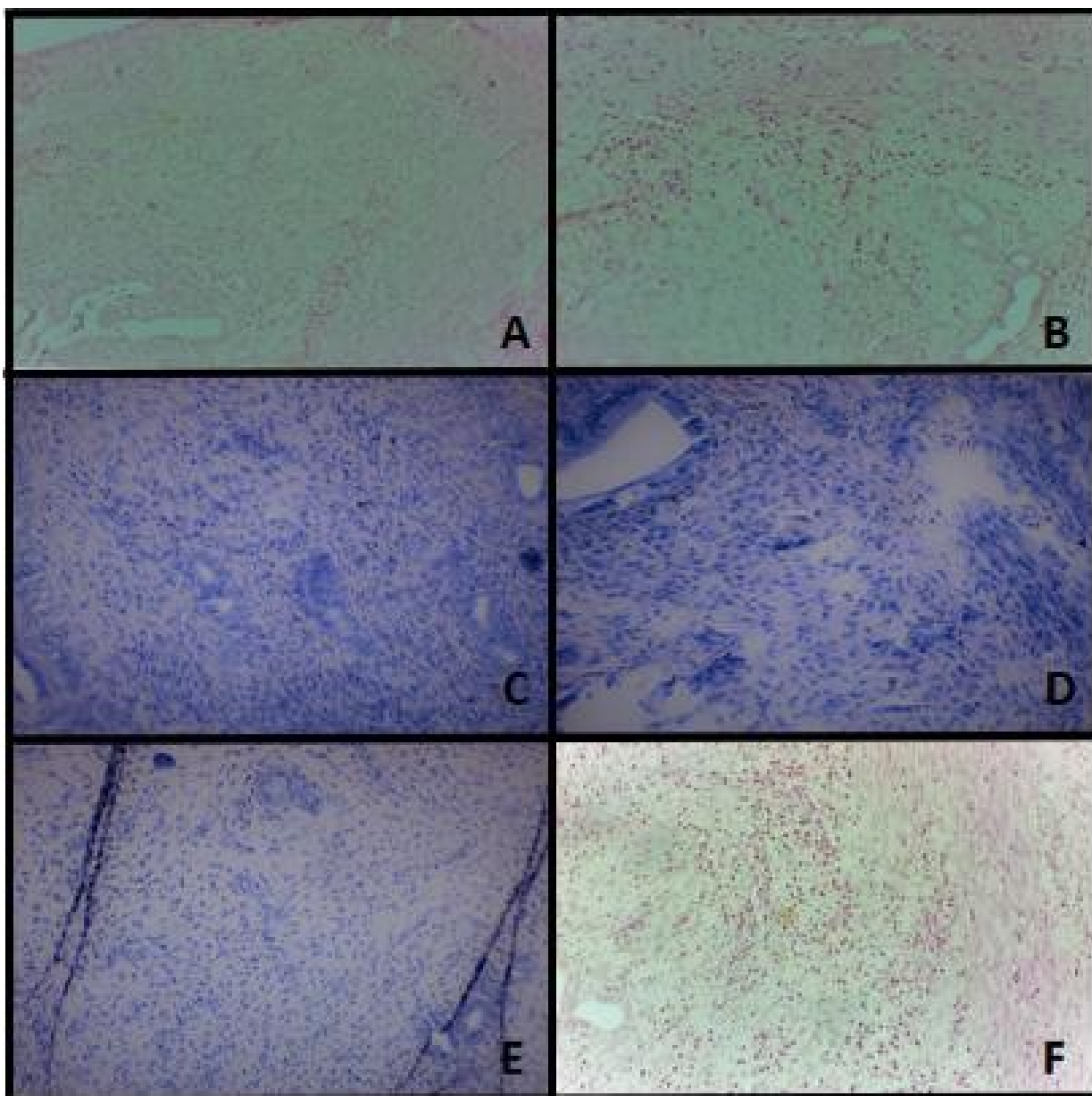


Figura 05: Fotomicrografia - cortes transversais de útero de ratas adultas na fase do estro, coloração em HE. (Útero com leucocitos): (A) grupo SDCNT , (B) grupo EXCNT (C) grupo SDCSC, (D) grupo EXCSC (E) grupo SDBHP e (F) grupo EXBHP. Aumento de 200X.



5.2. Experimento 02 (6 meses)

5.2.1. Ciclo estral

Os resultados do ciclo estral de 6 meses (Figura 06) mostraram diferenças estatísticas ($p < 0,05$) durante a fase de diestro, sendo que o grupo EXCSC apresentou maior percentual quando comparado ao grupo SDBHP. Mas não impactou diretamente no tamanho e número de ciclos estrais quando comparados entre os grupos ($p > 0,05$), assim como o experimento 01.

Sabendo que a fase do diestro apresenta predominância de leucócitos, muito muco e regressão do corpo lúteo, com duração de 57 horas, essa fase pode indicar anestro ou uma redução na ciclicidade ou baixa hormonal, (VILELA et al, 2007), novamente fazendo entender que o aporte de colesterol no grupo castanha pode ter sido um fator que influenciou este dado, prolongando exatamente esta fase ao longo do tratamento (exposição crônica).

5.2.2. Ganho de peso

Semelhante ao que foi observado nos grupos tratados durante 90 dias, o ganho de peso nos grupos controle, tanto SDCNT quanto EXCNT foram estatisticamente significantes ($P < 0,05$) quando comparados aos grupos EXCSC, SDCSC e SDBHP, além de ser também maior, mesmo não estatístico quando comparado ao grupo EXBHP (Figura 07).

Figura 06 - Monitoramento do ciclo estral durante 15 dias de ratas adultas submetidas a diferentes formulações de dietas lipídicas durante 180 dias. Valores expressos como Média + EPM. ANOVA seguido de teste de Dunnett. Letras diferentes expressam diferença estatística ($p < 0,05$).

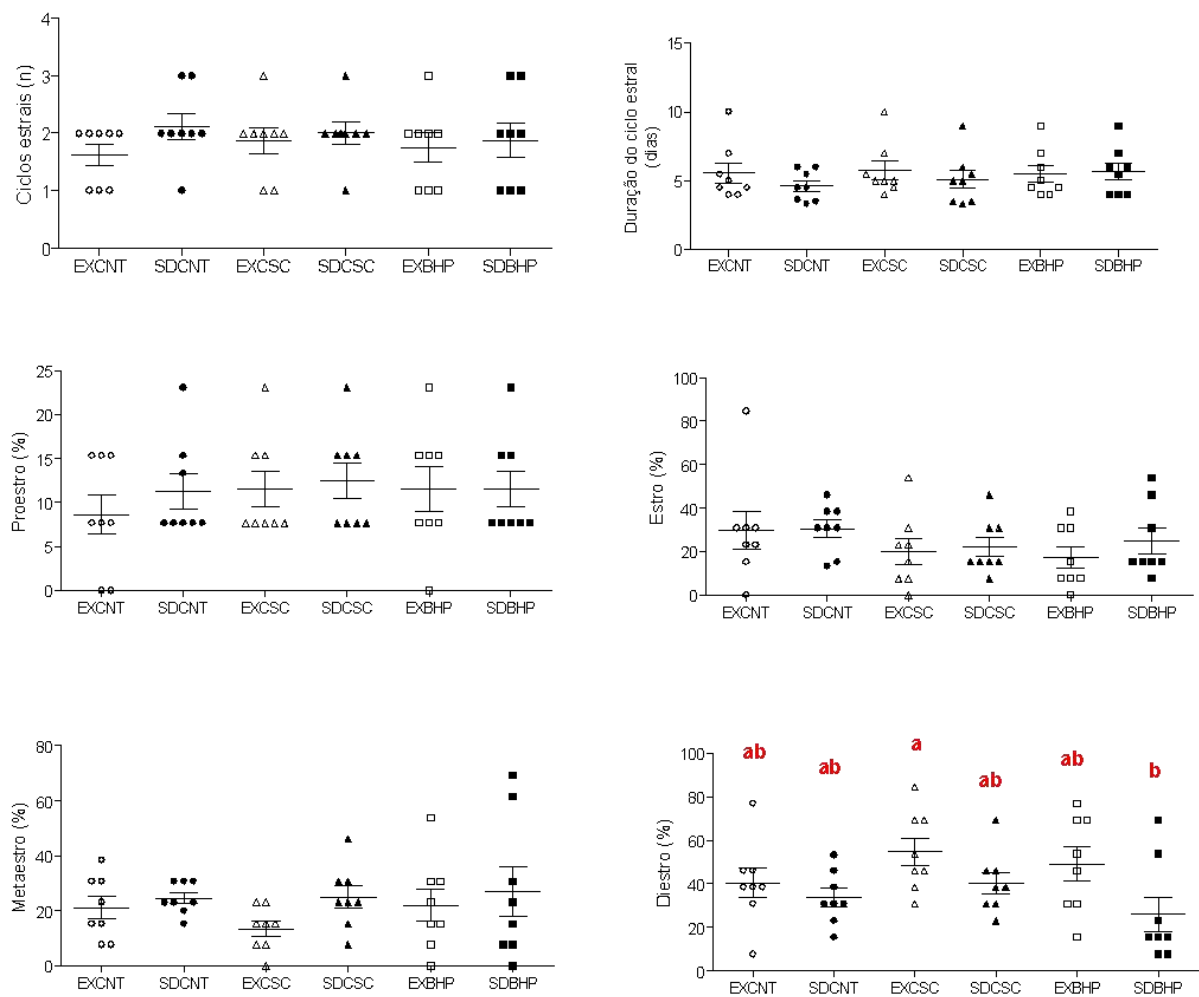
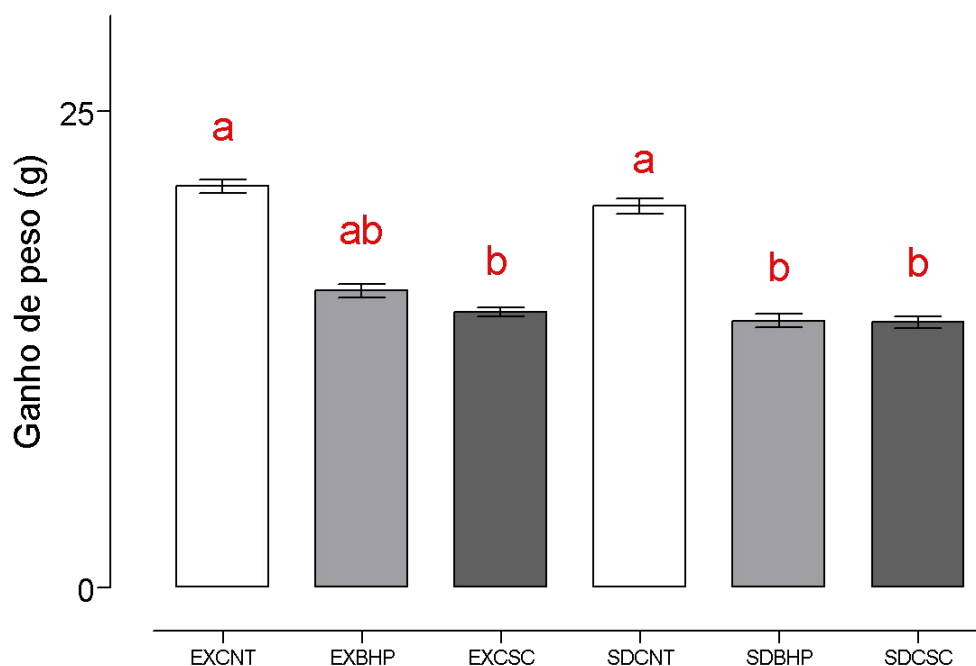


Figura 07 - Ganho de peso de ratas adultas submetidas a diferentes formulações de dietas lipídicas durante 180 dias. Valores expressos como Média + EPM. ANOVA seguido de teste de Dunnett. Letras diferentes expressam diferença estatística ($p < 0,05$).



Avaliando os dados de ganho de peso e do consumo de ração, um ponto a ser discutido além da palatabilidade, é a saciedade dos animais, visto que dietas com fontes diferentes de gordura ou hiperlipídicas podem provocar saciedade mais rápido que dietas padrões, fazendo assim com que os animais se alimentem menos, acarretando, menor ganho de peso quando comparado à ração padrão. Sendo que os animais comeram menos, podem ter tido uma quantidade menor de proteínas ingeridas, durante o percurso do experimento, no entanto outros fatores podem ter influenciado nos resultados alterados, como animais com outras patologias, como problemas cardiovasculares, motores, ou respiratórios.

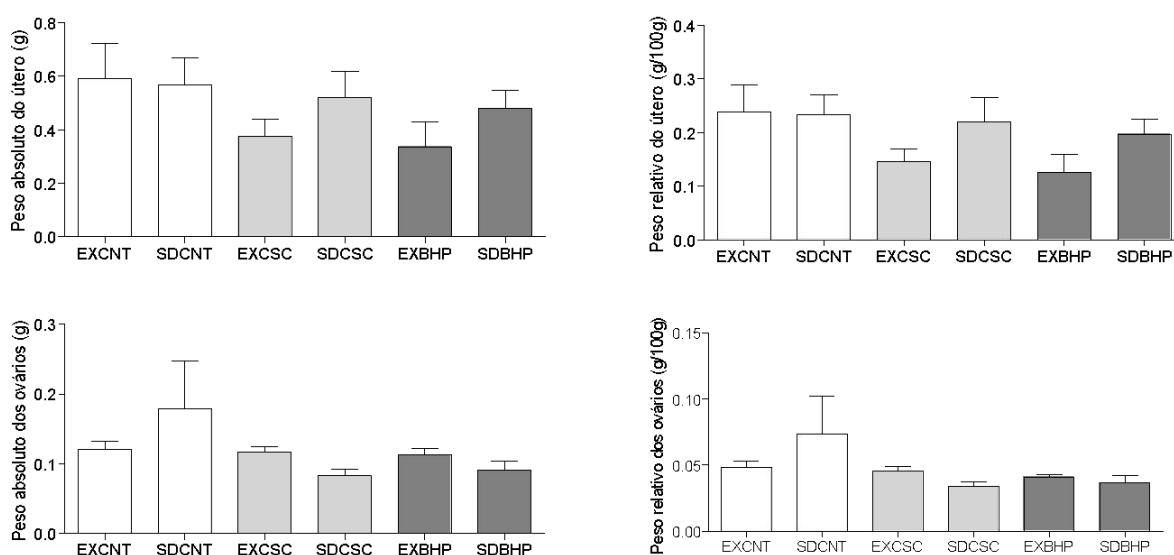
CAMBRAIA, (2004) relatou que dietas influenciam na secreção de hormônios específicos, causando efeitos no comportamento, inclusive na ingestão de nutrientes. Desta forma, a saciedade é tratada como inibidora da alimentação, sendo que trato gastrointestinal parece ter a maior participação na saciedade, que

resulta no cessar da refeição e controle da duração da saciedade entre refeições até a próxima refeição. O consumo médio de diferentes dietas observado por GRESSLER, (2013) mostrou que quanto maior o conteúdo lipídico da dieta (7% x 35%) maior foi a saciedade dos animais, corroborando com o presente estudo.

5.2.3. Peso dos órgãos reprodutores

Os grupos dos 6 meses não mostraram diferença estatística entre os pesos absolutos e relativos dos órgãos reprodutivos, tanto do útero quanto do ovário (Figura 08). Além disso, estes achados reforçam os dados do experimento 01, na qual a diferença dos pesos absolutos não foram observados quando relativizados com o peso corporal, destacando assim a influência do tamanho das ratas e não devido ao tratamento em si.

Figura 08 - Peso absoluto e relativo dos órgãos reprodutores (ovário e útero) de ratas adultas submetidas a diferentes formulações de dietas lipídicas durante 180 dias. Valores expressos como Média + EPM. ANOVA seguido de teste de Dunnett. Não houve letras diferentes que expressam diferença estatística ($p < 0,05$).



5.2.4. Histologia

Assim como no experimento 01, não foram encontradas alterações nas análises histopatológicas dos ovários das fêmeas de 6 meses de exposição (dados não mostrados). Todos os grupos, tanto sedentário quanto submetidos ao protocolo de exercício apresentavam as gônadas bem delimitadas e características, caracterizada por um córtex com a presença de glândulas e folículos ovarianos em vários graus de desenvolvimento, além de uma grande frequência de corpos lúteos, uma vez que as fêmeas foram eutanasiadas em estro. A medula também foi bem característica, com a presença de vasos sanguíneos e nenhum tipo de infiltração. Foram ainda observados em menor frequência folículos do tipo primordial e primário, também padrão pela fase do desenvolvimento, assim como observado nos grupos de 3 meses.

Foi observado tanto nos grupos sedentários quanto nos grupos submetidos a exercícios, com relação a histologia uterina, a presença de infiltrados leucocitários em pelo menos metade dos animais de todos os grupos, incluindo o grupo tratado com ração padrão, tal como no experimento 01 (dados não mostrados). Por outro lado, apenas no grupo exposto a banha de porco, tanto no grupo sedentário quanto no grupo submetido ao exercício, alteração no epitélio glandular em pelo menos 20% dos animais.

Esse resultado é semelhante com o observado por Niño (2022), na qual as secções histológicas ovarianas de animais submetidos a dietas ricas em carboidratos refinados, apresentaram folículos ovarianos em todos os estágios normais de desenvolvimento e continham corpos lúteos, tal como no presente estudo.

Assim como Niño, (2022) os folículos foram classificados como primordiais se um oócito estivesse rodeado por uma camada parcial ou completa de células da granulosa pavimentosas. Já os folículos primários e folículo em crescimento foram classificados quando apresentavam uma única camada de cubóides ou 2 ou mais camadas de células cubóides, respectivamente. Por fim, os folículos antrais foram considerados os folículos contendo três ou mais camadas de células da granulosa e um espaço antral evidenciado.

A atividade física revelou que não ocorreu diferenças significativas entre os grupos estudados, segundo Carvalho (2020), as características de desenvolvimento sexual em ratas Wistar avaliadas com dieta hipercalórica, o exercício físico não causou nenhuma alteração nos grupos exercitados na comparação com seus respectivos grupos sedentários, nesse parâmetro também apresentado pelo Gomes, (2012) com ratas obesas submetidas a exercícios moderado.

6. CONCLUSÃO

Portanto, pode-se concluir, com base neste modelo experimental, que ambas as dietas, ricas em gordura vegetal ou animal, não têm impacto direto no sistema reprodutivo de ratas adultas, pelo menos não na morfologia gonadal. O que, por um lado, abre novas perspectivas sobre a ingestão de diferentes tipos de gorduras nos estudos de saúde e fertilidade e outro, sugere que novos estudos devam ser conduzidos com a intenção de validar a influência da atividade física sobre o sistema reprodutor diretamente.

7. REFERÊNCIAS

Adona, P. R., Monzani, P. S., Guemra, S., dos Santos Miranda, M., & Ohashi, O. M. (2013). Ovogênese e foliculogênese em mamíferos. *Journal of Health Sciences*, 15(3).

Alberts, B., Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., ... & Walter, P. (2017). *Fundamentos da Biologia Celular-4*. Artmed Editora.

ALMEIDA, Martha Elisa Ferreira de. Perfil lipídico e morfologia hepática, aórtica e cardíaca de ratos alimentados com diferentes fontes lipídicas. 2003.

ALVES, (2014) KHANACADEMYMEDICINE. Estrogen | Reproductive system physiology | NCLEX-RN | Khan Academy. YouTube, 25 nov. 2014. Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=eK7Gp6AWnuY>>.

ALVES, M. (2011); OLIVEIRA; SILVA. VII SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS DA UNESP - DRACENA VIII ENCONTRO DE ZOOTECNIA -UNESP DRACENA DRACENA, 05 e

06 DE OUTUBRO DE 2011 A importância da inclusão de óleos e gordura na dieta de Cavalos Atletas. [s.l: s.n.]. Disponível em:

<https://www.dracena.unesp.br/Home/Eventos/SICUD192/A_importancia_da_incluso_de_oleos_e_gordura_na_dieta_de_Cavalos_Atletas..pdf>. Acesso em: 5 ago. 2023.

ARAÚJO, Jordana (2023) Alimentação e colesterol alto. Disponível em:

<<https://opopular.com.br/magazine/saude-a-mesa/alimentac-o-e-colesterol-alto-1.3013317>>. Acesso em: 19 set. 2023.

BARCELLOS, Luiz Alexandre Medrado de. Resposta do sistema serotoninérgico central ao treinamento físico em ratos alimentados com dieta de alta palatabilidade. 2012.

Bassi G, Sidhu SK, Mishra S. The Expanding Role of Mitochondria, Autophagy and Lipophagy in Steroidogenesis. *Cells*. 2021 Jul 22;10(8):1851. doi: 10.3390/cells10081851. PMID: 34440620; PMCID: PMC8391558.

BELLAVER, C.; NONES, K. A Importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 4, 2000, Goiânia. 2000.

BITENCOURT, Guilherme. Caracterização dos efeitos da exposição materna ao Triclosan, durante a prenhez e lactação, na morfofisiologia uterina da prole feminina de rato. 2018.

CABEÇO, L. C. Dieta hiperlipídica com farinha de soja como fonte proteica: utilização na seleção de ratos propensos e resistentes à obesidade. *Revista de Nutrição*, v. 23, p. 417–424, 1 jun. 2010.

CALDATO, Francielle Alves. Efeito do resveratrol nos órgãos reprodutivos de ratas Wistar obesas. 2013.

CAMBRAIA, Rosana Passos Beinrer. Aspectos psicobiológicos do comportamento alimentar. **Revista de Nutrição**, v. 17, p. 217-225, 2004.

CARDINAL, K.; COSTA, J. L. B.; RIBEIRO, A. M. L. Princípios básicos na formulação de rações. *Pubvet, [S. l.]*, v. 13, n. 09, 2019. DOI: 10.31533/pubvet.v13n9a410.1-7.

Disponível em:
<http://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/770>. Acesso em: 13 out. 2023.

Cole TJ, Short KL, Hooper SB. The science of steroids. *Semin Fetal Neonatal Med*. 2019 Jun;24(3):170-175. doi: 10.1016/j.siny.2019.05.005. Epub 2019 May 23. PMID: 31147162.

De Oliveira, E. G., Polisseni, J., Guerra, M. O., & Peters, V. M. (2009). Mecanismos fisiológicos e bioquímicos envolvidos na ovogênese. *Revista Interdisciplinar de Estudos Experimentais-Animais e Humanos Interdisciplinary Journal of Experimental Studies*, 1(1).

DE MEDEIROS, S. R; MARINO, C. T. Valor nutricional dos alimentos na nutrição de ruminantes e sua determinação. Embrapa Gado de Corte-Capítulo em livro científico (ALICE), 2015.

De Carvalho, C., Barbosa, B. F., Gonçalves, A. O., Urias, G. M. P. C., & dos Santos, S. I. S. (2020). EFEITOS DA OBESIDADE SOBRE O DESEMPENHO REPRODUTIVO DE RATOS WISTAR E SOBRE SUAS PROGÊNIES. *Revista Ciência e Saúde On-line*, 5(3)

.

DIAS, C. DE C. Q.(2021). Efeito da ingestão de castanha de caju sobre parâmetros físicos, bioquímicos e comportamentais em ratos dislipidêmicos. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/20691>>. Acesso em: 23 jul. 2023.

FÁVARO LF, Silva LF, Tanamati LW, Schramm MVP, Moretti R. Histologia de Órgãos e Sistemas – Texto e Atlas. Sistema Reprodutor Feminino. Acessado em 21 set 2023. Disponível em <https://histologiatextoeatlasufpr.com.br/index.php/sistema-reprodutor-feminino/>

FONSECA, CAROLINA Wickboldt. Sistema Reprodutor Feminino. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/historep/files/2017/07/Sistema-Reprodutor-Femino.pdf>>. Acesso em 21 set. 2023.

FONSECA, H.; GUTIERREZ, L. E. Composição em ácidos graxos de óleos vegetais e gorduras animais. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, v. 31, n. 0, p. 485–490, 1974.

FONSECA, I. A. T.; CARDOSO, G. A.; MACEDO, M. F.. Efeitos do tipo de dieta hiperlipídica associada ao treinamento físico no tecido adiposo e no fígado de ratas. 2021. Dissertação (Mestrado em Pós Graduação Multicêntrico em Ciências Fisiológicas) - Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

FRANCISCHI, Rachel Pamfilio; PEREIRA, Luciana Oquendo; LANCHETA JR, A. H. Exercício, comportamento alimentar e obesidade: revisão dos efeitos sobre a composição corporal e parâmetros metabólicos. **Rev Paul Educ Fís**, v. 15, n. 2, p. 117-40, 2001.

GAUCHAZH. (2023). Banha de porco é saudável ou deve ser evitada? Disponível em:<<https://gauchazh.clicrbs.com.br/saude/noticia/2023/04/banha-de-porco-e-saudavel-ou-deve-ser-evitada-clgfl9ute003m013vblnochha.html>>. Acesso em: 1 out. 2023.

GOMES, Francisca. Efeitos das dietas hiperlipídicas de banha de porco e castanha de caju associadas ao treinamento físico no tecido adiposo e no fígado de ratas. UERN, 2021.

Gomes, R. M., Marques, A. S., Torrezan, R., Scomparin, D. X., Mathias, P. C. D. F., & Rinaldi, W. (2012). Efeito de um programa de exercício físico moderado em ratos de diferentes modelos de obesidade. *Revista da Educação Física/UEM*, 23, 285-294.

GRESSLER, Camila Costa. Efeitos da dieta hiperlipídica suplementada com óleos vegetais nos parâmetros metabólicos e inflamatórios em ratos Wistar. 2013.

MORAIS, Cecília Sandra Nunes. Efeitos das fontes e níveis de lipídios nas dietas de ratos machos da linhagem Wistar (*Rattus norvegicus*) sobre frações lipídicas do sangue. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p. 1082-1088, 2003.

MOURA, Adriana Pedrosa. Sistema reprodutor feminino. 2018. Disponível em: <<http://repositorio.bahiana.edu.br/jspui/bitstream/bahiana/2516/1/Roteiro%20pr%C3%A1tico%20Sistema%20Reprodutor%20Feminino.pdf>>.

Miller WL, Auchus RJ. The molecular biology, biochemistry, and physiology of human steroidogenesis and its disorders. *Endocr Rev*. 2011 Feb;32(1):81-151. doi: 10.1210/er.2010-0013. Epub 2010 Nov 4. Erratum in: *Endocr Rev*. 2011 Aug;32(4):579. PMID: 21051590; PMCID: PMC3365799.

NICIURA, Simone Cristina Meio. Anatomia e fisiologia da reprodução de fêmeas bovinas. 2008.

NIÑO, OSCAR MAURICIO SANTAMARIA. **Centro de Ciências da Saúde Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas Laboratório de Endocrinologia e Toxicologia Celular**. 2022. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Espírito Santo.

Pauli, J. R., Ropelle, E. R., Cintra, D. E., & Souza, C. T. D. (2009). Efeitos do exercício físico na expressão e atividade da AMPK α em ratos obesos induzidos por dieta rica em gordura. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 15, 98-103.

Pesquisa do IBGE mostra aumento da obesidade entre adultos. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/saude-e-vigilancia-sanitaria/2020/10/pesquisa-do-ibge-mostra-aumento-da-obesidade-entre-adultos>>.

SARTORI, Roberto; GUARDIEIRO, Monique Mendes. Fatores nutricionais associados à reprodução da fêmea bovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 422-432, 2010.

Schade DS, Shey L, Eaton RP. Cholesterol Review: A Metabolically Important Molecule. *Endocr Pract*. 2020 Dec;26(12):1514-1523. doi: 10.4158/EP-2020-0347. PMID: 33471744.

SILVA, Márcio Pereira de; MARCONDES, Maria Cristina Cintra Gomes; DE MELLO, Maria Alice Roston. Exercícios aeróbio e anaeróbio: efeitos sobre a gordura sérica e tecidual de ratos alimentados com dieta hiperlipídica. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 4, n. 3, p. 43-56, 1999.

VILELA, Márcio Gomes; JÚNIOR, J. L. S.; SILVA, JG de C. Determinação do ciclo estral em ratas por lavado vaginal. *Femina*, v. 35, n. 10, p. 667-670, 2007

WELLERSON, R.; SCARANO. Controle Endócrino da Ovogênese Ciclo Sexual Feminino Quais hormônios regulam a ovogênese? 2015. Disponível em: <<https://www1.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Morfologia/control-hormonal-feminino.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2022.