



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO DE PRACAXI E SUA INCLUSÃO EM
DIETAS DE CODORNAS JAPONESAS**

BRUNA DE SOUZA EBERHART

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

Dourados – MS
2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO DE PRACAXI E SUA INCLUSÃO EM DIETAS DE CODORNAS JAPONESAS

BRUNA DE SOUZA EBERHART
Médica Veterinária

Orientador: Prof^a. Dr^a. Claudia Marie Komiyama

Co-orientadores: Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia

Prof^a. Dr^a. Maria

Fernanda Castro Burbarelli

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal.

Dourados – MS
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

16c	<p>Eberhart, Bruna de Souza.</p> <p>Caracterização do óleo de pracaxi e sua inclusão em dietas de codornas japonesas. / Bruna de Souza Eberhart. – Dourados, MS : UFGD, 2022.</p> <p>Orientadora: Prof. Claudia Marie Komiyama.</p> <p>Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. Fitoterapia. 2. Óleos da Amazônia. 3. <i>Pentaclethra macroloba</i>. I. Título.</p>
-----	---

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

**CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO DE PRACAXI E SUA INCLUSÃO EM DIETAS DE
CODORNAS JAPONESAS**

por

BRUNA DE SOUZA EBERHART

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de MESTRA EM ZOOTECNIA

Aprovado em: 31/03/2022



Profa. Dra. Claudia Marie Komiyama
Orientadora – UFGD



Profa. Dra. Fabiana Ribeiro Caldara
UFGD



Profa. Dra. Gisele Aparecida Felix
UNIGRAN

A minha amada avó Suely, minha inspiração, aquela quem sempre sonhou com esse momento, e por motivos maiores não se encontra presente para compartilha-lo comigo.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus quem me deu forças para lutar pelos meus sonhos.

Ao meu namorado Adriano Espinosa, por ser meu incentivador nos momentos difíceis, meu companheiro e auxiliador durante todo esse tempo.

Ao meu super irmão Leonardo Eberhart, que não mediu esforços para sempre estar me ajudando em todas as atividades desenvolvidas.

Aos meus pais, por sempre me incentivar a ser alguém melhor, a não desistir e a alcançar meus sonhos.

As minhas amigas Alessandra Pereira e Luana Ely, por todo companheirismo em lutarem ao meu lado para que esse momento fosse possível.

Ao meu amigo Rafael Borges, por toda sua excelência e competência na condução do nosso experimento e por tornar os meus dias mais felizes.

As minhas amigas Ester Bertoldo e Charote Jardim por estarem sempre ao meu lado me ajudando em todas as situações.

Ao meu amigo Jean Kaique Valentim que ao decorrer de todo o meu mestrado me ensinou e me auxiliou em todas as minhas dificuldades.

A minha mentora, Prof^a Dra. Gisele Aparecida Félix por ter me direcionado e sempre me apoiado em todas as fases da minha formação, pela sua amizade e carinho sempre serei grata.

À minha querida orientadora, Prof^a. Dra. Claudia Marie Komiyama, pelos ensinamentos, paciência e carinho dedicados durante toda a orientação.

Aos meus coorientadores, Prof. Dr. Rodrigo Garófalo Garcia e a Prof^a. Dra. Maria Fernanda de Castro Burbarelli por toda dedicação e ensinamentos.

A Prof^a. Dra. Flávia Barbieri Bacha que se dispôs com todo amor e carinho a nos ajudar com as análises histológicas.

A Prof^a. Dra. Érica R. Sena Gandra pelo auxílio na formulação do projeto de pesquisa e obtenção do óleo de pracaxi para realização do mesmo.

A Prof^a Claudia Cardoso responsável pelas análises de composição do óleo de pracaxi.

À equipe de trabalho, pela dedicação, amizade, paciência e por todo auxílio no desenvolvimento do experimento, não teríamos resultados sem vocês!

Ao curso de Pós-Graduação em Zootecnia da UFGD e de todos os profissionais que de alguma forma colaboraram para a minha formação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida nesses dois anos.

“Ouse e forças poderosas virão em sua ajuda.”

Goethe

RESUMO

Em virtude da necessidade de investigar novos produtos que possam ser explorados como moduladores de desempenho que possa ser utilizados como aditivos zootécnicos, os fitoterápicos são uma excelente opção, uma vez que esses produtos possuem uma riqueza de compostos bioativos, aliado ao fato do nosso país possuir uma flora riquíssima inexplorada, como é o caso do pracaxi (*Pentaclethra macroloba*). Nesse sentido, buscou avaliar esse produto pouco explorado, o óleo de pracaxi. Foram realizadas avaliações sobre o perfil de ácidos graxos do óleo em questão por meio de cromatografia gasosa, para avaliação da capacidade antioxidante foram realizados testes de DDPH, FRAP e ABTS e a composição dos compostos fenólicos foi determinada por reagentes específicos. Para compreensão de um possível potencial tóxico do produto foi avaliada a toxicidade oral subcrônica, sendo utilizados 40 ratos Wistar albinos, submetidos às avaliações descritas pelo manual da OECD (Guia 407). Para investigação dos efeitos da inclusão de óleo de pracaxi sobre a dieta de codornas foram avaliados a produtividade, qualidade de ovos, digestibilidade, biometria dos órgãos e deposição de ácidos graxos nas gemas dos ovos em 175 codornas japonesas, em um delineamento totalmente casualizado com 5 tratamentos (T1: controle 0% inclusão; T2: 0,045% inclusão de óleo de pracaxi; T3: 0,090% de inclusão de pracaxi; T4: 0,180% de inclusão de óleo de pracaxi; T5: 0,360% de inclusão de óleo de pracaxi), 7 repetições com 5 animais cada por dois períodos de 28 dias. Os resultados analíticos mostraram que o óleo em análise apresenta em sua composição química diferentes ácidos graxos: ácido oleico, linoleico, araquídico e beênico, que são responsáveis por mais de 90% da composição. Em menor porcentagem foram encontrados os ácidos láuricos (0,17%), mirístico (0,09%), palmítico (1,49%), esteárico (3,45%) e linolênico (1,39%). Conforme os resultados gerados pelos testes antioxidantes pode-se concluir que o óleo de pracaxi possui alta capacidade antioxidante, e é um produto com alta composição de compostos fenólicos. Em relação à avaliação de toxicidade não foram verificadas alterações nos sinais clínicos e peso dos órgãos, porém na histologia foram observadas alterações brandas de um possível processo tóxico com o aumento da ingestão do óleo. Para as aves que receberam a inclusão com óleo de pracaxi notou-se a piora da conversão alimentar por dúzia de ovos, aumento da deposição de ácido linolênico na gema dos ovos, aumento da absorção de proteínas e minerais. Conclui-se que o óleo de pracaxi pode ser incluso na dieta de aves sem causar interferências sobre a qualidade dos ovos, melhorando a deposição de ácidos graxos na gema dos ovos e melhorando a absorção de nutrientes, além de ser um produto com alta capacidade antioxidante.

ABSTRACT

Due to the need to investigate new products that can be explored as performance modulators that can be used as zootechnical additives, phytotherapies are an excellent option, since these products have a wealth of bioactive compounds, combined with the fact that our country has a rich unexplored flora, such as pracaxi (*Pentaclethra macroloba*). In this sense, it sought to evaluate this little explored product, pracaxi oil. Evaluations were carried out on the fatty acid profile of the oil in question by means of gas chromatography, to evaluate the antioxidant capacity, DDPH, FRAP and ABTS tests were carried out and the composition of the phenolic compounds was determined by specific reagents. To understand a possible toxic potential of the product, the subchronic oral toxicity was evaluated, using 40 albino Wistar rats, submitted to the evaluations described by the OECD manual (Guide 407). To investigate the effects of the inclusion of pracaxi oil on the diet of quails, productivity, egg quality, digestibility, organ biometry and fatty acid deposition in egg yolks were evaluated in 175 Japanese quails, in a completely randomized design with 5 treatments (T1: control 0% inclusion; T2: 0.045% inclusion of pracaxi oil; T3: 0.090% inclusion of pracaxi; T4: 0.180% inclusion of pracaxi oil; T5: 0.360% inclusion of pracaxi oil) .7 repetitions with 5 animals each for two periods of 28 days. The analytical results showed that the oil under analysis has different fatty acids in its chemical composition: oleic, linoleic, arachidic and behenic acid, which are responsible for more than 90% of the composition. In a lower percentage, lauric (0.17%), myristic (0.09%), palmitic (1.49%), stearic (3.45%) and linolenic (1.39%) acids were found. According to the results generated by the antioxidant tests, it can be concluded that pracaxi oil has a high antioxidant capacity, and is a product with a high composition of phenolic compounds. Regarding the toxicity assessment, no changes were observed in clinical signs and organ weight, however, in the histology, mild changes of a possible toxic process were observed with the increase in oil intake. For the birds that received the inclusion with pracaxi oil, there was a worsening of feed conversion per dozen eggs, an increase in the deposition of linolenic acid in the egg yolk, an increase in the absorption of proteins and minerals. It is concluded that pracaxi oil can be included in the diet of birds without interfering with the quality of the eggs, improving the deposition of fatty acids in the egg yolk and improving the absorption of nutrients, in addition to being a product with high antioxidant capacity.

SUMÁRIO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
CAPÍTULO 1	3
REVISÃO DE LITERATURA	3
INTRODUÇÃO	4
FITOGÊNICOS	5
ÓLEOS ESSENCIAIS E FUNCIONAIS	6
MÉTODOS DE EXTRAÇÃO	7
ÓLEO DE PRACAXI	8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10
CAPÍTULO 2	17
CARACTERIZAÇÃO E TOXICIDADE ORAL SUBCRÔNICA DO ÓLEO DE <i>PENTACLETHRA MACROLOBA</i> (PRACAXI) EM RATOS WISTARS	17
RESUMO	18
ABSTRACT	18
INTRODUÇÃO	19
MATERIAL E MÉTODOS	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
CAPÍTULO 3	43
ÓLEO FUNCIONAL DE <i>PENTACLETRHA MACROLOBA</i> (PRACAXI) NA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS	43
RESUMO	44
ABSTRACT	44
INTRODUÇÃO	45

MATERIAL E MÉTODOS	46
RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
CONSIDERAÇÕES FINAIS	62

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

- Tabela 1** – Critérios e sinais clínicos das avaliações diárias realizados em ratos Wistars submetidos à avaliação de toxicidade oral subcrônica com óleo de pracaxi..... 24
- Tabela 2** – Testes realizados semanalmente e sinais clínicos avaliados em ratos Wistars submetidos à avaliação de toxicidade oral subcrônica com óleo de pracaxi.....25
- Tabela 3** – Composição dos principais ácidos graxos do óleo de *Pentaclethra macroloba* (Pracaxi) realizada por cromatografia gasosa.....27
- Tabela 4** – Compostos fenólicos totais, flavonoides e taninos presentes no óleo de pracaxi.....28
- Tabela 5** – Ensaio sobre a capacidade antioxidante do óleo de pracaxi pelo método DDPH, FRAP e ABTS.....30
- Tabela 6** – Efeito do óleo de pracaxi sobre o peso, ganho de peso, conversão alimentar, eficiência alimentar e peso dos órgãos de ratos Wistars32

CAPÍTULO 3

- Tabela 1** - Composição dos principais ácidos graxos do óleo de *Pentaclethra macroloba* por cromatografia gasosa.....45
- Tabela 2** – Composição das dietas fornecidas às codornas.....46
- Tabela 3** – Efeito do óleo de pracaxi sobre os parâmetros produtivos das codornas japonesas.....52
- Tabela 4** - Efeito da inclusão de óleo de pracaxi em dietas de codornas japonesas sobre a qualidade de ovos.....53

Tabela 5- Composição de ácidos graxos presentes das gemas dos ovos de codornas japonesas submetidas a dietas com diferentes níveis de inclusão de óleo de pracaxi.....54

Tabela 6- Efeito do óleo de pracaxi na dieta de codornas sobre o peso vivo e biometria dos órgãos.....54

Tabela 7 – Coeficiente de digestibilidade da matéria seca, extrato etéreo, proteína bruta, matéria mineral e energia metabolizável aparente corrigida das dietas.....55

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

- Figura 1** – Forma de identificação utilizada na base da cauda de ratos Wistars submetidos à avaliação de toxicidade oral subcrônica com óleo de *Pentaclethra macroloba* (pracaxi).....22
- Figura 2** – Testes semanais para avaliação da condição neurológica de ratos Wistars submetidos a avaliação de toxicidade oral subcrônica do óleo de *Pentaclethra macroloba* (pracaxi).....23
- Figura 3** – Teste de propriocepção realizado durante as avaliações semanais para avaliação da condição neurológica de ratos Wistars submetidos à avaliação de toxicidade oral subcrônica do óleo de *Pentaclethra macroloba* (pracaxi).....25

CAPÍTULO 1

REVISÃO DE LITERATURA

INTRODUÇÃO

O crescimento da coturnicultura se deve à busca crescente do mercado consumidor por fontes de proteína animal de qualidade, características pelas quais a carne e os ovos de codorna se destacam (SILVA et al., 2017).

Contudo, o sucesso da produção dessas aves está intimamente ligado à nutrição que deve ser fornecida de forma balanceada para garantir o atendimento das demandas nutricionais e o máximo desempenho produtivo (DOSOKY et al., 2021).

Como forma de maximizar o desempenho produtivo dos animais, são utilizados os aditivos alimentares como uma ferramenta que auxilia tanto o desempenho produtivo como também garantem melhores condições de saúde (LEMOS et al., 2017).

De acordo com a Instrução Normativa nº 44 de 15 de dezembro de 2015, a definição de aditivo para produtos destinados à alimentação animal é “*substância, micro-organismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizada normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios ou atenda às necessidades nutricionais*”.

Dentro da classificação de aditivos se destacam os aditivos zootécnicos por proporcionarem melhores condições aos animais para expressarem todo o seu potencial máximo. Entre os principais aditivos zootécnicos se destacam os antimicrobianos, probióticos, prebióticos, simbióticos, ácidos orgânicos e os óleos essenciais/funcionais (LEMOS et al., 2017).

Ao longo dos últimos anos, os antibióticos, em doses subterapêuticas, foram utilizados como aditivos moduladores de desempenho, pois causam a redução de agentes danosos ao sistema digestivo, possibilitando melhor absorção dos nutrientes, garantido dessa forma alta eficiência produtiva, com a diminuição da mortalidade e melhora no ganho de peso e conversão alimentar (LORENÇON et al., 2007).

Entretanto, o uso de antibióticos tem sido discutido e desestimulado devido às possíveis formações de resistências a diferentes bactérias (BROWN et al., 2017). Atualmente, na atividade avícola a procura por aditivos alimentares alternativos ao uso dos antimicrobianos, com efeito, melhorador de crescimento é crescente. Os probióticos são cepas específicas de microrganismos que atuam como auxiliares na recomposição da microbiota intestinal dos animais, causando redução de microrganismos indesejáveis devido à exclusão competitiva pelos mesmos nutrientes, sendo os probióticos mais utilizados do gênero

Lactobacillus, *Bifidobacterium*, *Escherichia*, *Enterococcus* e *Bacillus* (MUZAFFAR et al., 2020).

Biswas et al. (2019) definiram os prebióticos como compostos não digeríveis por enzimas, sais e ácidos produzidos pelo organismo animal, mas que são fermentados pelos microrganismos do trato gastrointestinal, levando a estimulação do crescimento das bactérias benéficas ao trato gastrointestinal. Os prebióticos mais utilizados são as hexoses como glicose, frutose (frutoligossacarídeos – FOS), galactose e manose (mananoligossacarídeos - MOS), e pentoses como ribose e arabinose.

Os ácidos orgânicos são substâncias que contém uma ou mais carboxila em sua molécula. Na produção animal geralmente são utilizados os ácidos fracos de cadeia curta, como o ácido láctico, propiônico, acético e cítrico. A utilização de ácidos orgânicos propicia melhores condições do trato gastrointestinal para combater microrganismos patógenos, pois esses ácidos atuam diretamente na membrana celular das bactérias e fungos se complexando com os mesmos, evitando o crescimento de microrganismos causadores de doenças. Além disso, reduzem o pH estomacal que combinado com a ação bactericida dos ácidos, garantem a integridade intestinal dos animais de produção (CHEN et al., 2021).

Segundo Nuñez (2021), as enzimas exógenas são compostos proteicos que agem sobre substratos específicos em condições ideais de temperatura, umidade e pH. Essas substâncias são capazes de melhorar a digestão e absorção dos ingredientes fornecidos na dieta, pois removem os fatores antinutricionais da dieta, aumentam a disponibilidade de nutrientes e a digestão de fibras e auxiliam suplementando a ação das enzimas endógenas.

Os óleos essenciais e os óleos funcionais são produtos fitogênicos (substâncias extraídas de uma fonte vegetal), com propriedades naturais antimicrobianas, antioxidantes, analgésicos, entre outras (MOUNIA et al., 2018). Quanto mais hidrofóbico for o óleo, maior será o seu potencial antimicrobiano, pois ele terá maior interação com os lipídios da membrana celular e com as mitocôndrias das bactérias patógenas (COSTA et al., 2020).

FITOGÊNICOS

Segundo a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC nº 26/2014 publicada pelo Ministério da Saúde, fitogênicos são todos os produtos obtidos de matéria-prima ativa vegetal, exceto substâncias isoladas, com finalidade profilática, curativa ou paliativa. Tais medicamentos devem ser obtidos exclusivamente de recursos vegetais, onde a eficácia e a segurança de sua utilização devem ser baseadas em evidências clínicas com constância e publicados na literatura técnico-científica.

Devido aos bons resultados obtidos pelas substâncias fitogênicas à produção animal e à medicina humana, tem-se destacado a importância do uso das plantas medicinais na promoção do desenvolvimento zootécnico, ao combate de diversas doenças e a estimulação do sistema imunológico (DHAMA et al., 2018; ABDELNOUR et al., 2018).

Em um estudo, foi relatado que a inclusão do óleo essencial de melancia (*Citrullus lanatus*) melhorou a saúde de poedeiras ao influenciar positivamente a hematopoiese, além de melhorar a resistência óssea (MARUME et al., 2020). Em outro, a adição de óleo de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) na dieta de codornas japonesas melhorou o desempenho de crescimento, pois a adição do óleo aumentou a secreção das enzimas digestivas propiciando um melhor aproveitamento dos nutrientes e dificultando a fixação de bactérias patogênicas no intestino (MAHGOUB et al., 2019).

Segundo Abudabos et al. (2018), a adição de óleo de orégano (*Origanum vulgari*), em dietas de frangos de corte da linhagem Ross 308 desafiados por *Clostridium perfringens* apresentou efeitos benéficos na modulação intestinal, dessa forma a redução de microrganismos patógenos causou a diminuição das lesões intestinais com melhora na morfologia intestinal, diminuição da resposta inflamatória e melhora na imunidade específica.

ÓLEOS ESSENCIAIS E FUNCIONAIS

Os fitogênicos em forma de óleos podem ser classificados de duas formas: óleos funcionais e essenciais. Os óleos funcionais são definidos como os óleos extraídos de matéria vegetal (sementes, folhas, frutos, inflorescências, entre outros) que possuem além da sua capacidade energética, outras funções como: atividade antioxidante, antimicrobiana e anti-inflamatória. Tais atividades são encontradas nesses óleos, além da presença dos ácidos graxos e de compostos bioativos como fosfolipídios, fitosteróis, tocoferóis, tocotrienóis, esteróis, esqualeno, carotenoides e clorofila, sendo a principal forma de obtenção desses produtos por meio de prensagem a frio (SANDERS, 2016).

Em virtude dos compostos bioativos presentes nos óleos funcionais, esses produtos são extremamente requisitados pela indústria farmacêutica e de cosméticos, sendo geralmente utilizados como emolientes, excipientes, coadjuvantes, transportadores transdérmicos, entre outros (GYLLIN et al., 2014).

Pode-se citar como exemplo dos óleos funcionais, o óleo de Pracaxi (*Pentaclethra macroloba*), Copaíba (*Copaifera spp*), Macadâmia (*Macadamia integrifolia*), semente de Abóbora (*Cucurbita moschata*) e Uva (*Vitis vinifera*) (SANDERS, 2016).

Já os óleos essenciais são extraídos de essências ou especiarias que também podem desempenhar diferentes atividades (antimicrobiana, antioxidante e anti-inflamatória) dentro

do organismo. A principal fonte de obtenção desses produtos é a destilação com água ou vapor, por processo mecânico ou por destilação a seco (COSTA et al., 2020). Como exemplo dos óleos essenciais pode-se citar o óleo de alecrim (*Salvia rosmarinus*), orégano (*Origanum vulgari*), cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) e gengibre (*Zingiber officinale*) (AMAD et al., 2011; SRINIVASAN, 2017; ABUDABOS et al., 2018)

Para melhor compreensão sobre os princípios ativos presentes nos óleos funcionais e essenciais se faz necessário conhecer o metabolismo desses produtos. Os metabólitos primários gerados pelas plantas, como os açúcares e os lipídios, são nutrientes presentes em todas as plantas e são fundamentais para o funcionamento do metabolismo delas. Porém, também são produzidos metabólitos secundários, esses por sua vez, estão presentes em apenas alguns gêneros ou espécies de plantas, sendo que não são essenciais ao metabolismo delas (HASHEMI e DAVOODI, 2011).

As moléculas geradas pelo metabolismo secundário são conhecidas popularmente como princípios ativos, essas substâncias apresentam estruturas químicas e modo de ação diferentes que possibilitam a diversidade dos efeitos biológicos, como por exemplo, efeitos anticarcinogênicos, anti-inflamatórios, antioxidante, antimicrobiano e imunomodulatório (BRENES e ROURA, 2010).

Dentre os princípios ativos responsáveis pelas diferentes propriedades pode-se citar: saponinas, taninos, flavonoides, glicosídeos, alcaloides, quinonas, terpenos, cumarinas, carvacrol, timol, dentre outros. A formação dessas substâncias é diretamente influenciada pelo ambiente, como por exemplo: o tipo de solo, estações do ano e ciclo vegetativo da planta (TAKEUSHI e CAFÉ, 2019).

Os aditivos fitogênicos estão se destacando na preferência dos consumidores por se alinharem ao conceito de “limpo, verde e ético”. O “limpo” consiste em reduzir o uso de compostos sintéticos, o “verde” na diminuição dos impactos gerados ao meio ambiente e o “ético” aliado aos efeitos gerados no bem-estar animal (STEVANOVIC et al., 2018).

MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

O processo de extração dos óleos tem como intuito realizar a separação de compostos por meio de processos químicos, físicos ou mecânicos, tendo esse processo relação direta com as características dos óleos vegetais que podem sofrer alterações devido às condições que eles são submetidos (irradiação, temperatura, concentração de oxigênio, secagem das sementes, entre outros) (LIRA et al., 2021).

Os métodos de extração mais comumente utilizados para a obtenção dos óleos vegetais são aqueles que promovem alto rendimento, custos reduzidos e produtividade

elevada, como o método de prensagem, extração por fluido supercrítico, extração com solvente e extração com solvente associada à prensagem (MENDONÇA et al., 2020).

A prensagem mecânica ou também conhecida como prensagem a frio é o processo de extração ideal para sementes oleaginosas, porém apresenta baixo rendimento, podendo ser realizada por meio de processos artesanais e industriais. Esse método consiste no esmagamento das sementes para a obtenção do óleo sem aplicação de calor ou refinamentos químicos, permitindo preservar os nutrientes, cor, aroma e sabor dos produtos (SOUSA et al., 2019).

O uso de solventes (hexano e éter) para extração de óleos é recomendado para polpa *in natura*, sementes oleaginosas e resíduos gerados após a extração mecânica, para isso é necessário que esses produtos estejam triturados para aumentar a superfície de contato, e o solvente poder ser recuperado por meio de destilação. Todavia, esse método pode comprometer a composição dos óleos gerados e ainda é um processo que polui o meio ambiente por conta dos resíduos gerados (LIRA et al., 2021).

A extração com fluidos supercríticos é um método de alta tecnologia e rendimento, sendo considerado uma tecnologia limpa, seletiva, levando a obtenção de produtos com a composição química preservada. Neste método, alguns parâmetros devem ser controlados, tais como pré-tratamento da amostra, granulometria do material, temperatura, pressão, tempo, fluxo de solvente, entre outros, de modo a maximizar o rendimento dos compostos de interesse e minimizar a extração simultânea de compostos indesejáveis (AHMAD et al., 2019).

ÓLEO DE PRACAXI

O óleo de Pracaxi é extraído das sementes da árvore *Pentaclethra macroloba*, popularmente conhecida como mulateiro, pracaxi ou paracaxi, nativa da família *Fabaceae*, presente em diversas regiões de países como na Costa Rica, Guatemala, México, Panamá, Guiana Francesa, Nicarágua, Peru, Suriname e Brasil (CRUZ e BARROS, 2015). No Brasil, essa árvore é encontrada de forma nativa no bioma amazônico, tanto em regiões secas quanto úmidas, mas principalmente em áreas de várzea. Possui boa capacidade de propagação com tendência a agrupamento (SILVA e DURIGAN, 2018).

A *Pentaclethra macroloba* possui porte arbóreo médio, entre 8 e 14 m de altura, com copa densa, tronco reto e cilíndrico, suas cascas são rugosas, as folhas são do tipo compostas, bipinadas, com coloração verde escura e aspecto brilhante. As flores são pequenas inflorescências brancas, em formato de espiga. Os frutos são do tipo vagem, secos, de coloração verde, que se tornam marrom escuro com a maturação. Essas vagens possuem de 4

a 6 sementes grandes, de coloração marrom escura e quando maduras passam a ter aspecto opaco (CRUZ e BARROS, 2015).

As sementes são comestíveis e fornecem de 45 a 48% de óleo (ORWA et al., 2009), sendo que elas devem ser coletadas diretamente das árvores antes da abertura dos frutos, entre dezembro e março para produzir o óleo (DANTAS, 2021). O óleo de pracaxi é rico em ácidos graxos como o ácido oleico, beênico, linoleico e lignocérico (BEZERRA et al., 2017), e em menor quantidade também são encontrados o ácido araquídico, esteárico, láurico, mirístico e palmítico (COSTA et al., 2014).

Os ácidos graxos desempenham importantes funções no organismo, como o armazenamento e produção de energia, transporte de lipídios, são essenciais para a formação e manutenção das membranas celulares, atuam também como lubrificantes, emolientes e anti-inflamatórios auxiliando na manutenção da oleosidade natural da pele (BANOV et al., 2014).

Ugbogu e Akukwe (2009) apontam que o óleo de pracaxi é rico em taninos, flavonoides, esteroides, saponinas e alcalóides. Os taninos são polifenóis oriundos de diferentes partes morfológicas das plantas (raízes, flores, folhas, casca e fruto) que apresentam capacidade antioxidante e adstringente (PIZZI, 2021). Esses compostos também possuem caráter antinutricional devido a sua capacidade em se complexar com outras moléculas e dificultar a absorção pelo organismo (CAPRARULO, GIROMINI e ROSSI, 2021).

Em um estudo realizado por Leal et al. (2011) foi verificada a presença de taninos hidrolisáveis (ácido gálico e ácido elágico) em extratos vegetais de *Pentaclethra macroloba* capazes de inibir a síntese de bactérias Gram-positivas (*Staphylococcus spp* e *Enterococcus spp*) e Gram-negativas (*Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter spp* e *Klebsiella pneumoniae*).

Segundo Murray (2020) os flavonoides são compostos bioativos com propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes, antimicrobianas e hormonais. Barbosa et al. (2006) ao examinarem os principais compostos presentes nas leguminosas florestais da Amazônia, encontraram os seguintes flavonoides presentes na *Pentaclethra macroloba*: catequina, flavona e flavonol.

As saponinas são definidas como compostos biorgânicos pertencentes a um grupo heterogêneo de glicosídeos encontradas nos vegetais, que quando agitados em meio aquoso possuem a capacidade de formar espuma, além disso, desempenham atividade antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória e imunoestimulante (SAVAGE, 2003). Segundo as informações apresentadas por Silva et al. (2005), o extrato aquoso de pracaxi possui a capacidade de inibir as atividades hemorrágicas, nucleolíticas e parcialmente miotóxica causadas pelo veneno de cobra do gênero *Bothrops*, pois os efeitos das saponinas

triterpenóides (macrolobina A e B) presentes no extrato são capazes de inibir a ação de íons metálicos divalentes e metalproteases presentes no veneno.

Nas comunidades locais a colheita das sementes é uma importante atividade geradora de renda aos agricultores, além disso, o óleo é utilizado na indústria de cosméticos pelo seu caráter hidratante e antioxidante. Também existem relatos de sua ação cicatrizante e no tratamento de processos inflamatórios (TEIXEIRA et al., 2020).

Também já foram descritos a ação do óleo de pracaxi contra insetos correlacionado à presença de taninos e saponinas triterpênicas (SANTOS et al., 2016). Além disso, Maistro et al. (2013) avaliaram a capacidade genotóxica e citotóxica do óleo de pracaxi em linfócitos periféricos humanos e não constataram alterações prejudiciais nas dosagens testadas.

A ação cicatrizante do óleo de pracaxi foi apontada por Odonne et al. (2017) que revisaram a ação cicatrizante das principais plantas da região amazônica e constataram a capacidade do pracaxi em auxiliar na cicatrização de lesões na pele causadas pela leishmaniose cutânea em humanos na região da Amazônia. Tal efeito foi alcançado devido a composição do óleo de pracaxi em relação aos ácidos graxos (ácido linoleico, beênico e oleico) que auxiliam no processo de cicatrização (CARDOSO et al., 2014).

Banov et al. (2014) verificaram a ação de um composto a base de silicone e óleo de pracaxi puro ou em combinação com outros compostos no tratamento de feridas e cicatrizes cirúrgicas, traumáticas ou de queimaduras e perceberam melhoras consideráveis no processo de cicatrização. Tais resultados podem ser apontados por conta da ação dos ácidos graxos presentes no óleo de pracaxi auxiliarem no tratamento de feridas, como também são responsáveis por aumentarem a permeação das camadas externas da pele, permitindo uma entrega dos fármacos mais rápida e direcionada.

Apesar de sua principal utilização para fins medicinais e cosméticos, o óleo de pracaxi também é utilizado como um óleo de fritura por populações ribeirinhas na região amazônica brasileira (CRESPI e GUERRA, 2013). No entanto, existem poucas informações na literatura a respeito desse óleo e algumas de suas propriedades permanecem desconhecidas e precisam ser estudadas. Em vista disso, o presente trabalho tem como intuito explicar sobre o perfil químico, avaliação de toxicidade oral em período subcrônico e a possível utilização do óleo de pracaxi como modulador de crescimento em codornas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELNOUR, S., ALAGANAWANY, M., ABD EL-HACK, M.E., SHEIHA, A.M., SAADELDIN, I.M., SWELUM, A.A. Crescimento, características de carcaça, hematologia do sangue, metabólitos séricos, imunidade e índices oxidativos de coelhos em crescimento alimentados com dietas suplementadas com óleos de pimenta vermelha ou preta. **Animals**, v.8, p.168, 2018.

ABUDABOS, A. M., ALYEMNI, A. H., DAFALLA, Y. M., KHAN, R. U. The effect of phytogenics on growth traits, blood biochemical and intestinal histology in broiler chickens exposed to *Clostridium perfringens* challenge. **Journal Applied Animal Research**, v.46, n.1, p.691-695. 2018.

AHMAD, T., MASOODI, F. A., RATHER, S. A., WANI, S. M., GULL, A. Supercritical Fluid Extraction: A Review. **Journal og Biological and Chemical Chronicles**, v.,5, n.1, p.114-122. 2019.

AMAD, A. A., MÄNNER, K., WENDLER, K. R., NEUMANN, K., ZENTEK, J. Effects of a phytogenic feed additive on growth performance and ileal nutrient digestibility in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 90, n. 12, p. 2811-2816, 2011.

BARBOSA, A. P., PALMEIRA, R. C. F., NASCIMENTO, C. S., FEITOZA, D. S., CUNHA, M. S. C. Leguminosas Florestais da Amazônia Central. I. Prospecção das Classes de Compostos Presentes na Casca de Espécies Arbóreas. **Revista Fitos**, v.1, n.3, p.47-57, 2006.

BANOV, D., BANOV, F., BASSANI, A.S. Case series: the effectiveness of Fatty acids from pracaxi oil in a topical silicone base for scar and wound therapy. **Dermatol Ther (Heidelb)**.v.4, n.2, p.259-269, 2014.

BEZERRA, C.V., RODRIGUES, A.M. C., OLIVEIRA, P.D., SILVA, D.A., SILVA, L.H.M. Technological properties of amazonian oils and fats and their applications in the food industry. **Food Chemistry**. v. 221, p. 1466–1473. 2017.

BISWAS, A., MOHAN, N., RAZA, M., MIR, N. A., MANDAL, A. Production performance, immune response and blood biochemical parameters in broiler chickens fed diet incorporated with prebiotics. **Journal of Animal Physiology Animal Nutrition**, v.1, p.1–8, 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa, 44 de 15 de dezembro de 2015**. Disponível em:<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/INN43de15dedezembrode2015.pdf> . Acesso em: 25 de maio de 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Resolução da diretoria colegiada, nº 26 de 13 de maio de 2014**. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2014/rdc0026_13_05_2014.pdf. Acesso em: 26 de maio de 2020.

BRENES, A., ROURA, E. Essential oils in poultry nutrition: main effects and modes of action. **Animal feed science and technology**, v.158, n.1, p.1-14, 2010.

BROWN, K., UWIERA, R.R.E., KALMOKOFF, M.L., BROOKS, S.P.J., INGLIS, G.D. Antimicrobial growth promoter use in livestock: a requirement to understand their modes of action to develop effective alternatives. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v.49, p,12-24, 2017.

CAPRARULO, V., GIROMINI, C., ROSSI, L. Review: Chestnut and quebracho tannins in pig nutrition: the effects on performance and intestinal health. **Animal**, v.15, n.1, 2021.

CARDOSO, C.R.B., SOUZA, M.A., FERRO, E.A.V., FAVORETO, S., PENA, J.D.O. Influence of topical administration of n-3 and n-6 essential and n-9 nonessential fatty acids on the healing of cutaneous wounds. **Wound Repairs Regeneration**, v.12, n,2, p.235-243. 2014.

CHEN,Y., XUEMENG.Z., YUNGUANG C. Propionic acid-rich fermentation production from organic wastes: A review. **Bioresource Technology**, v.339, 2021.

COSTA, M.N.F.S., MUNIZ, M.A.P., NEGRÃO, C.A.B., COSTA, C.E.F., LAMARÃO, M.L.N., MORAIS, L., JÚNIOR, J.O.C.S., COSTA, R.M.R. Characterization of *Pentaclethra macroloba* oil, **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v.115, p. 2269-2275, 2014.

COSTA, T.F., GOUVEIA, A.B.V.S., NUNES, F.C., SAMPAIO, S.A., SILVA, N.G.D., ABREU, J.M., JÚNIOR, E.M.A., COSTA, K.O., FEITOSA, T.J.O., PAULO, L.M., SOUZA, C.S., MINAFRA-REZENDE, C.S., SANTOS, F.R., MINAFRA, C.S. Aditivos fitogênicos: óleos essenciais para frangos de corte - revisão. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v.9, n.3, p. 1493-2325, 2020.

CRESPI, B e GUERRA, G. Ocorrência, coleta, processamento primário e usos do Pracaxi (*Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze) na Ilha de Cotijuba, Belém. **Revista Brasileira Agroecologia**. v.8, 176–189, 2013.

CRUZ, E e BARROS, H. **Germinação de sementes de espécies amazônicas: pracaxi [*Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze]**. Comunicado técnico, EMBRAPA, Belém, 2015.

DANTAS, ADELSON ROCHA. **ECOLOGIA, MANEJO E CONSERVAÇÃO DE *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze (Fabaceae) EM FLORESTA DE VÁRZEA ESTUARINA DO RIO AMAZONAS**. 2021. 147 f. Tese (Doutorado) - Curso de Biologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2021.

DHAMA, K., KARTHIK, K., KHANDIA, R., MUNJAL,A., TIWARI, R., RANA, R., KHURANA, S. K., ULLAH, S., KHAN, R.U., ALAGANAWANY, M., FARAG, M. R., DADAR, M., JOSHI, S. K. Potencial medicinal e terapêutico de ervas e metabólitos de extratos vegetais que combatem os patógenos virais – conhecimento atual e perspectivas futuras. **Current Drug Metabolism**, v.19, p.236-263, 2018.

DOSOKY, W.M., ZEWEIL, H.S., AHMED, M.H., ZAHRAN, S.M., SHAALAN, M.M., ABDELSALAM, N.R., ABDEL-MONEIM, E., ABDEL-MONEIM, A., KHALED, T., EL-TABILY, A., MOHAMED, E. E, A. Impacts of onion and cinnamon supplementation as natural additives on the performance, egg quality, and immunity in laying Japanese quail, **Poultry Science**, v.100, n.12, 2021.

GYLLING, H., PLAT, J., TURLEY, S., GINSBERG, H. N., ELLEGÅRD, L., JESSUP, W., JONES, P. J., LÜTJOHANN, D., MAERZ, W., MASANA, L., SILBERNAGEL, G., STAELS, B., BORÉN, J., CATAPANO, A. L., DE BACKER, G., DEANFIELD, J., DESCAMPS, O. S., KOVANEN, P. T., RICCARDI, G., TOKGÖZOGLU, L. Plant sterols and plant stanols in the management of dyslipidaemia and prevention of cardiovascular disease. **Atherosclerosis**, v. 232, n.2, p.346–360. 2014

HASHEMI, S. R.e DAVOODI, H. Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. **Veterinary Research Communications**, v. 35, n. 2, p. 169–180, 2011.

LEAL, I.C.R., JÚNIOR, I.I., PEREIRA, E.M., LAPORT, M.S., KUSTER, R.M., SANTOS, K.R.N. *Pentaclethra maculoba* tannins fractions active against methicillin-resistant staphylococcal and Gram-negative strains showing selective toxicity. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.21, n.6, p.991-999. 2011.

LEMOS, M., CALIXTO, L.F., SOUZA,D., TORRES,K.A., REAIS,T., COELHO,L., FILHO, C.A. Efeito de diferentes aditivos zootécnicos sobre a qualidade de ovos em duas fases produtivas da codorna. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v.69, n.3, p.751-760, 2017.

LORENÇON L., NUNES R.V.N., POZZA P.C., POZZA M.S.S., APPELT M.D.; SILVA W.M.S. Utilização de promotores de crescimento para frangos de corte em rações fareladas e peletizadas. **Acta Science Animal**. v.29, p.151-158. 2007.

MAISTRO, E.L., MARQUES, E. S., TSUBOY, M. S. F. Cytotoxic and genotoxic assessment of Euterpe oleracea fruit oil and *Pentaclethra maculoba* oil in human peripheral lymphocytes. **Toxicology Letters**. **Elsevier**, v. 221, p. S126-S126, 2013.

MENDONÇA, A. P., ALMEIDA, F. A. C., OLIVEIRA, A. S., ROSA, J. C., ARAÚJO, M. E. R., SAMPAIO, P. T. B. Extração de óleo de andiroba por prensa: rendimento e qualidade de óleo de sementes submetidas a diferentes teores de água e temperatura de secagem. **Scientia Florestalis**.v. 48, n.125, e2995. 2020.

MOUNIA, M., NADIR, A., e OMAR, B. Effects of phytogetic products on gut morpho-histology of broiler chickens. **International Journal of Veterinary Science and Research**, v.4, n.1, p. 009-0011, 2018.

MURRAY, M.T. Flavonoids—Quercetin, Citrus Flavonoids, and Hydroxyethylrutosides, **Textbook of Natural Medicine**, 5 edition, Churchill Livingstone, p.613-619. 2020.

MUZAFFAR, K., ROMEE, J., NASEER, A.B., GANI,A., MUSASIR,A.S. Chapter 25 – Commercially available probiotics and prebiotics used in human and animal nutrition, *Advances in probiotics*, **Academic Press**, p.417-435, 2021.

NUÑEZ, M. Enzymes exogenous to milk in dairy technology: proteinases, reference module in food science, **Elsevier**, 2021.

ODONNE, G., HOUËL, E., BOURDY, G., STIEN, D. Healing leishmaniasis in Amazonia: review of ethnomedicinal concepts and pharmaco-chemical analysis of traditional treatments to inspire modern phytotherapies, **Journal of Ethnopharmacology**, 2017.

ORWA, C., MUTUA, A., KINDT, R., JAMNADASS, R., SIMONS, A. *Pentaclethra maculosa* Agroforestry Database a tree Ref. Sel. Guid. version 4.0. **Word Agroforestry Center** Nairobia, 2009.

PIZZI. A, Tannins medical / pharmacological and related applications: A critical review, **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, v.22. 2021.

SANDERS, T. **Functional Dietary Lipids**: food formulation, consumer issues and innovation for health. London: Woodhead Publishing. 317 p. 2016.

SAVAGE, G.P. Saponins, Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition, **Academic Press**, 2 edition, p. 5095-5098, 2003.

SANTOS, A.C.V., FERNANDES, C.C., LOPES, L.M.. SOUSA, A.H. Inseticidal oils from Amazon plants in control of fall armyworm. **Revista Caatinga** v.29, p.642–647. 2016

SILVA, J.O., COPPEDE, J.S., FERNANDES, V.C., SANT'ANA, C.D., TICLI, F.K., MAZZI, M.V., GIGLIO, J.R., PEREIRAM P.S., SOARES, A.M., SAMPAIO, S.V. Antihemorrhagic, antinucleolytic and other antiophidian properties of the aqueous extract from *Pentaclethra macroloba*, **Journal of Ethnopharmacology**, v.100, n.1-2, p. 145-152, 2005.

SILVA, P.F.P., FONSECA, L.S., NAVES, L.P. Criação alternativa de codornas em aviário móvel. **Revista de Ciências Agrárias**, v.60, n.4, p. 366-369, 2017.

SILVA, J.L e DURIGAN, M.F.B. **Valorização e uso popular do óleo de pracaxi [*Pentaclethra macroloba* (wild.) Kuntze]**. Embrapa. Boa Vista, 2018.

SOUSA, R. L., ALMEIDA, B. B., SILVA, R. P., ALBUQUERQUE, L. C. S., CORDEIRO, Y. E. M. Óleo de andiroba: extração, comercialização e usos tradicionais na comunidade Mamangal, Iguarapé-mirim, Pará. **Biodiversidade**, v.10, n.1, p. 68-81. 2019.

SRINIVASAN, K. Ginger rhizomes (*Zingiber officinale*): A spice with multiple health beneficial potentials. **Pharma Nutrition**, v.5, n.1, p.18-28. 2017

STEVANOVIĆ, Z., BOŠNJAK-NEUMÜLLER, J., PAJIĆ-LIJAKOVIĆ, I., RAJ, J., VASILJEVIĆ, M., STEVANOVIĆ, Z. D. Essential Oils as Feed Additives - Future Perspectives. **Molecules**, v. 23, n.1717, p.1-20. 2018

TAKEUCHI, M. C., e CAFÉ, M. B. **Aditivos fitogênicos na alimentação de aves de produção**. Uberlândia: Navegando Publicações, 2016. 72 p.

TEIXEIRA, G.L., MACIEL, L.G., MAZZUTI, S., GONÇALVES, C.B., FERREIRA, S.R.S., BLOCK, J.M. Composition, thermal behavior and antioxidant activity of pracaxi (*Pentaclethra macroloba*) seed oil obtained by supercritical CO₂, **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 24, 2020.

UGBOGU, O.C., e AKUKWE, A.R. The antimicrobial effect of oils from *pentaclethra macrophylla* bent, *chrysophyllum albidum* g.don and *persea gratissima* gaerth f on some local clinical bacteria isolates. **African Journal of Biotechnology**, vol. 8, n. 2, p. 285-287. 2009.

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO E TOXICIDADE ORAL SUBCRÔNICA DO ÓLEO DE *PENTACLETHRA MACROLOBA* (PRACAXI) EM RATOS WISTARS

Artigo redigido e formatado de acordo com as normas da Revista Toxicology Reports. ISSN:
2214-7500.

Fator de impacto: 4,81, Percentil 80% (Scopus)

Projeto aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais UFGD (Protocolo 15/2020)

RESUMO

A tendência pela substituição dos antimicrobianos como promotores de crescimento na nutrição animal é crescente. Os óleos funcionais surgem como uma alternativa devido a sua riqueza em compostos bioativos e a biodisponibilidade. O presente estudo tem como objetivo avaliar o perfil de ácidos graxos, capacidade antioxidante, composição de compostos fenólicos e capacidade tóxica em ratos wistars do óleo de pracaxi (*Pentaclethra macroloba*). As análises sobre o perfil dos ácidos graxos foram realizadas por meio de cromatografia gasosa, para avaliação da capacidade antioxidante foram realizados testes de DDPH, FRAP e ABTS e a composição dos compostos fenólicos foi determinada por reagentes específicos. Para avaliação de toxicidade oral subcrônica utilizou 40 ratos Wistar albinos, submetidos às avaliações descritas pelo manual da OECD (Guia 407). Os resultados analíticos mostraram que o óleo em análise apresenta em sua composição química diferentes ácidos graxos: ácido oleico, linoleico, araquídico e beênico, que são responsáveis por mais de 90% da composição. Em menor porcentagem foram encontrados os ácidos láuricos (0,17%), mirístico (0,09%), palmítico (1,49%), esteárico (3,45%) e linolênico (1,39%). Conforme os resultados gerados pelos testes antioxidantes pode-se concluir que o óleo de pracaxi possui alta capacidade antioxidante, e é um produto com alta composição de compostos fenólicos. Em relação à avaliação de toxicidade não foram verificadas alterações nos sinais clínicos e peso dos órgãos, porém na histologia foram observadas alterações brandas de um possível processo tóxico com o aumento da ingestão do óleo.

Palavras chave: Fitoterapia, ácido graxos, óleo funcional.

ABSTRACT

The trend towards the replacement of antimicrobials as growth promoters in animal nutrition is increasing. Functional oils appear as an alternative due to their richness in bioactive compounds and bioavailability. The present study aims to evaluate the fatty acid profile, antioxidant capacity, composition of phenolic compounds and toxic capacity of pracaxi oil (*Pentaclethra macroloba*) in wistar rats. The analyzes on the fatty acid profile were performed by means of gas chromatography, to evaluate the antioxidant capacity, DDPH, FRAP and ABTS tests were performed and the composition of the phenolic compounds was determined by specific reagents. For the evaluation of subchronic oral toxicity, 40 albino Wistar rats were used, submitted to the evaluations described by the OECD manual (Guide 407). The analytical results showed that the oil under analysis has different fatty acids in its chemical composition: oleic, linoleic, arachidic and behenic acid, which are responsible for more than 90% of the composition. In a smaller percentage, lauric acids (0.17%), myristic (0.09%), palmitic (1.49%), stearic (3.45%) and linolenic (1.39%) acids were found. According to the results generated by the antioxidant tests, it can be concluded that pracaxi oil has a high antioxidant capacity, and is a product with a high composition of phenolic compounds. Regarding the toxicity evaluation, no changes were observed in clinical signs and organ weight, however, in the histology, mild changes of a possible toxic process were observed with the increase in oil intake.

Key words: Herbal medicine, fatty acids, functional oil .

INTRODUÇÃO

A tendência pela substituição dos antimicrobianos como moduladores de crescimento na nutrição animal é crescente (COSTA et al., 2020). Os óleos funcionais surgem como uma alternativa devido a sua riqueza em compostos bioativos, a biodisponibilidade e preferência dos consumidores em adquirir produtos que se alinhem ao conceito sustentável causando a diminuição dos impactos ao meio ambiente e garantindo o bem-estar animal (STEVANOVIC et al., 2018).

Todavia, para que um produto natural seja aceito pelo Ministério da Saúde, a eficácia e a segurança de sua utilização devem ser comprovadas por meio de evidências clínicas com constância e publicações na literatura técnico-científica (BRASIL, 2014).

Em virtude do exposto sugere-se como uma alternativa a utilização dos antimicrobianos como moduladores de desempenho a utilização de *Pentaclethra maculoba*, popularmente conhecida como Pracaxi, é uma árvore encontrada em diversas regiões, como na Costa Rica, México, Peru, Suriname e no Brasil (CRUZ e BARROS, 2015). As sementes são comestíveis e fornecem de 45 a 48% de óleo (ORWA et al., 2009), rico em ácidos graxos como o ácido oleico, beênico, linoleico e lignocérico (BEZERRA et al., 2017), em menor quantidade também são encontrados o ácido araquídico, esteárico, láurico, mirístico e palmítico (COSTA et al., 2014), além de serem ricos em compostos bioativos como os taninos, flavonoides, esteroides, saponinas, fenólicos e alcaloides (UGBOGU e AKUKWE, 2009).

Devido a sua composição de ácidos graxos, o óleo de pracaxi é popularmente utilizado pela indústria de cosméticos (CARDOSO et al., 2014). Apresenta diversas aplicações medicinais, como cicatrizante, antimicrobiano, tratamento a picada de cobra do gênero *Bothrops*, leishmanicida, inseticida contra mosquitos *Aedes aegypti* (RATHBURN, 1997; SILVA et al., 2005; ODONNE et al., 2017).

Toda via, em relação a esse óleo ainda existem poucos estudos sobre suas propriedades e potencial tóxico, principalmente quando se diz respeito a sua utilização na nutrição animal. Por essa razão, o presente estudo teve como objetivo avaliar o perfil de ácidos graxos, os compostos bioativos, a capacidade antioxidante do óleo de pracaxi e seu possível potencial tóxico em animais de laboratório para que se tenha um parâmetro de segurança sobre os níveis de inclusão que podem ser utilizados futuramente.

MATERIAL E MÉTODOS

Aprovação comitê de ética

Todas as práticas realizadas durante a execução desse experimento foram aprovadas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal da Grande Dourados, sob protocolo 15/2020.

CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL QUÍMICO DO ÓLEO DE PRACAXI

O óleo de pracaxi

Para realização desse estudo o óleo de pracaxi foi fornecido por uma empresa comercial, responsável pela coleta e beneficiamento das sementes para obtenção do óleo por meio de prensagem a frio.

Reação de hidrólise e esterificação por catálise enzimática

A reação de hidrólise dos triglicerídeos foi realizada em um Erlenmeyer contendo o óleo de pracaxi, água destilada e 100 mg (10% p/p) de CAL-B. A reação foi realizada em incubadora *shaker* refrigerada (SQ Lab Modelo SL 223) com controle de temperatura (100-250 rpm e 30-35 °C) por 48 h. Após este período, foram adicionados 30 mL de hexano e a mistura foi filtrada em funil de *Buchner*, a pressão reduzida, para separar a biomassa úmida. A fase orgânica foi extraída com acetato de etila, seca com sulfato de sódio anidro (Na₂SO₄) e posteriormente filtrada, o excesso de solvente foi evaporado em rota evaporador rotativo e a mistura de ácidos graxos foi pesada e armazenada. Todo o processo foi realizado em triplicata.

Para realizar a reação de esterificação, a mistura de ácidos graxos foi colocada em um frasco juntamente com CAL-B (10% p/p em relação aos ácidos graxos secos) e 500 µL de etanol. A mistura permaneceu sob agitação constante em incubadora *shaker* refrigerada (SQ Lab Modelo SL 223) à 100-250 rpm e 30-35 °C por 24 h. Em seguida, foi devidamente filtrada, extraída com hexano e seca com sulfato de sódio anidro (Na₂SO₄), e o excesso de solvente foi evaporado em evaporador rotativo. O produto da esterificação foi passado por um filtro contendo sílica gel eluído com 2 mL de hexano e em seguida foi determinando o rendimento da reação.

Análise dos ésteres graxos

As análises foram realizadas pela técnica de Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (GC-MS). As análises foram realizadas em cromatógrafo gasoso equipado com detector de ionização de chama (FID) e coluna capilar CP-Sil 88 (comprimento 60 m, diâmetro interno 0,25 mm, espessura do filme 0,25 μm). As condições operacionais foram as seguintes: hélio foi o gás de arraste a uma taxa de fluxo de 0,9 ml/ min, detector FID a 280 °C, injetor (razão de divisão 1: 100) a 250 °C e volume de injeção de 1 L. A temperatura programada da coluna começou em 175 °C por 8 min, seguido por 2,0 °C / min até 180 °C por 28 min e, em seguida, 2,0 °C / min até 250 °C por 10 min. Os picos de ácidos graxos individuais foram identificados comparando os tempos de retenção com os ácidos graxos padrão analisados nas mesmas condições operacionais. Os resultados foram expressos como porcentagens relativas de ácidos graxos totais, as análises foram realizadas em triplicata e a composição dos ácidos graxos foi determinada com base no método de Rodrigues, Darnet e Silva (2010).

Ensaio antioxidante *in vitro* do óleo de pracaxi

Para as análises, as amostras foram preparadas nas concentrações de 1-1000 $\mu\text{g mL}^{-1}$. Pelo método de redução dos íons de ferro (FRAP), a absorbância de cada solução foi determinada a 595 nm (padrão sulfato ferroso), em ambiente escuro, foi transferida uma alíquota de 90 μL de cada diluição do extrato para tubos de ensaio, acrescentou-se 270 μL de água destilada, misturada com 2,7 mL do reagente FRAP, logo após foi homogeneizada em agitador de tubos e mantida em banho-maria a 37 °C. A leitura (595 nm) foi realizada após 30 minutos da mistura preparada e utilizando o reagente FRAP como branco para calibrar o espectrofotômetro, a capacidade antioxidante foi calculada pela fórmula $y=ax+b$, sendo y correspondente a absorbância correspondente a 1.000 μM de sulfato ferroso e x Diluição da amostra (mg/L) equivalente a 1.000 μM de sulfato ferroso (RUFINO et al., 2006).

Pelo método de captura dos radicais de ABTS em equivalentes de Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid), a absorbância das amostras foi obtida em 734 nm. Inicialmente, foi formado o radical ABTS^+ , a partir da reação de 7 mM de ABTS com 2,45 mM de persulfato de potássio, que foram incubados à temperatura ambiente e na ausência de luz, por 16 h. Transcorrido esse tempo, a solução foi diluída em etanol até a obtenção de uma solução com absorbância de 0,70 nm ($\pm 0,01$). Para realizar as análises, foram adicionados 40 μL da amostra diluída a 1.960 μL da solução contendo o radical. Determinou-se a absorbância em espectrofotômetro UV-visível (Coleman 33 D) a 734 nm após 20 min de reação. Como solução padrão, utilizou-se o antioxidante sintético Trolox nas concentrações de 100 a 1000 mM em etanol (RUFINO et al., 2014).

No método do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), o óleo de pracaxi(0,1ml) foi adicionado a 3 ml de metanol (MeOH) a 0,004% de solução de DDPH, a água foi utilizada como controle no lugar do extrato. As absorbâncias das amostras foram obtidas em 517 nm, determinando a concentração inibitória média (CI₅₀) após 30 minutos por meio do cálculo $[(A0 - A1) / A0] \cdot 100$, sendo o A0 referente a absorbância do controle e A1 a absorbância do extrato (KUMARAN e KARUNAKARAN, 2006). Todos os ensaios antioxidantes foram realizados em triplicata.

Quantificação total dos compostos fenólicos, flavonoides e taninos do óleo de pracaxi.

O conteúdo fenólico foi determinado usando o reagente de Folin-Ciocalteu, conforme descrito por Djeridame et al. (2006). O ácido gálico foi utilizado como padrão para construir a curva analítica, e o resultado foi expresso em mg de equivalente ácido gálico (GAE) por g de óleo. O teor de flavonoides seguiu a descrição de Djeridane et al. (2006) utilizando o reagente rutina como padrão para avaliação da curva analítica. O resultado foi expresso em mg de equivalente de rutina por g de óleo. O teor de taninos seguiu a metodologia descrita por Ibe et al. (2013) que utiliza como padrão o ácido tânico para determinar a concentração de taninos, sendo o resultado expresso em mg de equivalente de ácido tânico por g de óleo. As análises foram realizadas em triplicata.

AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE ORAL SUBCRÔNICA DO ÓLEO DE PRACAXI EM RATOS

Para a avaliação da toxicidade oral subcrônica do óleo funcional de pracaxi foram utilizadas as metodologias descritas no Guia 407 das diretrizes da OECD (2008) e seguidas às normas de bem-estar e biossegurança na experimentação animal propostas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA, 2013).

Foram utilizados 40 ratos Wistar albinos (*Rattus norvegicus albinus*), provenientes do biotério experimental da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), sendo alojados no mesmo local.

Dos 40 animais alojados, 20 eram do sexo masculino e 20 do sexo feminino (nulíparas e não grávidas), com idade inicial de 9 a 10 semanas e peso inicial em torno de 100g, mantidos em caixas de polipropileno com tampa zincada (40 x 32 x 16 cm) e cama de maravalha esterilizada, em 10 grupos com 4 animais cada, de forma aleatória, sendo os grupos separados por sexo. Os ratos foram mantidos sob temperatura controlada (22°C), fotoperíodo de 12h claro/escuro, ração comercial e água filtrada *ad libitum*.

Para dar início ao período experimental de 28 dias, os animais foram pesados em balança semi-analítica e devidamente identificados de 1 a 4 na base da cauda (Figura 1), dessa forma, foi possível fornecer a quantidade correta de solução a cada um dos animais.

As dosagens fornecidas aos animais diariamente foram definidas segundo as recomendações do Guia 407 das diretrizes da OECD (2008). Todos os animais receberam diariamente a mesma quantidade de solução (0,60 ml), diferindo apenas na composição da solução. As soluções eram compostas apenas por óleo mineral, no caso nos tratamentos negativos, ou com óleo mineral e óleo de pracaxi conforme a dosagem indicada para cada animal. O óleo de pracaxi foi administrado por via oral com auxílio de sonda rígida.

Os tratamentos utilizados foram: Grupo 1 (controle, fêmeas): 0 mg/kg; Grupo 2 (fêmeas): 300 mg/kg; Grupo 3 (fêmeas): 600 mg/kg; Grupo 4 (fêmeas): 1.200 mg/kg; Grupo 5 (fêmeas): 2.400 mg/kg; Grupo 6 (controle, machos): 0 mg/kg; Grupo 7 (machos): 300 mg/kg; Grupo 8 (machos): 600 mg/kg; Grupo 9 (machos): 1.200 mg/kg; Grupo 10 (machos): 2.400 mg/kg. As doses foram ajustadas conforme o peso de cada um dos animais, durante o período experimental. Para isso, os animais sempre eram pesados no mesmo dia da semana (sexta-feira) e ajustada nova dosagem no dia seguinte (sábado).

Figura 1 – Forma de identificação utilizada na base da cauda de ratos Wistars submetidos à avaliação de toxicidade oral subcrônica com óleo de *Pentaclethra macroloba* (pracaxi).



Fonte: Arquivo Pessoal

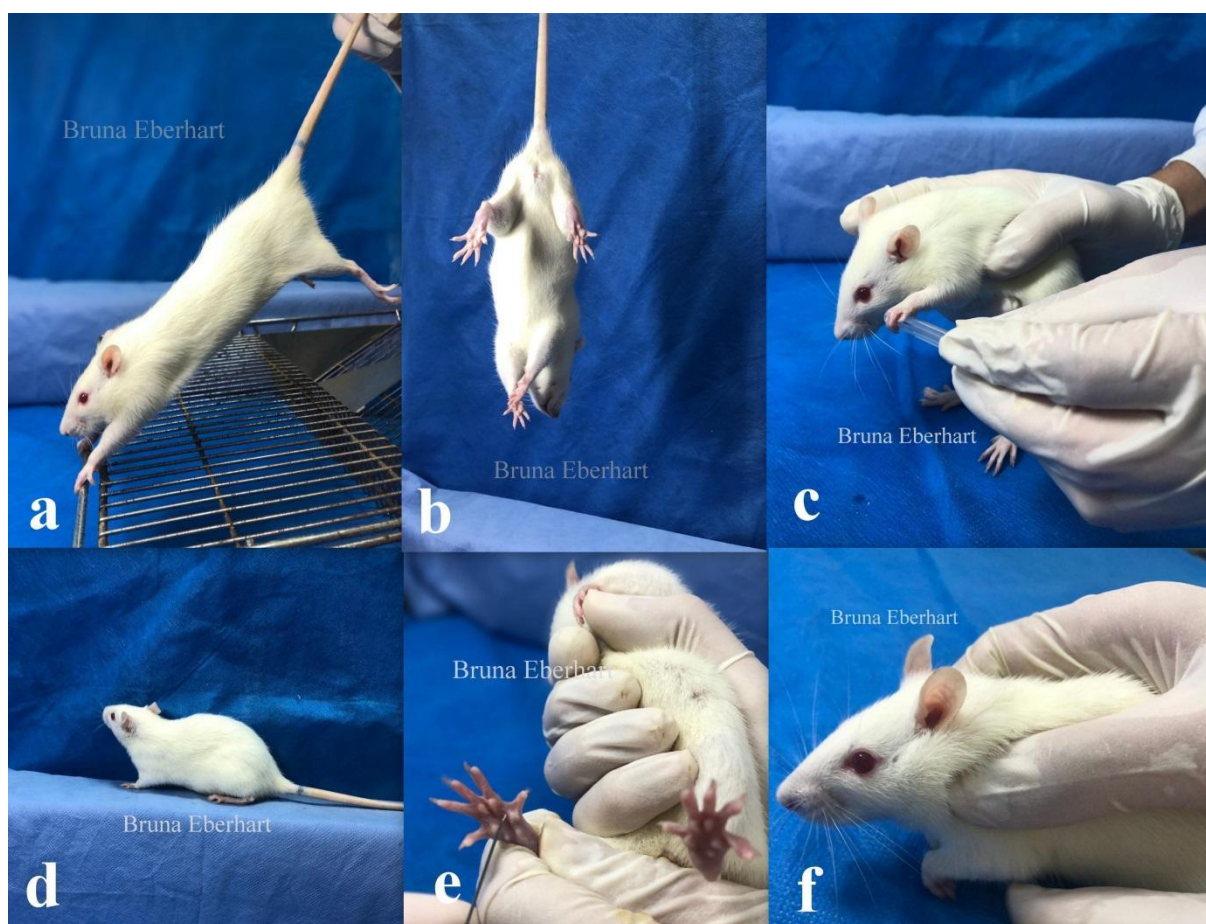
De acordo com a metodologia adotada e com as atividades de rotina praticadas foram realizados os procedimentos que seguem:

1 – Administração diária, sempre realizada às 8 horas, de solução oleosa conforme a dosagem indicada para cada animal e avaliação clínica (Tabela 1) para identificar qualquer sinal possível de alteração (modificação na pele, pelos, mucosas, sistema respiratório, cardíaco, nervoso, presença de sangramento, diarreia e mortalidade) logo após a administração, 10 minutos, 20 minutos, 30 minutos, 60 minutos, 2 horas e 24 horas após administração do óleo.

2 – Pesagem dos animais e da sobra de ração a cada 7 dias para cálculos de ganho de peso, consumo alimentar e conversão alimentar.

3 – Avaliações clínicas sistematizadas (Tabela 2) após a pesagem, a cada 7 dias também eram realizadas sendo realizados o teste de força, avaliação cerebelar, capacidade de preensão, teste de marcha, sensibilidade e propriocepção (Figura 2 e 3).

Figura 2 – Testes semanais para avaliação da condição neurológica de ratos Wistars submetidos a avaliação de toxicidade oral subcrônica do óleo de *Pentaclethra maculosa* (pracaxi).



a: teste de força; b: avaliação cerebelar; c: capacidade de preensão; d: teste de marcha; e: sensibilidade; f: teste de propriocepção.

Fonte: Arquivo pessoal

Tabela 1 – Critérios e sinais clínicos das avaliações diárias realizados em ratos Wistars submetidos à avaliação de toxicidade oral subcrônica com óleo de pracaxi.

	Característica desejável	Sinais Clínicos Observados
Pele	Ausência ferimentos	Presença de qualquer lesão na pele dos animais
	Ausência de coloração anormal	Presença de pigmentações de coloração anormal: roxa, avermelhada, azulada ou amarelada.
Pelos	Ausência de piloereção	Presença de pelos eretos sobre o corpo do animal
	Ausência de falhas	Presença de áreas alopécicas.
Mucosas	Ausência de coloração anormal	Presença de coloração anormal: roxa (cianótico), pálida (anêmico), amarelada (lipêmico).
	Ausência de ferimentos	Presença de qualquer lesão nas mucosas.
Sistema Respiratório	Ausência de dificuldade respiratória	Presença de secreção; movimentos irregulares para inspiração e expiração; fadiga; respiração acelerada.
Sistema Cardíaco	Ausência de aumento de líquido na cavidade causando aumento da região abdominal	Presença do funcionamento incorreto das câmaras cardíacas que propiciam o aumento de líquido livre na cavidade.
Sistema Nervoso	Ausência de problemas de marcha	Dificuldade de se locomover sobre superfície plana.
	Ausência de lesões cerebelares	Comprometimento do equilíbrio dos animais, presença de movimentos irregulares/circulares.
	Ausência de paralisia/paresia	Presença da incapacidade dos membros em realizar movimentos.
Sangramento	Ausência de sangramento de qualquer estrutura	Presença de extravasamento de sangue pelas mucosas: oral, bucal, auricular, reprodutiva.
Diarreia	Ausência de diarreia	Fezes amolecidas, com aspecto fluído.
Bom alojamento	Conforto para descansar	Presença de irritabilidade; inquietação; falta de descanso.
	Conforto Térmico	Animais agrupados; tremores.
	Facilidade para se movimentar	Falta de espaço para se locomover durante o alojamento.
Boa Saúde	Ausência de dor provocada pelos manejos realizados	Presença de desconforto ao manipular os animais e realizar os manejos.
Comportamento apropriado	Expressão comportamento social	Alterações dos animais em expressar seu comportamento social, natural.
	Ausência de apatia	Animais em estado apático, sem expressão do comportamento natural.
	Ausência de movimentos estereotipados	Andar em círculo de maneira repetitiva, andar para trás, agressividade excessiva.
	Ausência de automutilação	Lesões causadas pelo próprio indivíduo.
	Ausência de vocalização	Emissão de sons anormais dos emitidos para comunicação.
	Ausência de medo	Animais não deveriam expressar emoções negativas como medo, distresse ou apatia
Mortalidade	Ausência de animais mortos	Animais mortos

Adaptada de BAUTISTA et al. (2004); OECD (2008); ANVISA (2013).

Tabela 2 – Testes realizados semanalmente e sinais clínicos avaliados em ratos Wistars submetidos à avaliação de toxicidade oral subcrônica com óleo de pracaxi.

Teste	Sinal clínico avaliado
Teste de Força	Os animais eram dispostos sobre grades, e verificado a capacidade do animal em segurar a grade sem soltar quando elevados. Para considerar normalidade os animais deveriam segurar firmemente a grade quando elevados.
Teste de marcha	Os animais foram colocados sobre uma superfície plana e elevada para a avaliação da postura dos membros e cabeça durante a locomoção. Para considerar normalidade os mesmos deveriam apresentar os membros paralelos ao corpo.
Teste de Propriocepção	Avaliou-se a capacidade dos animais em retomar a posição dos membros posteriores e anteriores quando os mesmos eram submetidos ao posicionamento para o teste. Para considerar normalidade os animais deveriam retomar a posição inicial dos membros de forma voluntária.
Teste de Sensibilidade Tátil	Para verificar a sensibilidade tátil dos animais, as patas foram pinçadas levemente para verificação da percepção dos animais ao estímulo. Para considerar normalidade ao tocar as patas dos animais os mesmos deveriam apresentar qualquer reação ao estímulo.
Capacidade de apreensão	Foi ofertado aos animais um pequeno cilindro e verificado se os mesmos eram capazes de segurar o objeto. Para ser considerado normalidade, os animais deveriam segurar o objeto.
Avaliação Cerebelar	Os animais foram suspensos pela cauda e avaliado o movimento do corpo. Para ser considerada normalidade, os animais deveriam manter o corpo retilíneo ao estarem suspensos. Caso apresentassem movimentos circulares durante a suspensão poderia ser um indicativo de lesão cerebelar causada por micoplasmose.

Adaptada BAUTISTA et al. (2004); OECD (2008); ANVISA (2013).

Figura 3 – Teste de propriocepção realizado durante as avaliações semanais para avaliação da condição neurológica de ratos Wistars submetidos à avaliação de toxicidade oral subcrônica do óleo de *Pentaclethra macroloba* (pracaxi).



Fonte: Arquivo pessoal

Além das avaliações realizadas diariamente, semanalmente alguns testes eram realizados nos animais (Tabela 2), com a finalidade de avaliar a capacidade neurológica de forma mais minuciosa.

Ao final do período experimental, os animais permaneceram em jejum por 12 horas, em seguida, foram devidamente anestesiados com cetamina (75 mg/kg) e xilazina (10 mg/kg) por via intraperitoneal, sacrificados por meio de deslocamento cervical e realizada a coleta de fígado, rins e intestinos para avaliação histológica. Essas porções foram fixadas em solução tamponada de formaldeído a 10%.

As amostras foram posteriormente clivadas e processadas para inclusão em parafina. Os blocos de parafina foram cortados em micrótomo rotativo com espessura de 5 micrômetros em 10 cortes transversais e semi-seriados e coradas pelo método de Hematoxilina – Eosina (CAPUTO, GITIRANA e MANSO, 2010). A leitura das lâminas foi realizada em microscópio óptico por meio de varredura das amostras para identificação de qualquer alteração patológica, as quais foram classificadas em um score: 0 (sem lesão), 1 (pouco lesões) e 2 (muitas lesões).

Análises estatística

Foram verificadas as premissas estatísticas de normalidade de resíduos e homogeneidade de variâncias dos dados de desempenho e peso de órgãos com uso testes de Shapiro Wilk e Levene, respectivamente. Os resultados foram posteriormente submetidos à análise de variância utilizando-se o procedimento MIXED do SAS (SAS, versão 9.4, SAS Institute Inc, Cary, NC, EUA). Quando o modelo foi significativo às estimativas das diferentes inclusões do óleo de pracaxi foram submetidas à análise de regressão polinomial. Os modelos para determinação do comportamento das variáveis tiveram como base a significância de cada parâmetro da equação, o valor do coeficiente de determinação e a consonância do nível estimado. Para todas as análises foi considerado o nível de 5% de significância. Os demais dados foram apresentados de forma descritiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização do perfil químico do óleo de pracaxi

Os resultados analíticos da composição em ácidos graxos mostraram que o óleo de pracaxi apresenta em sua composição diferentes ácidos graxos, em especial, o ácido oleico, beênico, linoleico e araquídico e, que são responsáveis por mais de 90% da composição

(Tabela 3). Em menor porcentagem foram encontrados os ácidos graxos láurico, mirístico, palmítico, esteárico e linolênico.

Tabela 3 – Composição dos principais ácidos graxos do óleo de *Pentaclethra macroloba* (Pracaxi) realizada por cromatografia gasosa.

Ácidos Graxos	Composição (%)
Ácido oleico (C18:1)	46,37
Ácido beênico (C22:0)	23,01
Ácido linoleico (C18:2)	12,05
Ácido araquídico (C20:0)	11,98
Ácido esteárico (C18:0)	3,45
Ácido palmítico (C16:0)	1,49
Ácido linolênico (C18:3)	1,39
Ácido láurico (C12:0)	0,17
Ácido mirístico (C14:0)	0,09

Uma composição semelhante à apresentada nesse estudo foi descrita por Bezerra et al. (2017). Enquanto, Teixeira et al. (2020) e Pereira et al. (2019) verificaram porcentagens maiores de ácido oleico (53%) e lignocérico (11%) e porcentagens menores de ácido beênico (16%). Além disso, Costa et al. (2014) constataram níveis menores de ácido araquídico (1%), láurico (0,03%) e beênico (16%), e essas variações nas concentrações químicas dos óleos podem estar relacionadas a origem, fatores naturais e forma de extração das sementes para produção do óleo.

No presente estudo não foram detectadas a presença de ácido lignocérico e erúcido, relatados em outros estudos anteriormente em amostras de óleo de pracaxi (COSTA et al., 2014; PEREIRA et al., 2019; TEIXEIRA et al., 2020). A ausência do ácido erúcido é um bom indicativo, uma vez que a ingestão desse ácido graxo já foi associada a casos de intoxicação em animais (KNUSTEN et al., 2016).

O óleo de pracaxi é uma das principais fontes de ácido beênico, uma substância rara de ser encontrada nos óleos vegetais da Amazônia, podendo ser encontrado nos óleos de amendoim (*Arachis hypogaea*) e cumaru (*Dipteryx alata*) que possuem alta capacidade umectante (TAKEMOTO et al., 2001). Segundo a literatura, esse ácido pode ser útil no preparo de produtos com baixa caloria, devido a sua baixa absorção intestinal (YANG et al., 2001). Moreira et al. (2017) relataram que a dieta enriquecida com ácido beênico fornecida a ratos wistars levou ao menor ganho de peso dos animais mesmo o consumo sendo alto, além

disso, a dieta contendo ácido beênico não comprometeu a saúde dos animais, apenas houve um aumento dos lipídios excretados nas fezes sem o aparecimento de diarreia.

O ácido oleico é um ácido graxo monoinsaturado (ômega 9) essencial à dieta humana, e de animais, principalmente por estar associado a síntese de vários hormônios e possuir caráter antioxidante, antitrombótico e anti-inflamatório, uma excelente fonte de compostos bioativos responsáveis por beneficiar a saúde (NOVELLO, FRANCESCHINI e QUINTILIANO, 2008; ROBINSON e MARTIN, 2017; MORI, 2018). Por essa razão, essa substância tem sido incorporada à nutrição animal com intuito de gerar produtos enriquecidos em ácidos graxos insaturados (TOOMER et al., 2020).

O ácido linoleico é classificado como um ácido graxo ômega 6, essencial a dieta dos animais, em especial as aves, devido a sua ação sobre o metabolismo em participar da formação da membrana celular e na produção de hormônios. Entretanto, essa substância não pode ser sintetizada e necessita ser fornecida por meio da dieta (ALAGAWANY et al., 2021).

Com base nessas informações podemos concluir que a composição de ácidos graxos do óleo de pracaxi contém uma série de substâncias de interesse à produção animal.

A quantificação total dos compostos fenólicos, flavonoides e taninos do óleo de pracaxi podem ser observados na Tabela 4. Os compostos fenólicos são substâncias que possuem em sua composição química pelo menos um grupo fenol, um grupo hidroxila e um anel aromático. Esses compostos constituem um grupo quimicamente diversificado com mais de 10 mil compostos, dentre eles pode-se citar os taninos e os flavonoides (ALMEIDA et al., 2018).

Os compostos fenólicos são os principais compostos bioativos encontrados nos óleos extraídos de sementes, como observado no óleo de pracaxi. Essas substâncias possuem dentre as suas características o alto poder antioxidante, entretanto, em níveis elevados podem apresentar características antinutricionais interferindo sobre as enzimas digestivas tripsina, quimiotripsina e amilase (SOUZA et al., 2019).

Tabela 4 – Compostos fenólicos totais, flavonoides e taninos presentes no óleo de pracaxi.

Análises	Resultados ± SD
Fenólicos totais	67,43 ± 0,08 mg GAE g ⁻¹
Flavonoides	30,11 ± 0,03 mg RE g ⁻¹
Taninos	1,03 ± 0,01 mg ATE g ⁻¹

GAE: Ácido gálico; RE: Rutina; ATE: Ácido tânico; SD: Desvio padrão.

De acordo com Rufino et al. (2010), são classificadas três categorias quanto ao teor de fenólicos totais: baixo (<1mg EAG/ g), médio (1-5 mg EAG/ g) e alto (>5mg EAG/ g). Dessa forma, o óleo de pracaxi se enquadra ao nível de alta composição de compostos fenólicos.

Teixeira et al. (2020) ao estudarem a composição total de compostos fenólicos no óleo de pracaxi verificaram índices que variaram de 31,92 a 54,05 mg GAE/kg de óleo, valores abaixo do encontrado no presente estudo, todavia, os valores encontrados por estes autores permanecem dentro da classificação de alta composição de compostos fenólicos. Essa variação deve ser correlacionada a fatores externos onde as plantas se encontravam como clima, localização geográfica, umidade, época de colheita das sementes, entre outros e aos métodos de extração do óleo que podem inferir sobre as diferentes composições do óleo.

Sobre os níveis dos compostos fenólicos, o óleo de pracaxi apresentou $1,03 \pm 0,01$ mg ATE g^{-1} de concentração de taninos e $30,11 \pm 0,03$ mg RE g^{-1} de flavonoides. Os taninos são substâncias que podem desempenhar importantes funções no organismo animal como antioxidante e antimicrobiano. Todavia, esse produto também pode apresentar caráter antinutricional e afetar a absorção de substâncias (CAPRARULO, GIROMINI e ROSSI, 2021). O mesmo ocorre com os flavonoides, seus efeitos podem ser benéficos agindo no organismo como antioxidante, anti-inflamatório, antimicrobiano e antialérgico, mas pouco se sabe sobre os diferentes efeitos desse produto como aditivo alimentar (GAO, et al., 2016).

Toda via, perante a vasta literatura consultada não foram observados dados referentes a parâmetros que pudessem indicar um referencial para determinar se esses compostos podem ou não desempenhar papel antinutricional, também não foi notado trabalhos que avaliassem a composição dos compostos bioativos do óleo de pracaxi.

A combinação de ensaios antioxidantes é utilizada com frequência para determinar a capacidade antioxidante de produtos fitoquímicos, ou seja, o poder do óleo funcional em prevenir que organismos e/ou produtos sofram danos oxidativos às suas células devido à presença de substâncias reativas ao oxigênio e nitrogênio responsáveis por danos oxidativos aos lipídios, ácidos nucleicos e proteínas (TONIN et al., 2020).

No presente estudo, a capacidade antioxidante do óleo de pracaxi foi mensurada por meio dos ensaios de potencial antioxidante empregando o radical livre DPPH (DPPH), método de redução dos íons de ferro (FRAP) e método de capacidade de remoção de radicais orgânicos (ABTS) (Tabela 5).

Os resultados referentes à capacidade antioxidante pelo método DDPH foram expressos em EC_{50} , ou seja, a concentração de extrato em $\mu g/mL$ capaz de reagir com 50% do radical presente na solução de DPPH. Portanto, quanto menor o valor do EC_{50} , maior será a atividade antioxidante do extrato analisado. O óleo de pracaxi apresentou $2,89 \pm 0,02$ $\mu g mL^{-1}$

¹ enquanto o padrão para o reagente utilizado foi de $23,86 \pm 0,11 \mu\text{g/mL}$ de ácido gálico, indicando valores baixos para o EC_{50} , logo o produto em questão apresenta boa capacidade antioxidante pelo método DDPH.

Tabela 5 – Ensaio sobre a capacidade antioxidante do óleo de pracaxi pelo método DDPH, FRAP e ABTS.

Análise	Capacidade Antioxidante	Padrão Antioxidantes
DDPH	$2,89 \pm 0,02 \mu\text{g mL}^{-1}$	$23,86 \pm 0,11 \mu\text{g/mL}$ – Ác Gálico
FRAP	$5,39 \pm 0,03 \text{ Mm}$	$6,11 \pm 0,05 \mu\text{Mol/mg}$ – Trolox
ABTS	$10,07 \pm 0,02 \mu\text{M g}^{-1}$	$1,95 \pm 0,10 \mu\text{g/g}$ – Rutina

DDPH: 2,2-difenil-1-picrilhidrazil.; FRAP: Método de redução dos íons de ferro; ABTS; Método de capacidade de remoção de radicais orgânicos.

A avaliação FRAP tem como intuito observar a ação do complexo férrico-tripiridiltriázina sendo reduzido ao complexo ferroso na presença de um antioxidante em condições ácidas, no caso sobre o óleo de pracaxi os níveis verificados foram $5,39 \pm 0,03 \text{ Mm}$, resultados próximos ao valor padrão do reagente ($6,11 \pm 0,05 \mu\text{Mol/mg}$ – Trolox).

O ABTS é um método capaz de avaliar antioxidantes tanto de caráter lipofílicos quanto hidrofílico, e os resultados dessa avaliação são expressos em TEAC (capacidade antioxidante total do composto equivalente ao Trolox), que é definido como a concentração de Trolox que apresenta o mesmo percentual de inibição que uma concentração de 1 mM do composto de referência, assim, quanto maior o valor TEAC, mais forte é o potencial antioxidante. O óleo de pracaxi em estudo apresentou $10,07 \pm 0,02 \mu\text{M g}^{-1}$ enquanto o valor do composto de referência apresentou $1,95 \pm 0,10 \mu\text{g/g}$, evidenciando a boa capacidade antioxidante do óleo de pracaxi. Conforme os resultados gerados pelas avaliações sobre a capacidade antioxidante nos testes de DDPH, FRAP e ABTS conclui-se que o óleo de pracaxi possui alta capacidade antioxidante.

Análise de toxicidade oral subcrônica do óleo de pracaxi

Quanto aos resultados sobre as avaliações clínicas diárias dos animais submetidos à avaliação de toxicidade oral subcrônica do óleo de pracaxi não foram observadas alterações comportamentais ou sinais de efeitos adversos durante todo o período experimental (alterações de pele, pelos, olhos, mucosas, comportamental, no sistema nervoso, respiratório e cardíaco). Notou-se esporadicamente o amolecimento das fezes dos animais nos grupos

controle machos e fêmeas (10,7% do período experimental correspondendo a 3 dias de avaliação) e nos grupos que receberam a dose de 1.200 mg/kg (3% do período experimental correspondendo a 1 dia de avaliação). Os demais grupos experimentais não demonstraram tais alterações.

Como o grupo controle apresentou o amolecimento das fezes, não se pode correlacionar o efeito desta alteração a ação exclusiva do óleo de pracaxi, uma vez que o óleo mineral apresenta características laxativas e por esse motivo pode ter conduzido ao amolecimento, ressaltando que todos os grupos receberam em suas soluções quantidades diferentes de óleo mineral associada ao óleo de pracaxi e o grupo controle apenas óleo mineral.

Já em relação às avaliações clínicas sistematizadas realizadas juntamente aos testes semanais não foram encontradas alterações de pele, pelos, olhos, mucosas, comportamental, no sistema nervoso, respiratório, cardíaco, nos testes de força de preensão, propriocepção e dos reflexos durante todo período experimental. Também não foram observados piloereção, lacrimejamento, produção de secreções anormais, movimentos estereotipados e involuntários, irritabilidade, vocalização anormal e paralisia.

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas sobre o peso dos animais, tanto nos machos quanto nas fêmeas, durante todo o período experimental (Tabela 6). O mesmo ocorreu em relação aos resultados de ganho de peso, conversão alimentar, eficiência alimentar e peso dos órgãos que não diferiram entre os tratamentos, tais informações corroboram com a ideia de que o óleo de pracaxi fornecido aos roedores não afetou negativamente o crescimento e comportamento deles.

A avaliação de toxicidade é de extrema importância para que seja possível prever possíveis efeitos tóxicos em humanos e animais (OLSON et al., 2000). Como procedimento padrão, as alterações comportamentais e no peso corporal são utilizadas como marcadores preliminares para indicativo de toxicidade (OECD, 2008).

O aumento ou diminuição do peso dos órgãos também é utilizado como um marcador para avaliação de possíveis alterações patológicas causadas pela toxicidade do produto em questão. O aumento do peso dos órgãos pode estar associado a problemas como congestão e edema, enquanto a redução do peso pode ser correlacionada ao processo de necrose e atrofia das células (OECD, 2008). Ao avaliar macroscopicamente os órgãos após o abate não foram notados quaisquer alterações morfológicas entre os animais dos grupos experimentais e controle.

Tabela 6 – Efeito do óleo de pracaxi sobre o peso, ganho de peso, conversão alimentar, eficiência alimentar e peso dos órgãos de ratos Wistars.

Variável	Dose (mg/kg)					EPM	Valor de P
	0	300	600	1200	2400		
Fêmeas							
Peso 7 dias (g)	147,50	153,50	141,00	152,50	154,00	2,646	0,523
Peso 14 dias (g)	159,00	167,00	158,00	166,75	166,00	2,762	0,785
Peso 21 dias (g)	171,25	176,00	173,25	176,25	175,00	2,920	0,986
Peso 28 dias (g)	179,75	183,00	184,75	190,00	187,00	3,033	0,886
GP	42,25	40,50	5,25	49,75	44,25	2,881	0,582
CA	9,310	7,470	7,590	7,722	7,095	0,470	0,666
EA	11,73	13,70	14,68	13,38	14,22	0,007	0,821
Peso eutanásia (g)	167,5	172	169,5	165	175	3,220	0,909
Peso fígado (g)	5,95	5,93	5,81	6,46	6,16	0,140	0,700
Peso rim (g)	1,32	1,305	1,37	1,635	1,625	0,053	0,094
Machos							
Peso 7 dias (g)	234,50	186,00	196,50	201,50	201,50	7,033	0,270
Peso 14 dias(g)	261,00	218,67	214,25	224,75	195,25	8,364	0,122
Peso 21 dias (g)	274,25	244,67	234,25	247,5	242	5,956	0,248
Peso 28 dias (g)	262	255,33	247,5	266,25	261	6,673	0,933
GP	50,75	83,66	68	82,5	78,75	6,780	0,549
CA	8,528	7,404	8,302	6,632	6,437	0,420	0,423
EA	12,5	14,3	12,18	15,93	15,85	0,007	0,392
Peso eutanásia (g)	277	246,33	234,25	249,5	245,75	5,740	0,160
Peso fígado (g)	9,26	8,52	7,42	8,20	7,84	0,253	0,194
Peso rim (g)	2,365	2,227	1,925	2,27	1,95	0,064	0,084

*Resultados foram considerados estatisticamente significativos a um nível de $p < 0,05$. GP: ganho de peso; CA: conversão alimentar; EA: eficiência alimentar

Não foram verificadas alterações histológicas nas porções intestinais dos ratos Wistar machos e fêmeas quando fornecidos o tratamento controle (óleo mineral) e doses crescentes do óleo de pracaxi.

O tratamento controle não gerou alterações histopatológicas no fígado e rins das fêmeas, entretanto, em 50% dos machos do tratamento que não recebeu óleo de pracaxi (controle) foram observados no fígado discretíssimo processo de degeneração hidrópica e congestão de vasos, e nos rins um processo degenerativo hidrópico moderado.

O processo de degeneração hidrópica é uma alteração reversível e não letal caracterizada pelo acúmulo de água e eletrólitos no interior das células devido à incapacidade da célula em manter o equilíbrio iônico e homeostasia de fluídos em função das bombas dependentes de energia das membranas celulares. Essa alteração pode ser causada por diversos fatores: vírus, hipóxia, acúmulo de ácido lático, entre outros (ZACHARY e MCGAVIN, 2013). Além disso, a degeneração hidrópica pode ser presente em quadros clínicos que apresentem vômito ou diarreia devido à perda constante de eletrólitos que podem comprometer a função da bomba de Na^+/K^+ (CARVALHO et al., 2019). Observando o

quadro clínico dos animais do grupo controle nota-se que eles apresentaram casos brandos de amolecimento das fezes, corroborando com o aparecimento discreto de degeneração hidrópica.

Em relação aos animais submetidos à dosagem de 300 mg/kg, em 25% das fêmeas notou-se discreta congestão de vasos sanguíneos dos rins. Além disso, 50% dos machos do mesmo tratamento apresentaram discreta degeneração hidrópica nas células hepáticas e presença de conteúdo homogêneo e translúcido no túbulo renal proximal.

O acúmulo de conteúdo homogêneo translúcido é característico ao processo de degeneração hialina. Esse acúmulo refere-se a inclusões intracelulares de proteínas, tendo como origem produção em excesso de proteínas, lesões tóxicas e virais. Esse acúmulo possui predisposição de ser observado em órgãos que realizam a reabsorção de proteínas como a porção dos túbulos renais responsáveis por reabsorver a albumina na luz tubular e formar as gotículas de proteínas em seu citoplasma. Os processos de intoxicação, além de culminar no acúmulo de proteínas no citoplasma celular, também afetam o fígado por ser o principal órgão metabolizador (ZACHARY e MCGAVIN, 2013).

Para o tratamento com 600 mg/kg de óleo de pracaxi, 25% das fêmeas apresentaram discreta degeneração hidrópica em túbulos renais e infiltrado inflamatório de células mononucleadas (linfócitos e plasmócitos) no espaço porta. Para machos que ingeriram esta mesma dose do óleo de pracaxi, em 75% pode-se notar discreta degeneração centrolobular multifocal em tecido hepático. No tecido renal, 25% dos machos apresentaram degeneração hidrópica e 50% congestão de vasos sanguíneos.

Infiltrados inflamatórios de células mononucleadas é um indicativo de um processo inflamatório crônico, geralmente é causado por infecções persistentes, exposição prolongada a agentes tóxicos, auto-imunidade, entre outros (ROBBINS e COTRAN, 2010). O processo de degeneração centrolobular ou degeneração gordurosa ocorre devido a interferências sobre o metabolismo dos ácidos graxos, seja na síntese, transporte ou excreção. As suas causas geralmente estão correlacionadas a processos infecciosos, hipoxemia, intoxicação aguda que acaba afetando as vias do metabolismo lipídico, diabetes mellitus, obesidade, entre outros (ZACHARY e MCGAVIN, 2013).

Ao administrar a dose de 1.200 mg/kg de óleo de pracaxi em fêmeas, 100% apresentou alterações em células hepáticas com discreta degeneração hidrópica e presença de infiltrado inflamatório. Para o tecido renal, 75% das fêmeas que receberam essa dosagem apresentaram discreta degeneração em túbulos renais. Nos machos que ingeriram esta mesma dose do óleo de pracaxi, em 50% foi possível observar discreta degeneração centrolobular multifocal em tecido hepático e em 25% congestão de vasos sanguíneos hepáticos. No tecido renal, 50%

apresentaram alterações histológicas, sendo apresentado discreto processo degenerativo e presença de conteúdo eosinofílico homogêneo dentro do túbulo contorcido.

Das fêmeas submetidas à dose de 2.400 mg/kg de óleo de pracaxi, 50% apresentaram infiltrado inflamatório de células mononucleadas (linfócitos e plasmócitos) e presença de conteúdo eosinofílico homogêneo (sugestivo de acúmulo de proteína) em tecido hepático. Para tecido renal, em 25% das fêmeas foram observados processo de necrose focal de células tubulares e presença de conteúdo eosinofílico homogêneo dentro do túbulo contorcido. Dos machos submetidos à mesma dose de óleo de pracaxi em 50% foi notada a presença de necrose focal de células tubulares renais.

As lesões de necrose são alterações severas, irreversíveis causadas por hipóxia, isquemia ou qualquer lesão de membrana de um tecido vivo. O processo de necrose também é conhecido como a morte celular, seguida da destruição celular desorganizada por autodigestão ou degradação de células e tecidos por enzimas hidrolíticas normalmente presente nos tecidos (ROBBINS e COTRAN, 2010).

Ao analisar as alterações histológicas dos animais em estudo percebe-se um aumento da gravidade das lesões à medida que as doses do óleo de pracaxi aumentaram. O tratamento controle apresentou uma alteração muito branda que pode ser correlacionada aos casos de amolecimento de fezes, mas ao observarmos o grupo que recebeu a dosagem de 300 mg/kg de óleo de pracaxi, além das alterações semelhantes ao grupo controle pode-se notar alterações sugestivas de intoxicação devido ao processo de degeneração hialina (acúmulo de proteínas). O mesmo ocorreu para as doses seguintes, além das alterações brandas apresentadas pelos níveis anteriores, à medida que o fornecimento de óleo aumentava alterações mais severas, como processos de degeneração hialina, centrolobular e necrose, foram sendo observadas.

Deve-se destacar que todas essas alterações se apresentaram de forma discreta, por esse motivo alterações clínicas não foram observadas, ressaltando que os animais foram expostos às doses de óleo de pracaxi por um período subcrônico (28 dias). Sugere-se para um melhor entendimento sobre o potencial tóxico desse produto a realização de testes de toxicidade oral para um período maior.

CONCLUSÃO

O óleo de pracaxi é uma fonte importante de ácido benzoico, além de ser rico em compostos fenólicos, que conferem a ele alto poder antioxidante. Em relação à avaliação de toxicidade, não foram verificados efeitos adversos perceptíveis durante as avaliações diárias e semanais sobre os animais durante o período de teste e os níveis estudados, entretanto, as

avaliações histológicas indicam o início de um possível processo tóxico, sendo recomendada a realização de novos estudos por períodos prolongados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAGAWANY, M., ELNESR, S.S., FARAG, M.R., MOHAMED, E., EL-HACK, A., BARKAT, R.A., GABR, A.A., FODA, M.A., NORELDIN, A.E., KHAFAGA, A.F., EL-SABROUT, K., ELWAN, H.A.M., TIWARI, R., YATOO, M.I., MICHALAK, I., CERBO, A., DHAMA, K. Potential role of important nutraceuticals in poultry performance and health - A comprehensive review, **Research in Veterinary Science**, v.137, p.9-29, 2021.

ALMEIDA, E. S., SILVA, R. J. N., GONÇALVES, E. M. Compostos fenólicos totais e características físico-químicas de frutos de jabuticaba. **Gaia Scientia**, v. 12, n. 1, 2018.

ANVISA, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, **Guia para condução de estudos não clínicos de toxicologia e segurança farmacológica necessários ao desenvolvimento de medicamentos**. Brasília, 2013.

BANOV, D., BANOV, F., BASSANI, A.S. Case series: the effectiveness of Fatty acids from pracaxi oil in a topical silicone base for scar and wound therapy. **Dermatol Ther (Heidelb)**. v.4, n.2, p.259-269, 2014.

BAUTISTA, A.R.P.L., MIRANDA, M. S., BATISTA, M. S., MOREIRA, E.L.T., SILVA, I.M., GOMES, I.C.S. Avaliação da toxicidade oral subcrônica da bixina para ratos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v. 40, n.2, p.1-5, 2004.

BEZERRA, C.V., RODRIGUES, A.M.C., OLIVEIRA, P.D., SILVA, D.A., SILVA, L.H.M. Technological properties of amazonian oils and fats and their applications in the food industry. **Food Chemistry**. v 221, p.1466-1473, 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Resolução da diretoria colegiada, nº 26 de 13 de maio de 2014**. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2014/rdc0026_13_05_2014.pdf. Acesso em: 26 de maio de 2020.

BUYSE, K., DELEZIE, E., GOETHALSM L., NOTEN, V., DUCATELLE, R., GEERT, P.J, LOURENÇO, M. Chestnut tannins in broiler diets: performance, nutrient digestibility, and meat quality, **Poultry Science**, v.100, n.12, 2021.

CARDOSO, C.R.B., SOUZA, M.A., FERRO, E.A.V., FAVORETO, S., PENA, J.D.O. Influence of topical administration of n-3 and n-6 essential and n-9 nonessential fatty acids on the healing of cutaneous wounds. **Wound Repairs and Regeneration**, v.12, n,2, p.235-243. 2014.

CARVALHO, B., GUILHERME, B. B., REIS, F. O. V., SILVEIRA, I. B. Degenerações 1. *In*: IRULEGUI, R. S. C. **Manual de Patologia**. 1. ed. Itajubá: Faculdade de Medicina de Itajubá. cap. 1, p. 9-28. 2019.

CAPRARULO, V., GIROMINI, C., ROSSI, L. Review: Chestnut and quebracho tannins in pig nutrition: the effects on performance and intestinal health. **Animal**,v.15, n.1, 2021.

CAPUTO, L.F.G., GITIRANA, L.B., MANSO, P.P.A. **Conceitos e Métodos para formação de profissionais em laboratórios de saúde - volume 2**, Rio de Janeiro: EPSJV/IOC, 290 p, 2010.

CONCEA, Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal, **Resolução normativa nº 12, de 20 de setembro de 2013**. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/31061653/do1-2013-09-25-resolucao-normativa-n-12-de-20-de-setembro-de-2013-31061649. Acesso em: 25 de maio de 2020.

COSTA, M. N. F. S., MUNIZ, M. A. P., NEGRÃO, C. A. B., COSTA, C. E. F., LAMARÃO, M.L.N., MORAIS, L., JÚNIOR, J.O.C.S., COSTA, R.M.R. **Characterization of Pentaclethra macroloba oil**, , v.115, p. 2269-2275, 2014.

COSTA, T.F., GOUVEIA, A. B. V. S., NUNES, F. C., SAMPAIO, S. A., SILVA, N. G. D., ABREU, J. M., JÚNIOR, E. M. A., COSTA, K. O., FEITOSA, T. J.O., PAULO, L. M., SOUZA, C. S., MINAFRA-REZENDE, C. S., SANTOS, F. R., MINAFRA, C. S.

Aditivos fitogênicos: óleos essenciais para frangos de corte - revisão. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v.9, n.3, p. 1493-2325, 2020.

CRUZ, E. e BARROS, H. **Germinação de sementes de espécies amazônicas: pracaxi [Pentaclethra macroloba (Willd.) Kuntze]**. Comunicado técnico, EMBRAPA, Belém, 2015.

DJERIDANE, A., YOUSFI, M., NADJEMI, B., BOUTASSOUNA, D., STOCKER, P., VIDAL, N. Antioxidant activity of some algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. **Food Chemistry**. v. 97, n.1,p. 654-660, 2006.

GAO, J., LIN, H., WANG, X.J., SONG, Z.G., JIAO, H.C. Vitamin E supplementation alleviates the oxidative stress induced by dexamethasone treatment and improves meat quality in broiler chickens. **Poultry Science**, v.89, pp. 318-327, 2016.

IBE, A. E., ONUOHA, G. N., ADEYEMI, A. A., MADUKWE, D. K., UDOBI, J. O. Quantitative analyses of honey samples from four different sources in Abia state, Nigeria. **International Journal of Natural and Applied Sciences**. v.9, n.2, p 107-116, 2013.

KNUTSEN, H.K., ALEXANDER, J., BARREGÅRD, L., BIGNAMI, M., BRÜSCHWEILER, B., CECCATELLI, S., DINOVI, M., EDLER, L., PETERSEN, A., ROSE, M., ROUDOT, A., SCHWERDTLE, T., VOLLMER, G., WALLACE, H., COTTRILL, B., LAAKSO, J., METZLER, M., SOUSA, R., VLEMINCKX, C. Erucic acid in feed and food. **European Food Safety Authority**. v.14, n.11, 2016.

KUMARAN, A., e KARUNAKARAN, R.J. Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of *Coleus aromaticus*. **Food Chemistry**.v. 97, p. 109–114, 2006.

LEAL, I.C.R., JÚNIOR, I.I., PEREIRA, E.M., LAPORT, M.S., KUSTER, R.M., SANTOS, K.R.N. *Pentaclethra macroloba* tannins fractions active against methicillin-resistant staphylococcal and Gram-negative strains showing selective toxicity. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.21, n.6, p.991-999. 2011.

MOREIRA, D.K.T., SANTOS, P.S., GAMBERO, A., MACEDO, G.A. Evaluation of structured lipids with behenic acid in the prevention of obesity, **Food Research International**, v.95, p.52-58, 2017.

MORI, T.A. Fitoterapia reprint of: Marine omega-3 fatty acids in the prevention of cardiovascular disease. **Fitoterapia**. v. 126, p. 8-15, 2018.

NOVELLO, D., FRANCESCHINI, P., QUINTILIANO, D.A. A importância dos ácidos graxos ômega 3 e ômega 6 para prevenção de doenças e na saúde humana. **Revista Salus-Guarapuava-PR**. v.2, n.1. p.45-54, 2008.

ODONNE, G., HOUËL, E., BOURDY, G., STIEN, D. Healing leishmaniasis in Amazonia: review of ethnomedicinal concepts and pharmaco-chemical analysis of traditional treatments to inspire modern phytotherapies, **Journal of Ethnopharmacology**, 2017.

OECD, Test No. 407: Repeated Dose 28-Day Oral Toxicity Study in Rodent, **OECD Guidelines for the Testing of Chemicals**, Organization for Economic Cooperation and Development, Paris, 2008.

OLSON, H., BETTON, D.R., THOMAS, K., MONRO, A., KOLAJA, G., LILLY, P., SANDERS, J., SIPER, G., BRACKEN, W., DORATO, M., VAN DEUN, K., SMITH, P., BERGER, B., HELLER, A. Concordance of the toxicity of pharmaceuticals in humans and in animals. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**. , v.32, n.1, p. 56 – 67, 2000.

ORWA, C., MUTUA, A., KINDT, R., JAMNADASS, R., SIMONS, A. *Pentaclethra macroloba* Agroforestry Database a tree Ref. Sel. Guid. version 4.0. **World Agroforestry Center** Nairobi, 2009.

PEREIRA, E., FERREIRA, M.C., SAMPAIO K.A., GRIMALDI, R., MEIRELLES, A.J.A., MAXIMO, G.J. Physical properties of Amazonian fats and oils and their blends. **Food Chemistry**. p. 208-215, 2018.

RATHBURN, H.B; Trypsin inhibitor protein from *Pentaclethra macroloba* having insecticidal properties. **International Patent Publication**, n. 9719109, 1997.

ROBBINS, S., e COTRAN, R.S. **Patologia: Bases Patológicas das Doenças**. 8ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010

ROBINSON, D. T., e MARTIN, C. R. Seminars in fetal e neonatal medicine fatty acid requirements for the preterm infant. **Seminars in Fetal and Neonatal Medicine**. v. 22, n.1, p. 8-14, 2017.

RODRIGUES, A.M.C., DARNET, S.H., SILVA, L.H. Fatty acid profiles and tocoferol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*), patawa (*Oenocarpus bataua*), tucumã (*Astrocaryum vulgare*), mari (*Poraqueiba paraensis*) and inaja (*Maximiliana maripa*) fruits. **Journal of Brazilian Chemical Society**. Vol. 21. p. 2000-2004, 2010.

RUFINO, M. S. M., ALVES, R. E., BRITO, E.S., MORAIS, S. M., SAMPAIO, C. G., PÉREZ-JIMÉNEZ. J., SAURA-CALIXTO. F.D. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP)**. Brazil: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006.

RUFINO, M.S.M., ALVES, R.E., BRITO, E.S., MORAIS, S.M., SAMPAIO, C.G., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., SAURA-CALIXTO, F.D. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH**. Brazil: Embrapa Agroindústria Tropical; 2014.

SANTOS, A.C.V., FERNANDES, C.C., LOPES, L.M., SOUSA, A.H. Insecticidal oils from Amazon plants in control of fall armyworm. **Revista Caatinga** v.29, p.642–647. 2016.

SILVA, J.O., COPPEDE, J.S., FERNANDES, V.C., SANT'ANA, C.D., TICLI, F.K., MAZZI, M.V., GIGLIO, J.R., PEREIRAM P.S., SOARES, A.M., SAMPAIO, S.V. Antihemorrhagic, antinucleolytic and other antiophidian properties of the aqueous extract from *Pentaclethra macroloba*, **Journal of Ethnopharmacology**, v.100, n.1-2, p. 145-152, 2005.

SILVA, R.M., ZARRICUETA, M.L., TAKETA, D.K., MORAIS, T.R., RIZZARDI, K.F., PARISOTTO, T.M., PÁDUA, R.L., ZUIN, J.C., RABELO, C., MACEDO, J.A., MACEDO, G.A., GAMBERO, A. Structured lipid containing behenic acid versus orlistat for weight loss: an experimental study in mice, **Pharma Nutrition**, v.14, 2020

SIRRI, F., TALLARICO, N., MELUZZI, A., FRANCHINI, A. Fatty acid composition and productive traits of broiler fed diets containing conjugated linoleic acid, **Poultry Science**, v.82, n.8, p.1356-1361. 2003.

SOUZA, C.G., MOURA, A.K.B., SILVA, J.N.P., SOARES, K.O., SILVA, J.V.C., VASCONCELOS, P.C. Fatores anti-nutricionais na nutrição animal: Composição e função dos compostos secundários. **Pubvet**, v. 13, n.5, p.1-19, 2019.

STEVANOVIĆ, Z., BOŠNJAK-NEUMÜLLER, J., PAJIĆ-LIJAKOVIĆ, I., RAJ, J., VASILJEVIĆ, M., STEVANOVIĆ, Z. D. Essential Oils as Feed Additives - Future Perspectives. **Molecules**, v. 23, n.1717, p.1-20. 2018.

TAKEMOTO, E., OKADA, I.A., GARBELLOTTI, M.L., TAVARES, M., AUED-PIMENTEL, S. Composição química da semente do óleo de baru nativo do município de Pirenópolis estado de Goiás. **Revista Adolfo Lutz**. v. 60, n.2, p.89-97, 2001.

TEIXEIRA, G.L., MACIEL, L.G., MAZZUTI, S., GONÇALVES, C.B., FERREIRA, S.R.S., BLOCK, J.M. Composition, thermal behavior and antioxidant activity of pracaxi (*Pentaclethra macroloba*) seed oil obtained by supercritical CO₂, **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 24, 2020.

TONIN, L. T. D., TEIXEIRA, B. S., SUZUKI, R. M. Capacidade antioxidante e compostos bioativos dos frutos de *Pouteria glomerata* (LARANJINHA-DE-PACU). **Revista Tecnológica**, v. 29, n. 2, p. 291-308, 25 mar. 2020.

TOOMER, O.T., LIVINGSTON, M., WALL, B., SANDERS, E., VU, T., MALHEIROS, R.D., LIVINGSTON, K.A., CARVALHO, L.V., FERKET, P.R., DEAN, L.L. Feeding high-oleic peanuts to meat-type broiler chickens enhances the fatty acid profile of the meat produced, **Poultry Science**, v.99, n.4, p.2236-2245, 2020.

UGBOGU, O.C., e AKUKWE, A.R. The antimicrobial effect of oils from *pentaclethra macrophylla* bent, *chrysophyllum albidum* g.don and *persea gratissima* gaerth f on some local clinical bacteria isolates. **African Journal of Biotechnology**, Hatfield, vol. 8, n. 2, p. 285-287. 2009.

YANG, T.H., JANG, J., JUN HAN, J., RHEE, JS. Enzymatic synthesis of low calorie structured lipids in a solvent-free system. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v.28, p.291-295, 2001.

ZACHARY, J.F. e MCGAVIN, M.D. **Bases da Patologia em Veterinária**. 5ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

ZHOU, Y., MAO, S., ZHOU, M. Effect of the flavonoid baicalein as a feed additive on the growth performance, immunity, and antioxidant capacity of broiler chickens, **Poultry Science**, v.98, n.7, p. 2790-2799, 2019.

CAPÍTULO 3

ÓLEO FUNCIONAL DE *PENTACLETRHA MACROLOBA* (PRACAXI) NA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS

Artigo redigido e formatado de acordo com as normas da Revista Toxicology Reports. ISSN:
2214-7500.

Fator de impacto: 4,81, Percentil 80% (Scopus)

Projeto aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais UFGD (Protocolo 15/2020)

RESUMO

A tendência pela substituição dos antimicrobianos como melhoradores de crescimento na nutrição animal é crescente. O óleo de *Pentacletrha maculoba* (pracaxi) é amplamente utilizado na medicina regional devido a sua riqueza de princípios ativos, entretanto não se tem conhecimento do seu potencial de ação na nutrição animal. O presente estudo tem como objetivo investigar os efeitos da inclusão do óleo de pracaxi sobre a produtividade, qualidade de ovos, digestibilidade e biometria dos órgãos de codornas japonesas. Para isso, foram utilizadas 175 codornas japonesas, em um delineamento totalmente casualizado com 5 tratamentos (T1: controle 0% inclusão; T2: 0,045% inclusão de óleo de pracaxi; T3: 0,090% de inclusão de pracaxi; T4: 0,180% de inclusão de óleo de pracaxi; T5: 0,360% de inclusão de óleo de pracaxi), com 7 repetições, com 5 animais cada por dois períodos de 28 dias. Para as aves que receberam a inclusão com óleo de pracaxi notou-se a piora da conversão alimentar por dúzia de ovos, aumento da deposição de ácido linolênico na gema dos ovos, aumento da absorção de proteínas e minerais. Conclui-se que o óleo de pracaxi pode ser incluso na dieta de aves sem causar interferências sobre a saúde dos animais, melhorando a deposição de ácidos graxos na gema dos ovos e melhorando a absorção de nutrientes.

Palavras chave: Fitoterapia, óleos da Amazônia, nutrição de aves

ABSTRACT

The trend towards the replacement of antimicrobials as growth enhancers in animal nutrition is increasing. *Pentacletrha maculoba* (pracaxi) oil is widely used in regional medicine due to its richness of active principles, however its potential for action in animal nutrition is not known. The present study aims to investigate the effects of the inclusion of pracaxi oil on productivity, egg quality, digestibility and organ biometry of Japanese quails. For this, 175 Japanese quails were used in a completely randomized design with 5 treatments (T1: control 0% inclusion; T2: 0.045% inclusion of pracaxi oil; T3: 0.090% inclusion of pracaxi; T4: 0.180% inclusion of pracaxi oil; T5: 0.360% inclusion of pracaxi oil), with 7 replications, with 5 animals each for two periods of 28 days. For the birds that received the inclusion with pracaxi oil, there was a worsening of feed conversion per dozen eggs, an increase in the deposition of linolenic acid in the egg yolk, an increase in the absorption of proteins and minerals. It is concluded that pracaxi oil can be included in the diet of birds without interfering with the health of the animals, improving the deposition of fatty acids in the egg yolk and improving the absorption of nutrients.

Keywords: Herbal medicine, Amazon oils, bird nutrition

INTRODUÇÃO

Como forma de maximizar o desempenho produtivo das aves, são utilizados os aditivos alimentares como uma ferramenta que auxilia tanto o desempenho produtivo como também garantem melhores condições de saúde (LEMOS et al., 2017). Dentre os principais produtos utilizados destaca-se o uso dos antimicrobianos com função de promotor de crescimento, entretanto, esse produto vem sendo discutido e desestimulado sobre a sua utilização devido a quadros de resistência bacteriana.

Por essa razão surge a necessidade de explorar outros produtos que possam ser utilizados sem oferecer riscos à saúde. Os óleos funcionais surgem como uma alternativa devido a sua riqueza em compostos bioativos, a biodisponibilidade e preferência dos consumidores em adquirir produtos que se alinhem ao conceito sustentável causando a diminuição dos impactos ao meio ambiente e garantindo o bem-estar animal (STEVANOVIC et al., 2018).

A *Pentaclethra maculoba*, popularmente conhecida como Pracaxi, é uma árvore encontrada em diversas regiões, como na Costa Rica, México, Peru, Suriname e no Brasil (CRUZ e BARROS, 2015). As sementes são comestíveis e fornecem de 45 a 48% de óleo (ORWA et al., 2009), essa substância é rica em ácidos graxos como o ácido oleico, beênico, linoleico e lignocérico (BEZERRA et al., 2017), em menor quantidade também são encontrados o ácido araquídico, esteárico, láurico, mirístico e palmítico (COSTA et al., 2014).

Devido a sua composição de ácidos graxos, o óleo de pracaxi é popularmente utilizado pela indústria de cosméticos (CARDOSO et al., 2014). Apresenta diversas aplicações medicinais, como cicatrizante, antimicrobiano, antioxidante, tratamento a picada de cobra do gênero *Bothrops*, leishmanicida, inseticida contra mosquitos *Aedes aegypti* (RATHBURN, 1997; SILVA et al., 2005; ODONNE et al., 2017;).

Todavia, muitas de suas propriedades ainda permanecem desconhecidas, principalmente sobre a utilização desse produto como aditivo na nutrição animal. Por esse motivo, o presente estudo tem como objetivo investigar os possíveis efeitos da inclusão de óleo de pracaxi em dietas de codornas japonesas sobre a produtividade, digestibilidade, qualidade intestinal e dos ovos.

MATERIAL E MÉTODOS

Aprovação comitê de ética

Todas as práticas realizadas durante a execução desse experimento foram aprovadas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal da Grande Dourados, sob protocolo 15/2020.

Local

O experimento foi conduzido no Aviário Experimental de Aves de Poedeiras, nas instalações destinadas à coturnicultura da Faculdade de Ciências Agrárias da UFGD no município de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. A altitude do município é de 430 m, a latitude de 22° 13' S e longitude 54° 48' W. Foram utilizadas gaiolas metálicas em sistema de bateria, com as dimensões de 50 x 50 x 16,5 cm (comprimento x largura x altura), contendo duas divisórias de 25 x 50 cm totalizando 1.250 cm², equipadas com comedouros tipo calha e bebedouros tipo nipple e controle de iluminação e ambiente.

Animais experimentais

Foram utilizadas 175 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), em fase de postura com 90 dias de idade, adquiridas de uma empresa comercial, sendo avaliado dois ciclos produtivos de 28 dias cada.

Óleo funcional

Para execução do experimento utilizou-se o óleo de pracaxi (Tabela 1) fornecido por uma empresa comercial, responsável pela coleta e beneficiamento das sementes para obtenção do óleo.

Tabela 1 - Composição dos principais ácidos graxos do óleo de *Pentaclethra macroloba* por cromatografia gasosa.

Ácidos Graxos	Composição (%)
Ácido oleico (C18:1)	46,37
Ácido beênico (C22:0)	23,01
Ácido linoleico (C18:2)	12,05
Ácido araquídico (C20:0)	11,98
Ácido esteárico (C18:0)	3,45
Ácido palmítico (C16:0)	1,49

Ácido linolênico (C18:3)	1,39
Ácido láurico (C12:0)	0,17
Ácido mirístico (C14:0)	0,09

Temperatura, umidade e iluminação

Durante todo o período experimental, as aves receberam iluminação através de lâmpadas fluorescentes, com oferta de 16 horas diárias de luz entre as 6:00 e às 22:00 horas, controlada por relógio timer.

Para manter o ambiente climatizado, foram utilizados aparelhos climatizadores evaporativos. A temperatura e a umidade relativa do ar do interior do aviário foram aferidas diariamente com o uso de termohigrômetros digitais, localizados no centro das gaiolas.

Delineamento experimental

O experimento foi realizado em dois períodos experimentais com 28 dias de duração, totalizando 56 dias experimentais. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com 5 dietas com 7 repetições cada e 5 codornas por unidade experimental, totalizando 175 aves.

Os animais receberam dietas à base de milho e farelo de soja, para atender a exigências nutricionais descritas por ROSTAGNO et al. (2017) acrescidas ou não do óleo funcional conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição das dietas fornecidas às codornas.

Alimentos	Níveis de inclusão dos óleos funcionais nas rações experimentais (%)				
	0%	0,045%	0,090%	0,180%	0,360%
Milho	56,29	56,29	56,29	56,29	56,29
Farelo Soja	30,70	30,70	30,70	30,70	30,70
Calcário	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95
Óleo soja	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67
Inerte	1,05	1,01	0,96	0,87	0,69
Fosfato bicálcico	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
DL metionina	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Sal comum	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
L Lisina	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Premix mineral	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Premix vitamínico	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Óleo pracaxi	0	0,045	0,09	0,18	0,36

Total	100	100	100	100	100
-------	-----	-----	-----	-----	-----

Composição nutricional calculada

EM (kcal/kg)	2799,999
Proteína Bruta (%)	18,9200
Fibra Bruta	2,4662
Lisina Digestível (%)	1,1490
Metionina+Cisteína (%)	0,9421
Metionina digestível (%)	0,6565
Cálcio (%)	2,9900
Fósforo disponível (%)	0,2821
Sódio (%)	0,1470

Suplemento vitamínico/kg: vit. A 13.440,000 UI; vit. D 3.200,000 UI; vit.E 28.000 mg/kg; vit. K 2.880 mg/kg; tiamina 3.500mg/kg; riboflavina 9.600mg/kg; piridoxina 5.000mg/kg; cianocobalamina 19.200mcg/kg; ácido fólico 1.600mg/kg; ácido pantotênico 25,000mg/kg; niacina 67.200mg/kg; biotina 80.000mcg/kg; selênio 600 ppm; antioxidante 0,40g/kg.

²Suplemento mineral/kg: Mg 150.000ppm; Zn 140.000 ppm; Fe 100.000ppm; Cu 16.000 ppm; I1.500ppm.

Níveis de inclusão do óleo funcional na dieta

Os tratamentos considerados nesta avaliação levaram em consideração o teste de segurança clínica para possível toxicidade (Cap. 2) e o estudo químico dos óleos de pracaxi para determinar se estes influenciariam no nível energético das dietas.

Para isso, foram utilizados 5 tratamentos com diferentes níveis de inclusão do óleo funcional, sendo o tratamento 1, o controle negativo, sem adição de óleo de pracaxi; tratamento 2, adição de 0,045% (11,25 mg/kg/dia) óleo de pracaxi; tratamento 3, adição de 0,090% (22,5 mg/kg/dia) óleo de pracaxi; tratamento 4, adição de 0,180% (45 mg/kg/dia) óleo de pracaxi e tratamento 5, adição de 0,360% (90 mg/kg/dia) óleo de pracaxi.

Avaliação do desempenho produtivo

Para avaliação do desempenho produtivo foi levado em consideração a pesagem dos animais no início e fim de cada período experimental, o peso das sobras ao fim dos períodos experimentais e as anotações diárias sobre a produção de ovos. No caso de aves mortas durante o período, o seu consumo médio foi descontado e corrigido, obtendo-se o consumo médio para a unidade experimental.

Os ovos foram pesados em uma balança digital com precisão de 0,01g para obtenção do peso médio. Por meio da produção de ovos diária foi calculada a soma de todos os ovos

produzidos, incluindo ovos trincados, sem casca ou com qualquer outro defeito, para a verificação sobre a produção média dos tratamentos.

Para determinação da produção de ovos comercializáveis, foi descontado o número de ovos quebrados, trincados, com casca mole e sem casca da produção total de ovos, sendo então calculada a relação entre os ovos íntegros e totais de ovos produzidos durante cada período.

A conversão alimentar foi calculada pela relação entre o consumo total de ração (kg), número de aves e duração do período experimental (28 dias). Para os cálculos da conversão alimentar por dúzia de ovos, foi dividido o valor do consumo total de ração (kg) pela dúzia de ovos produzidos. A conversão alimentar por massa de ovos foi determinada por meio da divisão entre a conversão alimentar pela massa de ovos. Para a obtenção do valor da massa de ovos multiplicou-se a porcentagem de ovos comercializáveis pelo peso dos ovos e dividiu por 100.

Avaliação qualidade de ovos

Para a avaliação da qualidade dos ovos foram coletados 2 ovos íntegros de cada uma das unidades experimentais durante 2 dias, totalizando em 252 ovos, ao final de cada período experimental. Após a coleta dos ovos, esses foram identificados e em seguida, com auxílio de uma balança semi-analítica, os ovos foram pesados.

Foi determinada a gravidade específica utilizando o método de imersão em diferentes soluções salinas (NaCl), cujas as densidades variaram de 1,060 a 1,100, com intervalos de 0,005, mensuradas com auxílio de um densímetro. Os ovos foram consecutivamente depositados nos recipientes de menor densidade ao de maior densidade, até que o ovo emergisse para que pudesse ser identificada a gravidade específica (BARBOSA et al., 2009).

Posteriormente, os ovos foram quebrados e separados seus componentes, de forma manual, em uma superfície plana. Com o auxílio do colorímetro Minolta CR-400®, foram avaliados os parâmetros L*(luminosidade), a* (vermelho) e b* (amarelo), mensurados na superfície da gema conforme Bittencourt et al. (2019).

Por meio de um paquímetro digital com auxílio de um tripé foi medido o diâmetro da gema e a altura do albúmen e da gema. Sendo que a altura da gema foi mensurada na região central e a altura do albúmen na porção mais alta, próximo à gema (BITTENCOURT et al., 2019).

A unidade Haugh foi calculada por meio da fórmula: $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$, em que H = altura do albúmen (mm) e W = peso do ovo (g). O índice de gema foi mensurado pela razão entre a altura e o diâmetro dessa estrutura (ALMEIDA et al., 2016).

O índice de gema foi calculado pela relação entre a altura e a largura da gema como descrito por Staldeman e Cotterill (1994). A gema de cada um dos ovos foi separada e pesada em uma balança de precisão. Para avaliação do peso das cascas, essas foram lavadas em água corrente para remoção de resquícios de albúmen e secas por 72 horas em temperatura ambiente, posteriormente, foram pesadas em uma balança de precisão digital e mensurada a espessura da casca com paquímetro em 3 diferentes pontos. O peso do albúmen foi mensurado pela diferença entre o peso total do ovo, peso da gema e da casca (TARABANY, 2016). Em seguida, com o medidor de pH, devidamente calibrado, foi avaliado o pH das gemas (ALMEIDA et al., 2016).

A porcentagem de casca, gema e albúmen foi calculada em relação ao peso dos constituintes e o peso total do ovo, como descrito por Pissinati et al. (2014):

$$\%C = \frac{P_{casca}}{P_{ovo}} \times 100$$

$$\%C = \frac{P_{gema}}{P_{ovo}} \times 100$$

$$\%C = \frac{P_{albúmen}}{P_{ovo}} \times 100$$

Composição de ácidos graxos das gemas

Ao final do segundo período experimental foram coletados 3 ovos de cada unidade experimental, os componentes foram devidamente separados, e as gemas foram armazenadas, devidamente identificadas e congeladas para posterior processo de liofilização. Após as gemas serem liofilizadas, foram submetidas à análise de composição de ácidos graxos por meio da técnica de cromatografia gasosa.

Essas análises foram realizadas em cromatógrafo gasoso equipado com detector de ionização de chama (FID) e coluna capilar CP-Sil 88 (comprimento 60 m, diâmetro interno 0,25 mm, espessura do filme 0,25 μ m). As condições operacionais foram as seguintes: hélio foi o gás de arraste a uma taxa de fluxo de 0,9 ml/min, detector FID a 280 °C, injetor (razão de divisão 1: 100) a 250 °C e volume de injeção de 1 μ L. A temperatura programada da coluna começou em 175 °C por 8 min, seguido por 2,0 °C/min até 180 °C por 28 min e, em seguida, 2,0 °C/min até 250 °C por 10 min. Os picos de ácidos graxos individuais foram identificados comparando os tempos de retenção com os ácidos graxos padrão analisados nas mesmas condições operacionais. Os resultados foram expressos como porcentagens relativas de ácidos

graxos totais, as análises foram realizadas em triplicata e a composição dos ácidos graxos foi determinada com base no método de Rodrigues, Darnet e Silva (2010).

Biometria de órgãos

Ao final do segundo período experimental, uma ave de cada unidade experimental foi selecionada, identificada conforme o tratamento e repetição pertencente e mantida por 12 horas em jejum. As aves foram pesadas para obtenção do peso vivo (g), e realizada a punção intracardíaca para obtenção de sangue para avaliações bioquímicas. Em seguida, foram eutanasiadas por meio de deslocamento cervical, sangradas, escaldadas e depenadas manualmente. As carcaças foram pesadas novamente depois de retirada a cabeça, pescoço e pés em balança semi – analítica, em seguida, foram removidas e pesadas as vísceras (coração, intestinos, fígado, moela, pró-ventrículo e trato reprodutivo).

Para aferição do peso da moela, foi retirado o alimento que estava no órgão, mantendo a membrana coelínea. Já o proventrículo, duodeno, jejuno, íleo e ceco sofreram uma leve compressão para eliminar o conteúdo interior, sendo feita a pesagem da estrutura limpa.

Digestibilidade

O ensaio de digestibilidade foi realizado por meio de coleta total de fezes e iniciado após o término do primeiro período experimental, com 4 dias para o recolhimento de excretas, identificadas com auxílio de um marcador (óxido de ferro). As gaiolas foram equipadas com bandejas para o recolhimento das excretas, as quais foram coletadas diariamente, duas vezes ao dia (8:00h e 18:00h), acondicionadas em sacos plásticos identificados com o tratamento e repetição correspondente e armazenadas em freezer a -16°C para posteriores análises.

Ao final do período de coleta de excretas foi determinada a quantidade de ração consumida, bem como a quantidade total de excretas produzidas. No momento das análises as excretas foram descongeladas e homogeneizadas.

Uma parcela das excretas de cada repetição foi retirada e pesada, sendo em seguida colocada em estufa com ventilação forçada à temperatura de 55 °C por 72 horas, a fim de se proceder a pré-secagem. Posteriormente, as amostras foram expostas ao ar para que haja equilíbrio com a temperatura e umidade ambiente. Em seguida foram pesadas, moídas em moinhos tipo faca de 1 mm, e acondicionadas em recipientes para as demais análises laboratoriais.

Foram determinados os teores de umidade e nitrogênio das excretas e das rações, segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). A energia bruta das dietas, das fontes lipídicas e das excretas foi obtida por bomba calorimétrica (IKA[®] modelo PARR

6200). O valor de EMA e EMAn foi calculado utilizando as equações propostas por Matterson et al. (1965):

$$EMA \text{ da DT ou RB } \left(\frac{kcal}{kg} \right) = \frac{(EB \text{ ingerida} - EB \text{ excretada})}{Ingest\tilde{a}o \text{ de alimento}}$$

$$EMA \text{ da fonte lipídica } \left(\frac{kcal}{kg} \right) = EMA \text{ RB} + \frac{(EMA \text{ DT} - EMA \text{ RB})}{\% \text{ de substitui\c{c}o\~{a}}}$$

$$EMAn \text{ da DT ou RB } \left(\frac{kcal}{kg} \right) = \frac{(EB \text{ ingerida} - (EB \text{ excretada} + 8,22 \times BN))}{Ingest\tilde{a}o \text{ de alimento}}$$

$$EMAn \text{ da fonte lipídica } \left(\frac{kcal}{kg} \right) = EMAn \text{ RB} + \frac{(EMAn \text{ DT} - EMAn \text{ RB})}{\% \text{ de substitui\c{c}o\~{a}}}$$

Em que:

EMA= energia metabolizável

EMAn= energia metabolizável corrigida

DT = dieta teste,

RB = ração basal,

EB = energia bruta,

BN = balanço de nitrogênio = N ingerido – N excretado.

O cálculo do coeficiente de metabolizabilidade (CM) para a coleta total de excretas foi feito de acordo com a seguinte equação: CM (%) = Quantidade de nutriente da ração - Quantidade de nutriente da excreta / Quantidade de nutriente da ração x 100.

Análises estatística

Foram verificadas as premissas estatísticas de normalidade de resíduos e homogeneidade de variâncias dos dados de desempenho produtivo, qualidade de ovos e peso de órgãos com uso testes de Shapiro Wilk e Levene, respectivamente. Os dados foram posteriormente submetidos a análise de variância utilizando-se o procedimento MIXED do SAS (SAS, versão 9.4, SAS Institute Inc, Cary, NC, EUA). Quando o modelo foi significativo as estimativas das diferentes inclusões do óleo de pracaxi foram submetidas a análise de regressão polinomial. Os modelos para determinação do comportamento das variáveis tiveram como base a significância de cada parâmetro da equação, o valor do coeficiente de determinação e a consonância do nível estimado. Para todas as análises foi considerado o nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito dos diferentes níveis de inclusão do óleo de pracaxi sobre a massa de ovos (g), conversão alimentar por massa de ovos, peso dos ovos (g), viabilidade, ovos comercializáveis, produção de ovos e consumo/ave/dia (Tabela 3).

Todavia, a conversão alimentar por dúzia de ovos apresentou comportamento linear crescente, indicando que o aumento da adição de óleo de pracaxi proporcionou piora na conversão alimentar por dúzia de ovos.

Tabela 3 – Efeito do óleo de pracaxi sobre os parâmetros produtivos das codornas japonesas.

Variável	Inclusão de Pracaxi					EPM	P
	0%	0,045%	0,090%	0,180%	0,360%		
Cons/Ave/Dia (g)	28,148	28,802	31,335	29,78	31,541	0,582	0,081
Produção de ovos	83,888	82,615	88,187	87,032	85,082	1,216	0,479
Comercializáveis	83,33	82,369	88,013	86,732	84,483	1,403	0,373
Viabilidade	98,928	98,775	97,447	97,873	94,384	0,731	0,346
Peso ovo (g)	11,305	11,436	11,395	11,335	11,168	0,071	0,747
Massa ovos (g)	8,865	8,684	9,309	9,758	9,054	0,13	0,074
CA (massa)	3,221	3,36	3,379	3,082	3,607	0,072	0,130
CA (dz)	2,649	2,561	2,756	2,640	3,069	0,06	0,026
Regressões polinomiais							
Variável	p-valor	Efeito	Equações		R ²		
Ca (dz)	0,016	Linear	$y = 2,577 + 1,136x$		0,0822		

Cons/Ave/Dia: consumo/ave/dia; CA (dz): conversão alimentar por dúzia de ovos; Comercializáveis: % de ovos comercializáveis; CA (massa): conversão alimentar por massa de ovos

*Resultados foram considerados estatisticamente significativos a um nível de $p < 0,05$.

A piora na conversão alimentar pode ser correlacionada à composição de ácidos graxos do óleo de pracaxi, principalmente ao ácido beênico, um dos principais constituintes desse produto (23,01%) que segundo a literatura possuem baixa capacidade de absorção intestinal (YANG et al., 2001).

O ácido beênico possui a capacidade de inibir parcialmente a ação da lipase pancreática, por essa razão esse produto tem sido utilizado no combate à obesidade (SILVA et al., 2020). Diante do exposto, pode-se correlacionar a dificuldade de digestão desse ácido graxo ao tamanho da sua cadeia carbônica e a ação de inibir a lipase pancreática, dessa forma prejudicando a conversão alimentar por dúzia de ovos.

Não houve interferência dos níveis de inclusão de óleo de pracaxi sobre as variáveis relativas à qualidade de ovos (Tabela 4).

Tabela 4 - Efeito da inclusão de óleo de pracaxi em dietas de codornas japonesas sobre a qualidade de ovos.

Variável	Inclusão de Pracaxi					EPM	P
	0%	0,045%	0,090%	0,180%	0,360%		
Peso do ovo (g)	11,30	11,43	11,39	11,33	11,16	0,071	0,747
Peso da gema (g)	3,60	3,83	3,87	3,87	3,77	0,044	0,280
Peso do albúmen (g)	6,77	6,68	6,60	6,46	6,50	0,063	0,422
Peso da casca (g)	0,92	0,91	0,91	0,92	0,87	0,007	0,078
% albúmen	59,92	58,43	57,86	57,37	58,08	0,384	0,233
% gema	31,88	33,58	34,10	34,39	34,06	0,384	0,195
% casca	8,18	7,97	8,02	8,19	7,78	0,05	0,052
Gravidade específica	1066,7	1067,0	1066,2	1067,4	1066,7	0,318	0,769
Altura Albúmen	3,88	4,03	3,79	3,84	3,78	0,064	0,762
Altura da Gema	10,51	10,4	10,34	10,43	10,35	0,066	0,939
Diâmetro da. Gema	23,82	24,16	23,76	23,66	23,84	0,183	0,819
Unidade Haugh	86,96	87,09	85,73	85,99	85,90	0,376	0,680
Índice de gema	0,44	0,43	0,44	0,44	0,43	0,004	0,846
L*	55,75	55,18	54,97	55,52	56,02	0,171	0,269
a*	-2,68	-2,63	-2,68	-2,62	-2,86	0,053	0,380
b*	37,24	36,65	38,31	38,52	37,99	0,244	0,052
Espessura de Casca	0,24	0,23	0,23	0,24	0,22	0,002	0,135
pH da gema	6,16	6,09	6,07	6,10	6,11	0,009	0,067

*Resultados foram considerados estatisticamente significativos a um nível de $p < 0,05$.

São escassas as informações a respeito do uso do óleo de pracaxi na nutrição animal. Entretanto, ao observarem a ação de produtos ricos e com composição semelhante em ácidos graxos como o óleo de açaí, rico em ácido oleico e linoleico, Fortuoso et al. (2020) também não verificaram diferenças estatísticas significativas em relação aos parâmetros de qualidade dos ovos em poedeiras comerciais. No presente estudo, possivelmente os níveis dos compostos bioativos e dos ácidos graxos, como o ácido oleico e linoleico, encontrados no óleo de pracaxi não foram capazes de interferir sobre os parâmetros de qualidade de ovos.

Não houve efeito da inclusão de níveis crescentes de óleo de pracaxi sobre a composição da maioria dos ácidos graxos, exceto para o ácido graxo linolênico que apresentou efeito quadrático negativo (Tabela 5).

Ao observar a composição de ácidos graxos presentes na gema dos ovos das codornas, notam-se a presença de vários ácidos graxos que constituem o óleo de pracaxi (Tabela 1). Em vista disso, esperava-se uma maior concentração de ácidos graxos nas gemas dos ovos das codornas semelhantes à concentração do óleo de pracaxi, entretanto, apenas o ácido linolênico que apresenta 1,39% da constituição do óleo de pracaxi gerou resultado quadrático negativo significativo, segundo a análise de regressão observa-se que o nível de 0,170% de óleo de pracaxi ofereceria a máxima deposição de ácido linolênico na gema dos ovos, os demais ácidos graxos não sofreram influência da inclusão do óleo de pracaxi em relação ao aumento na composição das gemas.

Tabela 5- Composição de ácidos graxos presentes das gemas dos ovos de codornas japonesas submetidas a dietas com diferentes níveis de inclusão de óleo de pracaxi.

Ácidos Graxos	Inclusão Pracaxi					EPM	P
	0%	0,045%	0,090%	0,180%	0,360%		
C16:0	27,836	27,927	27,944	27,873	27,945	0,014	0,0634
C16:1	1,568	1,582	1,582	1,570	1,588	0,003	0,4405
C18:0	9,220	9,210	9,214	9,204	9,201	0,005	0,8086
C18:1	44,274	44,064	43,891	44,054	44,171	0,082	0,6864
C18:2w6	13,374	13,477	13,524	13,361	13,295	0,034	0,2118
C18:3w3	0,173	0,180	0,182	0,180	0,174	0,001	0,0310
C20:4w6	0,191	0,191	1,188	0,195	0,192	0,001	0,6062
C22:6w3	0,200	0,207	0,201	0,198	0,200	0,002	0,7201

Regressões polinomiais				
Variável	p-Valor	Efeito	Equações	R ²
C18:3w3	0,0015	Quad	$y=-0,234x^2+0,080x+0,175$	0,2555

C16:0 - Ácido palmítico; C16:1 - Ácido palmitoleico; C18:0 - Ácido esteárico; C 18:1 - Ácido oleico; C18:2w6 - Ácido linoleico; C18:3w3 - Ácido linolênico; C20:4w6 - Ácido araquidônico; C22:6w3 - Ácido docosahexaenóico.

*Resultados foram considerados estatisticamente significativos a um nível de $p < 0,05$

Tal resultado pode ser correlacionado ao alto poder antioxidante do óleo de pracaxi, devido à composição de flavonoides, que seria capaz de interferir sobre o processo de peroxidação lipídica da gema dos ovos, uma vez que ácidos graxos insaturados tem a estrutura lipídica mais susceptível ao processo oxidativo (SILVA et al., 2021). Ao avaliar a composição lipídica do óleo de pracaxi nota-se a presença de ácidos graxos insaturados, logo, compostos mais susceptíveis ao processo de peroxidação, entretanto, o resultado significativo da maior deposição de ácido linolênico mostra um efeito protetor do óleo de pracaxi como antioxidante em impedir o consumo desse composto.

Não houve efeito do óleo de pracaxi sobre o peso das carcaças das codornas e seus órgãos ao final do segundo ciclo produtivo (Tabela 6).

Tabela 6- Efeito do óleo de pracaxi na dieta de codornas sobre o peso vivo e biometria dos órgãos.

Variável	Inclusão de Pracaxi					EPM	P
	0%	0,045%	0,090%	0,180%	0,360%		
Peso vivo (g)	166,71	164,29	162,71	156,57	155,29	2,472	0,5432
PV corrigido (g)	156,21	157,87	156,62	146,87	150,93	2,542	0,6375
Corpo Vazio (g)	103,53	101,04	106,56	97,198	97,551	1,916	0,5106
Fígado (g)	4,182	4,53	4,594	4,97	4,318	0,134	0,4110
Intestino (g)	7,68	7,762	6,558	7,931	8,205	0,240	0,2412
Coração (g)	1,334	1,39	1,382	1,431	1,304	0,027	0,6381
Reprodutivo (g)	11,907	12,265	11,531	12,182	12,747	0,441	0,9426
Moela (g)	4,367	4,251	4,011	4,415	4,175	0,104	0,7740
Proventrículo (g)	0,845	0,932	0,821	0,853	0,837	0,018	0,3463

PV Corrigido: peso vivo corrigido

*Resultados foram considerados estatisticamente significativos a um nível de $p < 0,05$.

Na Tabela 7 pode ser observado os resultados referentes à digestibilidade das dietas fornecidas as codornas japonesas.

Tabela 7 – Coeficiente de digestibilidade da matéria seca, extrato etéreo, proteína bruta, matéria mineral e energia metabolizável aparente corrigida das dietas.

Variáveis	Inclusão Pracaxi					EPM	P
	0%	0,045%	0,090%	0,180%	0,360%		
EMAn (Kcal/kg)	2.873	2.688	2.909	2.899	3.067	0,046	0,1968
CDMS (%)	81,26	78,34	83,88	80,27	83,62	1,055	0,4877
CDEE (%)	90,13	87,49	88,00	90,47	91,38	1,456	0,6362
CDPB (%)	60,16	50,43	60,42	64,85	77,95	2,905	0,0497
CDMM (%)	48,28	48,35	49,02	50,98	50,83	0,432	0,0149

Regressões polinomiais					
Variável	p-Valor	Efeito	Equações		R ²
Proteína Bruta (%)	0,0199	Quad	$y=152,01x^2+4,2798x+57,189$		0,2786
Matéria Mineral (%)	0,012	Lin	$y=8,0366x+48,417$		0,2555

EMAn: Energia metabolizável corrigida; CDMS: Coeficiente de digestibilidade da matéria seca; CDEE: Coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo; CDPB: Coeficiente de digestibilidade da proteína bruta; CDMM: Coeficiente de digestibilidade da matéria mineral.

*Resultados foram considerados estatisticamente significativos a um nível de $p < 0,05$.

O coeficiente de digestibilidade da proteína bruta apresentou resultado quadrático positivo, que segundo a análise de regressão teria como valor mínimo de inclusão 0,014% de óleo de pracaxi, fornecendo 57,15% de coeficiente de digestibilidade para proteína, logo a

partir dessa inclusão pode-se notar uma melhor capacidade digestiva das aves em relação as proteínas.

O óleo de pracaxi também se mostra eficiente sobre a absorção de matéria mineral com efeito linear positivo, indicando que o aumento da inclusão de óleo de pracaxi também eleva gradativamente a absorção de matéria mineral.

A inclusão de produtos fitoterápicos, como óleos funcionais e essenciais, tem se mostrado eficaz sobre o aumento da digestibilidade da proteína bruta, devido à ação desses produtos em melhorar a saúde intestinal, devido à riqueza de seus compostos bioativos (MAHGOUB et al., 2019; ABDEL-WARETH E LOHAKARE, 2020; SU et al., 2021). Uma vez que substâncias polifenólicas geram modulação da microbiota intestinal, auxiliam na resposta imune inata e adquirida, além de atuarem sobre a produção de citocinas, que estão diretamente ligadas a resposta inflamatória do organismo (SANTOS, 2020; KLEIN, 2021).

A partir dessas informações pressupõe-se que a rica composição de compostos bioativos, como os flavonoides presentes no óleo de pracaxi, tenha melhorado a saúde intestinal das codornas propiciando uma melhor absorção de proteínas e minerais.

O aumento da absorção de minerais pelo organismo das codornas é um processo benéfico, pois os minerais são elementos inorgânicos essenciais aos animais, uma vez que não são sintetizados no organismo e desempenham importantíssimas funções sobre as vias metabólicas, estruturais, energéticas, sobre o sistema imune, entre outros. Em vista disso, o aumento da biodisponibilidade desses produtos pode ser associado a uma melhor condição das funções orgânicas das aves (GOFF, 2018).

CONCLUSÃO

O óleo de pracaxi não causou interferência sobre a saúde dos animais, não afetando os parâmetros de produtividade, qualidade dos ovos e biometria dos órgãos. A inclusão de óleo de pracaxi se mostra eficiente para gerar maior deposição de ácido linolênico na gema dos ovos das codornas e aumento da absorção de proteínas e minerais. Logo a inclusão de óleo de pracaxi na dieta de aves seria recomendada sem causar prejuízos à saúde dos animais e melhorando a absorção de nutrientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL-WARETH, A.A.A., LOHAKARE, J.D, Productive performance, egg quality, nutrients digestibility, and physiological response of bovans brown hens fed various dietary inclusion levels of peppermint oil, **Animal Feed Science and Technology**,v.267, 2020.

ALMEIDA, D. S. D., SCHNEIDER, A. F., YURI, F. M., MACHADO, B. D., GEWEHR, C. E. Egg shell treatment methods effect on commercial eggs quality. **Ciência Rural**, v. 46, n. 2, p. 336-341, 2016.

BARBOSA, N. A. A., SAKOMURA, N. K., MENDONÇA, M. O., FREITAS, E. R., FERNANDES, J. B. K. Qualidade de ovos comerciais provenientes de poedeiras comerciais armazenados sob diferentes tempos e condições de ambientes. **Ars Veterinaria**, v. 24, n. 2, p. 127-133, 2009.

BEZERRA, C.V., RODRIGUES, A.M.C., OLIVEIRA, P.D., SILVA, D.A., SILVA, L.H.M. Technological properties of amazonian oils and fats and their applications in the food industry. **Food Chemistry**. v 221, p.1466-1473, 2017.

BITTERNCOURT, T.B., LIMA, H.J.D.A., VALENTIM, J.K, MARTINS, A.C.D.S., MORALECO, D.D., VACCARO, B.C. Destiladores de grãos secos com solventes de milho na dieta de codornas japonesas. Acta Scientiarum. **Ciências Animais**, v.41, 2019.

CAPUTO, L.F.G., GITIRANA, L.B., MANSO, P.P.A. **Conceitos e Métodos para formação de profissionais em laboratórios de saúde** - volume 2, Rio de Janeiro: EPSJV/IOC, 290 p, 2010.

CARDOSO, C.R.B., SOUZA, M.A., FERRO, E.A.V., FAVORETO, S., PENA, J.D.O. 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. 2014.

COSTA, M.N.F.S., MUNIZ, M.A.P., NEGRÃO, C.A.B., COSTA, C.E.F., LAMARÃO, M.L.N., MORAIS, L., JÚNIOR, J.O.C.S., COSTA, R.M.R. Characterization of *Pentaclethra macroloba* oil, **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v.115, p. 2269-2275, 2014.

COSTA, N.A., DUARTE, E.F., GUIMARÃES, G.S., SOUZA, L.P., SANTOS, F.R. Plant extract of noni (*Morinda citrifolia*) as growth promoters of broilers. **Research, Society and Development**, v.9, n.7, 2020.

CRUZ, E e BARROS, H. **Germinação de sementes de espécies amazônicas: pracaxi [*Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze]**. Comunicado técnico, EMBRAPA, Belém, 2015.

FORTUOSO, B.F., GALLI, G.M., OLIVEIRA, R.C., SOUZA, C.F., BALDISSERA, M.D., VENDRUSCOLO, R.G., WAGER, R., ALBA, D.F., BOIAGO, M.M., SILVA, A.S. Effects of soybean oil replacement by açai oil in laying hen diets on fatty acid profile and egg quality, **Animal Feed Science and Technology**, v.263, 2020.

GOFF, J.P. Invited review: Mineral absorption mechanisms, mineral interactions that affect acid–base and antioxidant status, and diet considerations to improve mineral status, **Journal of Dairy Science**, v.101, n.4, 2018.

KLEIN, B.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 6.ed. Guanabara Koogan, 328p. 2021.

LEAL, I.C.R., JÚNIOR, I.I., PEREIRA, E.M., LAPORT, M.S., KUSTER, R.M., SANTOS, K.R.N. *Pentaclethra macroloba* tannins fractions active against methicillin-resistant staphylococcal and Gram-negative strains showing selective toxicity. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.21, n.6, p.991-999. 2011.

LEMO, M., CALIXTO, L.F., SOUZA, D., TORRES, K.A., REAIS, T., COELHO, L., FILHO, C.A. Efeito de diferentes aditivos zootécnicos sobre a qualidade de ovos em duas fases produtivas da codorna. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, n.3, p.751-760, 2017.

MAHGOUB, S.A.M., EL-HACK, M.E.A., SAALDEDIN, I.M., HUSSEIN, M.A., SWELUM, A.A., ALAGAWANY, M. Impact of Rosmarinus officinalis cold-pressed oil on health, growth performance, intestinal bacterial populations, and immunocompetence of Japanese quail, **Poultry Science**, v. 98, pp. 2139-2149, 2019.

ODONNE, G., HOUËL, E., BOURDY, G., STIEN, D. Healing leishmaniasis in Amazonia: review of ethnomedicinal concepts and pharmaco-chemical analysis of traditional treatments to inspire modern phytotherapies, **Journal of Ethnopharmacology**, 2017.

ONDULLA, T.T., HULSE-KEMP, A.M., DEAN, L.L., BOYKIN, D.L., MALHEIROS, R., ANDERSON, K.E. Feeding high-oleic peanuts to layer hens enhances egg yolk color and oleic fatty acid content in shell eggs, **Poultry Science**, v.98, n.4, p. 1732-1748, 2019.

ORWA, C., MUTUA, A., KINDT, R., JAMNADASS, R., SIMONS, A. *Pentaclethra macroloba* Agroforestry Database a tree Ref. Sel. Guid. version 4.0. **World Agroforestry Center** Nairobi, 2009.

PEREIRA, R.B. **O extrato vegetal de pracaxi (*Pentaclethra macroloba*, *kuntze*) em substituição a um antibiótico promotor de crescimento utilizado para frangos de corte.** 67 f. Dissertação (mestrado) – Curso em saúde e produção animal na Amazônia, Belém, 2012.

PISSINATI, A., OBA, A., YAMASHITA, F., DA SILVA, C. A., PINHEIRO, J. W., ROMAN, J. M. M. Qualidade interna de ovos submetidos a diferentes tipos de revestimento e armazenados por 35 dias a 25°C. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 531-540, 2014.

RATHBURN, H.B. Trypsin inhibitor protein from *Pentaclethra macroloba* having insecticidal properties. **International Patent Publication**, n. 9719109, 1997.

RODRIGUES, A.M.C., DARNET, S.H., SILVA, L.H. Fatty acid profiles and tocoferol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*), patawa (*Oenocarpus bataua*), tucumã (*Astrocaryum vulgare*), mari (*Poraqueiba paraensis*) and inaja (*Maximiliana maripa*) fruits. **Journal of Brazilian Chemical Society**. Vol. 21. p. 2000-2004, 2010.

SANTOS, A.M.A., ARAÚJO, C.S., LIMA, G.C., NAVES, M.M.V. Prebiotic effect of dietary polyphenols: A systematic review, **Journal of Functional Foods**, v.74, 2020.

SILVA, J.O., COPPEDE, J.S., FERNANDES, V.C., SANT'ANA, C.D., TICLI, F.K., MAZZI, M.V., GIGLIO, J.R., PEREIRAM P.S., SOARES, A.M., SAMPAIO, S.V. Antihemorrhagic, antinucleolytic and other antiophidian properties of the aqueous extract from *Pentaclethra macroloba*, **Journal of Ethnopharmacology**, v.100, n.1-2, p. 145-152, 2005

SILVA, P.F.P., FONSECA, L.S., NAVES,L.P, Criação alternativa de codornas em aviário móvel. **Revista de Ciências Agrárias**, v.60, n.4,p. 366-369, 2017.

SILVA, R.M., ZARRICUETA, M.L., TAKETA, D.K., MORAIS, T.R., RIZZARDI, K.F., PARISOTTO, T.M., PÁDUA, R.L., ZUIN, J.C., RABELO, C., MACEDO, J.A.,MACEDO, G.A., GAMBERO, A. Structured lipid containing behenic acid versus orlistat for weight loss: an experimental study in mice, **Pharma Nutrition**, v.14, 2020

SILVA, L.A.L., MIRANDA, V.M., ANDRADE, J.M.M., SANTOS,T.C. Relação de ácido linoleico e ácido alfa linolênico na alimentação de aves: uma revisão. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, v.10, n.10, 2021.

STADELMAN, W. J., NEWKIRK, D. e NEWBY, L. Egg science and technology. **CRC Press. Inc., New York**. 1994.

STEVANOVIĆ, Z., BOŠNJAK-NEUMÜLLER, J., PAJIĆ-LIJAKOVIĆ, I., RAJ, J., VASILJEVIĆ, M., STEVANOVIĆ, Z. D. Essential Oils as Feed Additives - Future Perspectives. **Molecules**, v. 23, n.1717, p.1-20. 2018

SU, G., WANG, L., ZHOU, Z., WIYING W., CHEN, D., YU,B., HUANG, Z., LUO, Y., MAO, X., ZHENG., LUO J., HE, J. Effects of essential oil on growth performance, digestibility, immunity, and intestinal health in broilers, **Poultry Science**, v.100, n.8, 2021.

TARABANY, M. S. Effect of thermal stress on fertility and egg quality of Japanese quail. **Journal of Thermal Biology**, v. 61, p. 38-43, 2016.

UGBOGU, O.C e AKUKWE, A.R. The antimicrobial effect of oils from *pentaclethra macrophylla* bent, *chrysophyllum albidum* g.don and *persea gratissima* gaerth f on somelocal

clínica bactéria isolates. **African Journal of Biotechnology**, Hatfield, vol. 8, n. 2, p. 285-287. 2009

YANG, T.H., JANG, J., JUN HAN, J., RHEE, JS. Enzymatic synthesis of low calorie structured lipids in a solvent-free system. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v.28, p.291-295, 2001.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do presente trabalho é de extrema valia uma vez que o óleo de pracaxi é um produto com poucas informações a respeito do seu potencial de utilização na nutrição animal, além disso, é um produto oriundo da riquíssima flora brasileira que deve ser valorizada e pesquisada sobre seus benefícios que ainda são pouco conhecidos e pesquisados.

Por ser um produto pouco estudado é de suma importância à realização de novas pesquisas como o teste de toxicidade oral em períodos prolongados para maior conhecimento sobre seu possível potencial tóxico, com avaliações detalhadas sobre os sinais clínicos, bioquímicos, hematológicos e histológicos.

Para melhor compreensão sobre o potencial de ação do óleo de pracaxi recomendam-se avaliações detalhadas sobre a composição dos seus compostos bioativos, como a composição detalhada dos taninos e flavonoides que compõe o óleo em questão. Outro parâmetro de interesse seria a avaliação da influência do ácido beênico sobre o sistema digestório.

Novas inclusões do óleo de pracaxi sobre a dieta de aves e outros animais também devem ser testados pensando em descobrir níveis ideais para melhorar os índices produtivos dos animais e verificar as diferentes ações desse produto nas diferentes espécies animais.