



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACET- FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
BACHARELADO E LICENCIATURA EM QUÍMICA**

ANA CAROLINA GAIOTTI DE OLIVEIRA

**Estudo do potencial nutricional do resíduo gerado na extração do óleo de
gergelim como aditivo em ração animal.**

**DOURADOS-MS
NOVEMBRO/2015**

ANA CAROLINA GAIOTTI DE OLIVEIRA

Estudo do potencial nutricional do resíduo gerado na extração do óleo de gergelim como aditivo em ração animal.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências Exatas e da Tecnologia, da Universidade Federal da Grande Dourados, sob a orientação da Profa. Dra. Rozanna Marques Muzzi, como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel e Licenciado em Química.

**DOURADOS-MS
NOVEMBRO/2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

O482e Oliveira, Ana Carolina Gaiotti de
Estudo do potencial nutricional do resíduo gerado na
extração do óleo de gergelim como aditivo em ração animal /
Ana Carolina Gaiotti de Oliveira -- Dourados: UFGD, 2015.
33f. il.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Rozanna Marques Muzzi.

Monografia (TCC em Química) FACET, Faculdade de
Ciências Exatas e da Tecnologia – Universidade Federal
da Grande Dourados.

1. Gergelim. 2. Resíduos de extração de óleo. 3.
Reaproveitamento. I. Título.

CDD – 636.2085

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte

ANA CAROLINA GAIOTTI DE OLIVEIRA

**ESTUDO DO POTENCIAL NUTRICIONAL DO RESÍDUO GERADO NA
EXTRAÇÃO DO ÓLEO DE GERGELIM COMO ADITIVO EM RAÇÃO ANIMAL.**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel e Licenciada em Química na Universidade Federal da Grande Dourados, pela comissão formada por:

Orientadora: Prof^a Dra. Rozanna Marques Muzzi
FACET-UFGD

Prof^a. Dra. Farayde Matta Fakhouri
FAEN- UFGD

M^a. Claudiomira Zardo Palacio Revello
FACET- UFGD

Dourados, 12 de novembro de 2015.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, pelo apoio incondicional em todo esse processo de formação; Aos familiares, principalmente ao meu avô *in memoriam*, pelo incentivo; E a todas as pessoas que de alguma forma foram importantes nesta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pelo dom da vida e por todas as chances, desafios e realizações que me foram proporcionadas.

Aos meus pais, por todo amor dedicado, pelo suor do trabalho, palavras de incentivo, orações, apoio incondicional, e principalmente por acreditarem em mim. Aos meus irmãos, pela compreensão e pelas horas que trabalharam para que meus sonhos se realizassem. Aos meus avós, principalmente meu amado vô Armando *in memoriam*, pelos ensinamentos. E aos meus primos, por não me deixarem desistir.

A minha orientadora, Dra. Rozanna Marques Muzzi, por me nortear no decorrer deste trabalho e quando precisei de discernimento pessoal e profissional, pela paciência e por acreditar em mim. Obrigada pela força proporcionada!

A companheira de grupo de pesquisa, Claudiomira, pela valiosa ajuda e orientação, principalmente nos procedimentos experimentais deste trabalho e aos meus amigos e colegas de laboratório: Murilo, Wilson, Augusto, Diandra, Maydla e Rafael, por toda paciência, compreensão e companheirismo. Obrigada pelo carinho e amizade.

Ao pessoal do Laboratório de Nutrição Animal da UFGD, pela contribuição nas análises de caracterização centesimal, em especial ao Prof. Dr. Rafael B. de Góes.

Ao pessoal do Laboratório de Cromatografia e Espectrometria Aplicada-LECA, pela contribuição nas análises de minerais e execução das mesmas, em especial ao Prof. Dr. Jorge Raposo Junior.

Ao Prof. Dr. Roberto, que montou a prensa para extração dos óleos de gergelim.

Ao meu eterno companheiro Murilo, por ser paciente, bondoso, crítico e por fazer com que eu acreditasse em meu potencial. Não sei o que seriam dos meus sonhos se você não estivesse por perto para me encorajar a realiza-los.

Aos amigos anjos que Deus colocou em minha vida, por me ampararem de todas as formas possíveis e não me deixarem desanimar.

A todos que contribuíram de uma forma ou de outra, para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

LISTA DE ABREVIATURAS

EE - Extrato Etéreo

FB - Fibra Bruta

FDA - Fibra em Detergente Ácido

FDN - Fibra em Detergente Neutro

FDG – Farelo desengordurado de gergelim

FDG-P - Farelo desengordurado de gergelim preto

FDG-B - Farelo desengordurado de gergelim branco

FAAS - Espectrometria de Absorção Atômica com chama

MM - matéria mineral

MS - Matéria seca

PB - Proteína Bruta

RESUMO

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é a mais antiga oleaginosa conhecida e está entre as dez principais do mundo. A maior parte de sua produção provém da indústria alimentícia, sendo que aproximadamente 70% é destinada à elaboração de óleo e farinha. Este trabalho teve como objetivo estudar o aproveitamento do resíduo gerado pela extração dos óleos das sementes de gergelim branco e preto, obtidas na plantação orgânica da Cooperativa Itamarati de Ponta Porã – MS, para incorporação destes na formulação de ração animal ou alimentação humana. A incorporação deste resíduo na formulação de ração animal pode contribuir no aumento do teor de proteínas e minerais, fatores estes indispensáveis na dieta animal, além de ser uma opção de reaproveitamento de resíduos industriais. Os resíduos foram obtidos na forma de farelos de gergelim (FDG) e foram feitas análises bromatológicas baseadas no método de Weende e Van Soest para a caracterização centesimal dos mesmos. Tais análises consistem em determinar as frações nutritivas dos alimentos, isto é, a percentagem de Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA) e Cinza ou Matéria Mineral (MM). A composição centesimal destes farelos resultou em elevados teores de matéria seca (98 e 99%) e de proteínas (32 e 42%) e um baixo teor de fibras insolúveis (aproximadamente 6%). As análises de cinzas ressaltaram a presença de minerais nos farelos analisados, apresentando teor entre 8% (gergelim branco) e 13% (gergelim preto), comprovados posteriormente pelas análises de identificação e quantificação de minerais. Os minerais de maior ocorrência nos farelos foram cálcio e magnésio, sendo que os teores de minerais no farelo de gergelim preto em todas as amostras foram maiores em relação ao gergelim branco. O mineral de menor ocorrência em ambas as amostras de gergelim foi o cobre.

PALAVRAS-CHAVE: Gergelim, resíduos de extração de óleo, reaproveitamento.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

		Página
Figura 1	Imagens das Sementes de Gergelim Branco e Preto.....	5
Figura 2	Sistema de Weende proposto por Henneberg, em 1864.....	12
Figura 3	Planejamento do procedimento experimental para obtenção das amostras.....	15
Figura 4	Planejamento do procedimento experimental para realização das análises.....	16
Tabela 1	Composição média da torta de gergelim.....	5
Tabela 2	Composição centesimal das análises realizadas nos resíduos da extração de óleo de gergelim orgânico, <i>Sesamum Indicum L.</i> , branco e preto expressos em base úmida.....	23
Tabela 3	Composição centesimal das análises realizadas nos resíduos da extração de óleo de gergelim orgânico, <i>Sesamum Indicum L.</i> , branco e preto expressos em base seca.....	24
Tabela 4	Resultados (média \pm desvio padrão) da determinação ($n= 3$) de Cu, Fe, Mn, Zn, Ca e Mg em amostras de gergelim orgânico branco e preto por FAAS.....	26
Tabela 5	Minerais de três cultivares de gergelim.....	27

SUMÁRIO

1- Introdução.....	1
2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Gergelim.....	3
2.1.1 Resíduo da extração de óleo - Farinha desengordurada de gergelim (FDG).....	5
2.2 Resíduos sólidos.....	6
2.2.1 Reaproveitamento de resíduos agroindustriais.....	7
2.2.2 Estudos do reaproveitamento dos resíduos do processamento das sementes de gergelim.....	8
2.3 Formulação de ração animal.....	9
2.4 Métodos de avaliação dos alimentos	11
2.4.1 Análise da matéria seca (MS).....	13
2.4.2 Análise das cinzas ou matéria mineral (MM)	13
2.4.3 Análise de proteínas.....	14
2.4.4 Análise de fibras	14
2.4.5 Análise de Fibras em Detergente Neutro (FDN)	14
2.4.6 Análise de Fibras em Detergente Ácido (FDA)	14
2.4.7 Análise de minerais	14
3- PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	15
3.1 Obtenção das amostras	16
3.2 Análise do Valor Nutricional	17
3.2.1 Matéria seca (MS)	17
3.2.2 Cinzas ou Matéria Mineral (MM).....	17
3.2.3 Proteína Bruta (PB)	18
3.2.4 Fibra em Detergente Neutro (FDN)	19
3.2.5 Fibra em Detergente Ácido (FDA)	19

3.2.6	Análise de Lignina	20
3.2.7	Análise de Celulose	21
3.2.8	Determinação de Minerais	21
3.3	Análises estatísticas	22
4-	RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
4.1	Caracterização das amostras de gergelim branco e preto	23
4.2	Análise de minerais	25
5-	CONCLUSÕES	29
6-	REFERÊNCIAS	30

1- INTRODUÇÃO

O gergelim (*Sesamum indicum L.*) é uma das dez principais oleaginosas do mundo e sua principal demanda provém da indústria alimentícia, sendo que 70% da produção de grãos, na maioria dos países importadores, são utilizadas para a elaboração de óleo e farinha.^{1,2}

Nosso grupo de pesquisa na FACET-UFGD, supervisionado pela Profa. Dra. Rozanna Marques Muzzi, desenvolveu estudos com sementes de gergelim provenientes de uma cooperativa de pequenos produtores, baseados na extração de óleo, síntese do biodiesel e a degradação térmica destes.

Sendo assim, o presente trabalho foi desenvolvido com o intuito de proporcionar uma continuidade nos estudos já desenvolvidos por este grupo de pesquisa, proporcionando uma alternativa para o aproveitamento dos coprodutos obtidos na extração de óleos vegetais.

O cultivar destas sementes de gergelim estudadas não foi especificado, visto que estas sementes foram submetidas a um processo muito comum por produtores, o de reutilização das próprias sementes para a formação de nova lavoura de gergelim, criando em algumas vezes, um cultivar de espécie modificado.

Os resíduos gerados nos processos agroindustriais representam perdas econômicas no processo produtivo e, se não receberem destinação adequada, podem proporcionar problemas ambientais, em razão da sua carga poluidora.³

O resíduo de gergelim contém, em média, 50% de proteínas e possui baixo teor de fibras, podendo ser destinado à alimentação humana e animal, porém, é

¹ BELTRÃO, N.E.M. **Tecnologias para o agronegócio do gergelim**. 1ª Edição . Campina Grande: Embrapa, 2010.

² QUEIROGA, V.P.; SILVA, O.R.R.F. **Tecnologias utilizadas no cultivo do gergelim mecanizado**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008.

³ BROCHIER, M. A.; CARVALHO, S. **Aspectos ambientais, produtivos e econômicos do aproveitamento de resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cordeiros em sistema de confinamento**. Lavras: Ciência e Agrotecnologia, 2009.

necessária uma atenção especial à qualidade da matéria prima e seu tratamento, objetivando a segurança, sanidade, qualidade e valor nutricional da torta extraída.⁴

A indústria de alimentos produz uma série de resíduos com alto valor de (re) utilização e inúmeros estudos utilizando resíduos industriais do processamento de alimentos têm sido realizados com objetivo de aproveitamento destes, com isso, minimiza-se o impacto ambiental destes tipos de indústrias na região onde estão situadas e ainda agrega-se valor aos produtos do mercado.⁵

Neste sentido, no presente trabalho estudamos o valor nutricional do resíduo de extração de óleo vegetal que, por sua vez foram usados como objeto de estudo em outros trabalhos do grupo.⁶ Para o uso desse subproduto em alimentação animal, inicialmente o farelo foi analisado quanto à sua composição química, importante parâmetro para determinar seu potencial em formulação de rações. As análises bromatológicas empregadas são de grande importância para quantificar o potencial nutricional deste resíduo de gergelim, uma vez que os nutrientes como proteína, carboidratos, fibras e minerais são vitais para o animal e sua flora microbiana, especialmente ruminantes. Conhecer o valor desses nutrientes é importante para indicar ou não sua utilização na alimentação animal.⁷

Uma vantagem deste reaproveitamento, além da inovação, é a transformação de um produto de baixa utilização ou até mesmo de descarte, praticamente sem valor comercial, serem transformados em mais uma fonte de receita até mesmo para o produtor rural.

⁴ MAIA, G. A.; CALVETE, Y. M. A.; TELLES, F. J. S. et al. **Eficiência da farinha desengordurada de gergelim como complemento protéico da farinha extrudada de caupi**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.34, n.7, p.1295-1303, jul. 1999.

⁵ PELIZER, L. H.; PONTIERI, M. H.; MORAES, I. O.; **Utilização de resíduos agro-industriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental**. Journal of Technology Management & Innovation, v. 02, n. 01, p. 118-127, mar. 2007.

⁶ VASCONCELO, M.S. **Estudo da degradação térmica do óleo e biodiesel de gergelim preto (*Sesamum indicum L.*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*) por técnicas espectroscópicas**. Dissertação (Mestrado em Química) Dourados, MS : UFGD, 2015. 88f.

⁷ BARCELOS, A.F.; PAIVA, P.C. A.; PEREZ, J.R.O. et al. **Parâmetros Bromatológicos da casca e polpa desidratada de café (*Coffea arabica*.) armazenadas em diferentes períodos**. Ciências Agrotecnica, Lavras, v.26, n.4, p.780-790, 2002.

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Gergelim

O gergelim (*S. indicum*), da família *Pedaliaceae*, é a mais antiga oleaginosa conhecida. Essa espécie, de distribuição tropical e subtropical, é tolerante à seca, e sua produção é proveniente de pequenos e médios agricultores, exercendo, portanto, uma apreciável função social.⁸

Esta oleaginosa foi introduzida no Brasil pelos portugueses, no século XVI, o qual foi cultivado nos fundos de quintais mais como curiosidade, já que não existia muito comércio. Seu cultivo foi amplamente difundido pelo Brasil como técnica alternativa para o combate da formiga saúva, o qual acontece, mas dentro de certos limites, pois o gergelim consegue manter a quantidade de formigueiros dentro do aceitável, contudo não os extingue por completo.⁹

Atualmente o gergelim é cultivado em 75 países, especialmente na Ásia, com produção mundial estimada em 3,16 milhões de toneladas, obtida em milhões de hectares, com uma produtividade de 481,40 kg/há. Myanmar é responsável por 49% da produção mundial. O Brasil produz 15 mil toneladas em 25 mil hectares com rendimentos de 600,0 kg/há.¹⁰

Do ponto de vista de longevidade das sementes, admite-se que as sementes de gergelim, quando colhidas convenientemente maduras e secas, apresentam teor de água inferior a 5% e acidez máxima de 1%, podendo manter as suas qualidades alimentícias sem que haja qualquer problema de conservação.²

Nos últimos anos o gergelim tem despertado o interesse de novos produtores e empresários brasileiros que buscam uma cultura alternativa para alimentação e exploração agrícola viável. É um alimento de alto valor nutricional, rico em óleo e proteínas. Além de fins alimentares, seus grãos encontram diversas aplicações na

⁸ LAGO, A. A.; CAMARGO, O. B. de A., SAVY FILHO, A. et al. **Maturação e produção de sementes de gergelim cultivar IAC-China**. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v. 36, n. 2, p. 363-369, fev. 2001

⁹ PRIMO, A. P.; **Torta de gergelim na alimentação de frangos de corte**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 2008.

¹⁰ ARRIEL, N.H.C.; VIEIRA, D.J.; FIRMINO, P.T. **Situação atual e perspectivas da cultura do gergelim no Brasil**. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br/catalogo/livrorg/gergelim.pdf>>. 2007.

indústria farmacêutica, cosmética e óleo-química. A torta obtida da prensagem dos grãos se constitui em excelente concentrado para alimentação animal. Devido a sua tolerância a seca e facilidade de cultivo, apresenta alto potencial agrônomo podendo ser usado em rotação e sucessão de culturas, consorciado com algodão. É uma cultura que se insere tanto nos tradicionais sistemas de cultivo como na agricultura sustentável e orgânica.¹¹

Como toda planta que foi domesticada há muito tempo, o gergelim possui muitas variedades que diferem em tamanho, forma, hábitos de crescimento, cor das flores, tamanho, cor e composição das sementes. As sementes, principal produto do gergelim, são pequenas, 1000 sementes pesam de dois a quatro gramas dependendo do cultivar e do ambiente. A cor varia do branco ao preto. Possuem elevado valor nutricional, em virtude de quantidades significativas de vitaminas, principalmente, do complexo B e de constituintes minerais como cálcio, ferro, fósforo, potássio, magnésio, sódio, zinco e selênio.^{11, 12}

As sementes de gergelim são de tamanho diminuto (2 a 4 mm de comprimento e até 2 mm de largura) e de forma achatada. O peso de mil sementes pode variar, em média, de 2,50 g a 3,60 g, sendo que, cerca da metade do seu peso é constituído de óleo.¹¹

As sementes com coloração preta são mais ricas em cálcio e vitamina A e usadas na alimentação natural. Já as sementes claras, tostadas, resultam em uma farinha muito nutritiva, a qual após ser novamente tostada e centrifugada transforma-se em *tahine*, um tipo de margarina de grande uso entre os árabes. O gergelim preto é usado no preparo do gersal (gergelim mais sal) que se constitui em um dos temperos básicos da culinária e substância da medicina macrobiótica e integral; na culinária caseira, usa-se o grão como tempero e dele se extrai a farinha usada como massa para biscoito, bolachas, bolos, pães e pastas.¹³

¹¹ ARRIEL, N.H.C.; FIRMINO, P.T.; BELTRÃO, N.E.M.; SOARES, J.J.; ARAÚJO, A.E.; SILVA, A.C.; FERREIRA, G.B. **A cultura do gergelim**. Embrapa Informação Tecnológica, 2007.

¹² NAMIKI, M. **The chemistry and physiological functions of sesame**. Food Reviews International, Madison (USA), v. 11, n. 2, p. 281-329, 1995.

¹³ MILANI, M.; GONDIM, Tarcísio, M. S.; COUTINHO, D.; **Cultura do gergelim**, Circular Técnica 83 - Embrapa Algodão, 2005.



Figura 1- Imagens das Sementes de Gergelim Branco e Preto¹⁴

O programa de melhoramento genético do gergelim da Embrapa Algodão já viabilizou o desenvolvimento de quatro cultivares comerciais. Entretanto, é comum os produtores reutilizarem suas próprias sementes para a formação de nova lavoura de gergelim.¹⁰

2.1.1 Resíduo da extração de óleo - Farinha desengordurada de gergelim (FDG)

O resíduo da prensagem dos grãos de gergelim apresenta elevado teor proteico, elevada concentração de aminoácidos e baixo teor de fibras, conforme valores apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Composição média da torta de gergelim⁹

Constituintes	%
Umidade	8,2
Lipídeos	12,8
Proteínas	39,7
Carboidratos	22,8
Fibras	4,7
Cinzas	11,8

O resíduo de gergelim ou torta, obtido a partir da extração de óleo possui alto teor proteico, 40 a 50 %, dependendo do processo de obtenção.^{9,10}

Estudos referente ao processamento do gergelim, apontam que a moagem da torta de gergelim desengordurada produziu uma farinha com ótimo aspecto e cor

¹⁴ ZANIN, T. **Benefícios do gergelim**. Disponível em: <<http://www.tuasaude.com/beneficios-do-gergelim/>>. Acesso: 20/05/2015.

clara e que seu elevado conteúdo em proteína sugere sua utilização como matéria-prima com potencial em termos de valor nutricional.¹⁵

2.2 Resíduos sólidos

A geração de resíduos e subprodutos é inerente a qualquer setor produtivo. O aumento da conscientização ecológica, iniciado no final do Século XX, deixou claro que o grande desafio da humanidade para as próximas décadas é equilibrar a produção de bens e serviços, crescimento econômico, igualdade social e sustentabilidade ambiental.¹⁶

A crescente preocupação com o meio ambiente vem mobilizando vários segmentos do mercado. Inúmeros órgãos governamentais e indústrias estão se preparando para aplicar uma política ambiental que diminua os impactos negativos à natureza. Os órgãos fiscalizadores têm se mobilizado e constantes revisões têm ocorrido em resoluções ligadas a resíduos, tais como a RDC 306/04, resolução da ANVISA e a Res 388/05 do CONAMA que classificam e propõem tratamentos, forma de manipulação e descarte dos resíduos de serviço da saúde. Muito se fala em Gestão Ambiental e certificação da ISO 14000, conjunto de normas que visa o desenvolvimento de atividades dos mais diversos segmentos, sem transgredir as leis ambientais vigentes. Enfim, o século 21 está preocupado principalmente com o meio ambiente e a sustentabilidade do planeta.⁵

Nos últimos anos, especial atenção vem sendo dada para minimização ou reaproveitamento de resíduos sólidos gerados nos diferentes processos industriais. Resíduos sólidos diferenciam-se do termo lixo porque, enquanto este último não possui nenhum tipo de valor, já que é aquilo que deve apenas ser descartado, aqueles possuem valor econômico agregado, por possibilitarem reaproveitamento no próprio processo produtivo.¹⁷

¹⁵ CALVETTE, Y. M.; MAIA, G. A.; TELLES, F. J. S.; MONTEIRO, J. C. S.; SALES, G. S. **Processamento do gergelim (*Sesamum indicum*, L.)**. Ciências Agrônômicas. Fortaleza, n. 24, p. 57-62, 1993.

¹⁶ PINTO, G. A. S.; BRITO, E. S.; ANDRADE, A. M. R.; FRAGA, S. L. P.; TEIXEIRA, R. B. **Fermentação em estado sólido: Uma alternativa para o aproveitamento e valorização de resíduos agroindustriais tropicais**. EMBRAPA. Fortaleza, 2005.

¹⁷ DEMAJOROVIC, J. **Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos: as novas prioridades**. Revista de Administração de Empresas. v.35, n.3, p.88-93, 1995.

Estudos relatam que além de criar potenciais problemas ambientais, os resíduos representam perdas de matérias-primas e energia, exigindo investimentos significativos em tratamentos para controlar a poluição. Estes resíduos podem conter muitas substâncias de alto valor e se for empregada uma tecnologia adequada, este material pode ser convertido em produtos comerciais ou matérias-primas para processos secundários.^{5, 18}

Os resíduos provenientes da indústria de alimentos envolvem quantidades apreciáveis de casca, caroço e outros. Esses materiais, além de fonte de matéria orgânica, servem como fonte de proteínas, enzimas e óleos essenciais, passíveis de recuperação e aproveitamento.¹⁹

No Brasil, grande quantidade de coprodutos da agricultura e da agroindústria tem potencial para uso na alimentação de animais, como os oriundos da cadeia do biodiesel (tortas e farelos), por exemplo, que podem ser empregados como fontes de nutrientes para animais. Deve-se considerar também o seu aproveitamento na nutrição humana, de forma direta ou como fonte para o isolamento de moléculas, como a produção de concentrados proteicos.²⁰

2.2.1 Reaproveitamento de resíduos agroindustriais

Os setores agroindustrial e de alimentos produzem grandes quantidades de resíduos, tanto líquidos como sólidos. Esses resíduos podem apresentar elevados problemas de disposição final e potencial poluente, além de representarem, muitas vezes, perdas de biomassa e de nutrientes de alto valor.¹⁶

Ao contrário do que acontecia no passado, quando resíduos eram dispostos em aterros sanitários ou empregados sem tratamento para ração animal ou adubo, atualmente, conceitos de minimização, recuperação, aproveitamento de subprodutos

¹⁸ LAUFENBERG, G.; KUNZ, B.; NYSTROM, M. **Transformation of vegetable waste into value added products: (A) The upgrading concept; (B) Practical implementations.** Bioresource Technology, v.87, n.2, p.167-198, 2003.

¹⁹ COELHO, M. A. Z.; LEITE, S. G. F.; ROSA, M. F.; FURTADO, A. A. L. **Aproveitamento de resíduos agroindustriais: Produção de enzimas a partir da casca de coco verde.** B.CEPPA, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 3342, 2001.

²⁰ VAN CLEEF, E.H.C.B. **Tortas de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e pinhão manso (*Jatropha curcas*): caracterização e utilização como aditivos na ensilagem de capim elefante.** Dissertação (Mestrado) 77p. Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2008.

e bioconversão de resíduos são cada vez mais difundidos e necessários para as cadeias agroindustriais.¹⁸

Pesquisadores relatam alternativas para um aproveitamento adequado destes resíduos gerados, estando entre esses estudos: a caracterização das sementes excedentes do processamento do suco do maracujá para verificar um melhor aproveitamento destas na alimentação humana, que segundo os autores, grande parte das cascas e sementes provenientes do corte da fruta para extração da polpa, ainda são descartadas e como este descarte representa inúmeras toneladas, agregar valor a estes subprodutos é de interesse econômico, científico e tecnológico; um estudo sobre a viabilidade da utilização de resíduos das indústrias de conserva de abacaxi da região de Pelotas/RS para a produção de suco; caracterização os óleos extraídos das sementes de laranja, maracujá, tomate e goiaba, como aproveitamento de resíduos industriais, no qual as análises realizadas indicaram que esses óleos possuem características físico-químicas semelhantes a alguns óleos comestíveis, podendo ser uma nova fonte de óleos para o consumo humano; a caracterização dos óleos essenciais de limão rosa e de limão siciliano, considerados resíduos industriais e concluíram que têm propriedades semelhantes aos dos óleos comestíveis com boa perspectiva de utilização na produção de alimentos; entre outros.⁵

A grande vantagem desta inovação é a transformação de um produto de baixa utilização, praticamente sem valor comercial, que ainda apresenta custos para seu descarte e é potencialmente um causador de prejuízos ao meio ambiente, em ingredientes para alimentação humana e ração animal. Adicionalmente, o que é hoje um material de descarte, demandando custos para seu transporte até depósitos apropriados de lixo, poderá se transformar em mais uma fonte de receita para a empresa ou até mesmo o produtor rural.¹⁶

2.2.2 Estudos do reaproveitamento dos resíduos do processamento das sementes de gergelim

Os estudos encontrados relatam diversas propostas para o reaproveitamento do coproduto de gergelim, estando entre essas propostas:

O aproveitamento da torta de gergelim na merenda escolar, como cookies de gergelim; Pensando-se em criar uma alternativa para aproveitar a torta de gergelim como um produto apetitoso para merenda escolar, adaptou-se no

Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Embrapa Algodão uma formulação de *cookie* à base de farinha de gergelim.²¹

A utilização da farinha desengordurada de gergelim na alimentação humana e o efeito desta nos níveis glicêmicos e lipídicos de diabéticas Tipo 2; Os resultados sugerem que o uso da farinha de gergelim pode contribuir como auxiliar no controle do perfil glicêmico e do peso de pacientes diabéticas tipo 2, de forma econômica e saudável, podendo adicionalmente constituir um fator favorável na redução do risco de diabetes *mellitus* e obesidade.²²

Uma avaliação nutricional da mistura proteica desengordurada, obtida do gergelim, com a farinha extrudada do caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), utilizando-se métodos físicos, bioquímicos, nutricionais e sensoriais; O alimento formulado foi considerado de boa qualidade nutricional.⁴

A viabilidade da utilização de farinha de gergelim para a produção de iogurtes com alto teor de ácidos graxos insaturados e que fossem sensorialmente aceitáveis; A produção da farinha de gergelim mostrou-se viável, com alto rendimento, no que diz respeito ao aproveitamento da matéria-prima e o iogurte mais aceito foi o que continha 0,5% de farinha de gergelim em sua formulação.²³

A substituição de farelo de soja por torta de gergelim, em quatro formulações de ração, com o objetivo de avaliar o desempenho e o rendimento de carcaça de aves de corte. Como resultado, observou-se que esta substituição elevou o desempenho das aves e o rendimento da carcaça, sem elevar o consumo da ração e a quantidade de gordura abdominal, concluindo a viabilidade da substituição a partir de 50% na alimentação de aves de corte.⁹

2.3 Formulação de ração animal

A utilização de alimentos alternativos e subprodutos da indústria é interessante sob o ponto de vista econômico da produção animal, visto que com o

²¹ FIRMINO, P. T.; ARRIEL, N. H.; QUEIROGA, V. P.; SILVA, A. C. **Cookie de gergelim: uma proposta para o aproveitamento da torta na merenda escolar.** p. 399. Campina grande: Embrapa Algodão, 2012.

²² FIGUEIRÊDO, A. S. **Efeito da farinha desengordurada do *Sesamum Indicum* L. nos níveis glicêmicos e lipídicos De diabéticas Tipo 2.** João Pessoa, 2008. 106p.

²³ FINCO, A. M. O.; ANGELO, M. A.; GARMUS, T. T.; BEZERRA, J. R. M. V. **Elaboração de iogurte com adição de farinha de gergelim.** Anais do XVIII EAIC, 2009.

aumento dos custos de produção, são necessárias alternativas que possam atender às exigências dos animais nas fases de produção. Entretanto, para a formulação de rações nutricionalmente viáveis, é de fundamental importância conhecer o valor nutritivo dos alimentos, ou seja, devem-se determinar a composição química, a disponibilidade dos nutrientes, a concentração e a disponibilidade de energia dos alimentos.²⁴

Existem vários estudos sobre os níveis energéticos e proteicos de rações, porém, são poucos os estudos realizados com o uso de gergelim.

A formulação e o balanceamento de rações consistem na mistura de vários alimentos, a fim de atender às exigências nutricionais dos animais, para que possam expressar o máximo de seu potencial genético, tornando-se necessário, então, conhecer a composição nutricional e os respectivos valores energéticos dos alimentos, bem como suas limitações nutricionais.²⁵

A proteína é um dos principais componentes na nutrição de aves e suínos. Ela possui grande importância no custo da formulação das rações e influencia diretamente na conversão alimentar, qualidade de carcaça e ganho de peso dos animais. No desenvolvimento da ração animal, busca-se melhor conhecimento do metabolismo protéico, melhor avaliação nutricional dos ingredientes e produção de aminoácidos industriais que possibilitem a otimização das dietas animais, visando atender aos requerimentos nutricionais em proteína e aminoácidos com menor custo e menor impacto negativo de poluição ambiental.²⁶

²⁴ TUCCI, F. M.; LAURENTIZ, A. C.; SANTOS, E. A.; RABELLO, C. B.; LONGO, F. A.; SAKOMURA, N. R. **Determinação da composição química e dos valores energéticos de alguns alimentos para aves.** Acta Scientiarum Animal Sciences, Maringá, v. 25, n. 1, p. 85- 89, 2003.

²⁵ NUNES, R. V.; ROSTAGNO, H. S.; NUNES, C. G. V.; POZZA, P. C.; ARAUJO, M. S. **Coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta de diferentes ingredientes para frangos de corte.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.1, p.89-94, 2008.

²⁶ SUIDA, D. **Formulação por proteína ideal e conseqüências técnicas, econômicas e ambientais.** In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA: NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 1., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...**Foz do Iguaçu, 2001.

Uma importante função da produção animal é fornecer alta qualidade proteica para a alimentação humana. Para cumprir esse papel, os próprios animais requerem elevada qualidade proteica e uma correta proporção nas dietas.²⁷

2.4 Métodos de avaliação dos alimentos²⁸

O método usado para as análises que se fazem normalmente é o chamado Weende. Por esse método é que se tem a análise proximal dos alimentos, desde 1864.^{29, 30, 31}

O Sistema de Weende, também chamado Sistema de Análise Proximal, foi criado por Henneberg em 1860, na Weende Experimental Station, na Alemanha.

As técnicas ainda são as mesmas, com exceção do nitrogênio, que é determinado pelo método Kjeldahl.

Segundo Henneberg, o alimento é composto conforme o esquema da Figura 2:

²⁷ ARAUJO, L.F. et al. **Diferentes critérios de formulação de rações para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.** 2002 Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2002000300003>>. Acesso: 21/05/2015

²⁸ MACIEL, R. **Métodos de avaliação dos alimentos.** Disponível em: <http://www.dzo.ufla.br/Roberto/metodos_analise_alimentos.pdf> Acesso: 21/08/2015.

²⁹ SÁ, J. F. **Avaliação nutricional de alimentos para ruminantes.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2007.

³⁰ BERALDO, A. A. **Análise Bromatológica dos Alimentos Consumidos Por Bovinos Leiteiros Em Canoinhas – SC.** 2009. Disponível em: <http://pt.engormix.com/Articles/View.aspx?AREA=GDL124&id=177&pag=0#_=_>. Acesso: 21/05/2015.

³¹ DETMANN, E. et al. **Métodos para análise de alimentos.** Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012.

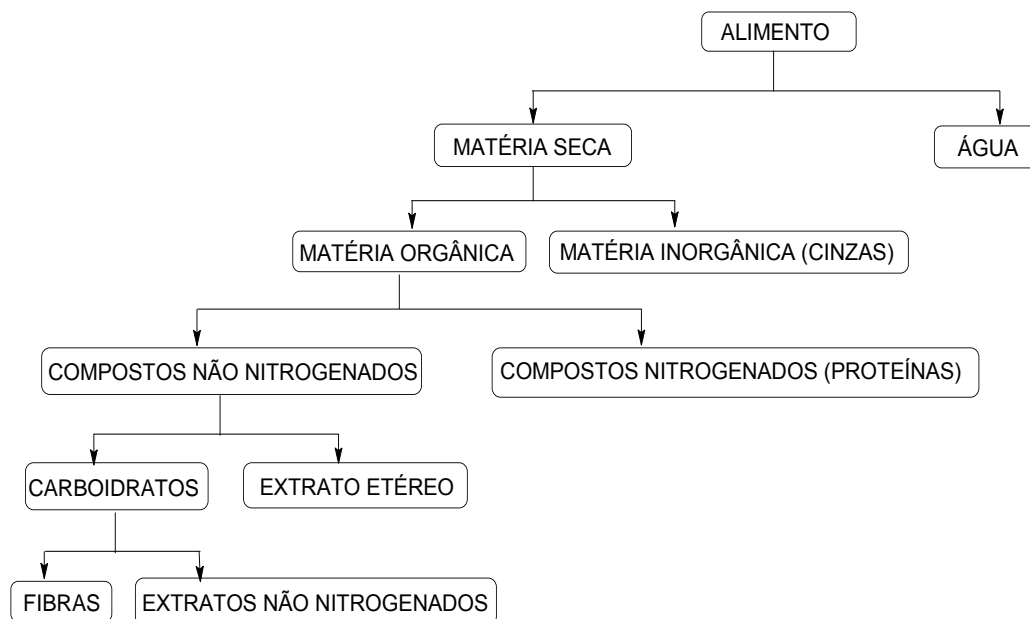


Figura 2: Sistema de Weende proposto por Henneberg, em 1864.

Com base nesse esquema, a Estação Experimental de Weende propôs a análise aproximada do alimento, também conhecida como composição centesimal. As análises comumente feitas visam obter informações sobre os seguintes componentes dos alimentos: umidade ou matéria seca; cinzas ou matéria mineral; proteína bruta; gordura ou extrato etéreo; extrato não nitrogenado; e fibra bruta.

Tais componentes, na realidade, não são compostos quimicamente definidos, mas sim grupos de compostos químicos, como por exemplo, o da proteína bruta que inclui vários compostos químicos sendo os mais comuns os aminoácidos. Da mesma forma, o termo extrato etéreo inclui não apenas os triglicerídeos, mas também outros compostos solúveis em éter.

Para a análise de fibras, ultimamente tem sido proposto o método de Van Soest (1967), o qual divide os componentes da amostra em conteúdo celular, que compreende as frações solúveis em detergente neutro, conforme preconiza o método. Este método abrange uma série de compostos químicos e nutricionalmente definidos, tais como lipídeos, compostos nitrogenados, amido, pectina e outros compostos solúveis em água. A segunda parte, que compreende a parede celular, chamada de fibra em detergente neutro (FDN), inclui a proteína insolúvel, a hemicelulose e a lignocelulose, que engloba, principalmente, as frações de lignina e celulose. Sob o aspecto nutricional, o método Van Soest separa melhor os diversos componentes da fração fibrosa. Parece, portanto, desejável a substituição da

tradicional fibra bruta pela fibra em detergente ácido (FDA), do ponto de vista nutricional.

Os métodos de Weende e de Van Soest nos fornecem informações suficientes sobre a composição química de determinado alimento, mas frequentemente informações adicionais tornam-se necessárias, como a determinação de minerais, por exemplo. Esta análise atualmente é realizada com grande precisão pela técnica de absorção atômica.

2.4.1 Análise da matéria seca (MS)³²

Esta análise representa o peso do material totalmente livre de água. É de extrema importância, principalmente quando obtido de alimentos volumosos, que normalmente apresentam umidade variável. Esses valores facilitam a comparação qualitativa dos diversos nutrientes, entre diferentes alimentos, pois a composição dos alimentos em tabelas, o cálculo das necessidades dos alimentos e o consumo de alimentos são expressos em termos de matéria seca.

A determinação da Matéria Seca (MS) é o ponto de partida da análise dos alimentos. É de grande importância, uma vez que a preservação do alimento pode depender do teor de umidade presente no material e, além disso, quando se compara o valor nutritivo de dois ou mais alimentos, temos que levar em consideração os respectivos teores de matéria seca.

2.4.2 Análise das cinzas ou matéria mineral (MM)³²

Estima a fração bruta de minerais do alimento e verifica a contaminação na amostra, através de compostos que não fazem parte da fração nutritiva do alimento (solo, metais, etc.). É importante analisar o conteúdo de matéria mineral dos alimentos porque a cinza não é combustível e, portanto não produz energia. Em consequência, quanto maior o teor de cinza do alimento, menor será seu valor energético.

³² AZEVEDO, J.A. **Métodos de avaliação de alimentos**. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/nutricaoanimaluesc/home/extra/segundo-credito/02---metodos-de-avaliacao-de-alimentos>> . Acesso: 22/10/2015.

2.4.3 Análise de proteínas^{29, 32}

As proteínas são nutrientes orgânicos nitrogenados presentes em todas as células vivas; portanto, são essenciais à vida de todo animal. Ela forma o principal constituinte do organismo do animal e por isso é indispensável para o crescimento, a reprodução e a produção.

2.4.4 Análise de fibras³²

A análise de fibra bruta (FB) é composta de celulose e parte da lignina insolúvel. Quanto maior a percentagem desta fração, menor a qualidade da forragem, podendo limitar o consumo de matéria seca e energia. O grande problema da fibra bruta é que parte dos componentes da parede celular como celulose e lignina é solubilizada, portanto ela subestima o valor da fração de menor digestibilidade do alimento.

2.4.5 Análise de Fibras em Detergente Neutro (FDN)^{32,33}

As fibras regulam a velocidade de passagem do alimento pelo trato digestivo. A FDN mensura todos os componentes de volume (celulose, hemicelulose e lignina). É importante ser analisado pois estima o consumo de matéria seca pelo ruminante. Quanto maior o percentual de FDN, menor o consumo de matéria seca.

2.4.6 Análise de Fibras em Detergente Ácido (FDA)^{32,33}

Esta análise reporta a quantidade de fibra que não é digestível por conter alta fração de lignina. Para ruminantes, deve estar abaixo do percentual de 21%.

2.4.7 Análise de minerais³²

Fazem parte dos constituintes básicos e nutritivos na alimentação e neste trabalho, têm a importância de identificar a qualidade do resíduo que poderá ser utilizado na alimentação animal.

A análise de minerais, tanto os macros como os micros, atualmente é realizada com grande precisão pela técnica de absorção atômica.

³³ REVELLO, C. Z. P. **Avaliação do valor nutricional de resíduos do processamento da macaúba (*Acromia aculeata*) e de seus produtos de bioconversão**. Dissertação (Ciência e Tecnologia Ambiental). Dourados, MS. UFGD, 2014

3- PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Este estudo foi realizado utilizando-se sementes de gergelim orgânico, que foram obtidas por doação diretamente de produtores da região, sendo estes da Cooperativa Itamarati, de Ponta Porã.

Os procedimentos estão sumarizados nas Figuras 3 e 4, que relatam o planejamento do procedimento experimental tanto para a obtenção das amostras (farelos desengordurados de gergelim), quanto para a realização das análises.

Todas as análises foram feitas em base úmida, isto é, a água presente nas amostras não foi retirada para a realização das análises. Porém, vale ressaltar que a comparação do resultado das análises com outras de diferentes épocas, locais ou regiões escrito por outros autores, deve ser feita em base da matéria seca, isto é, como se o alimento contivesse 100% da matéria seca.

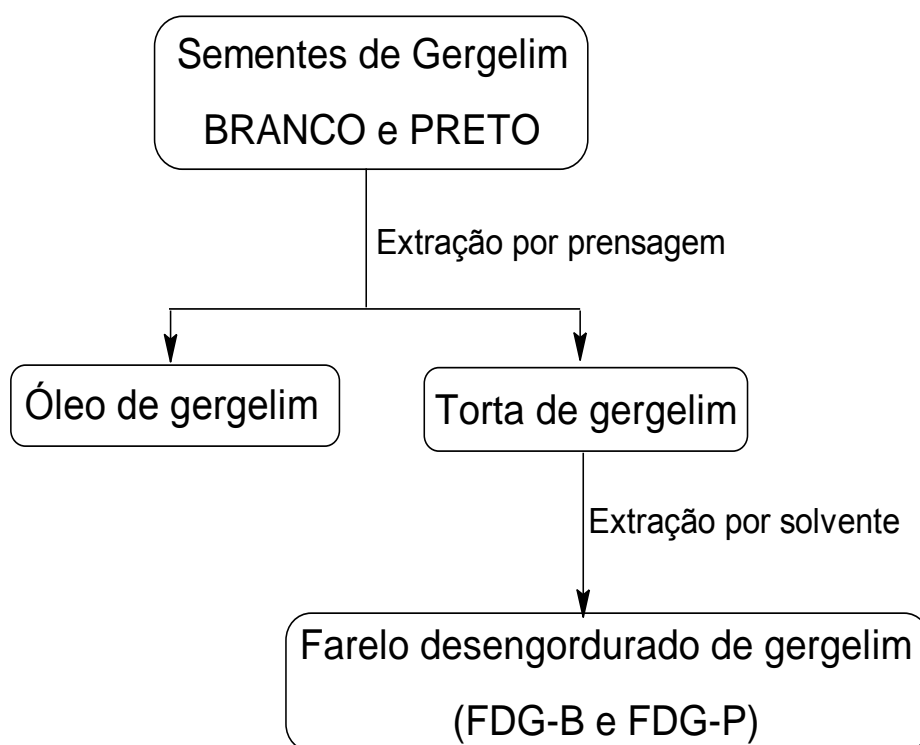


Figura 3 – Planejamento do procedimento experimental para obtenção das amostras.

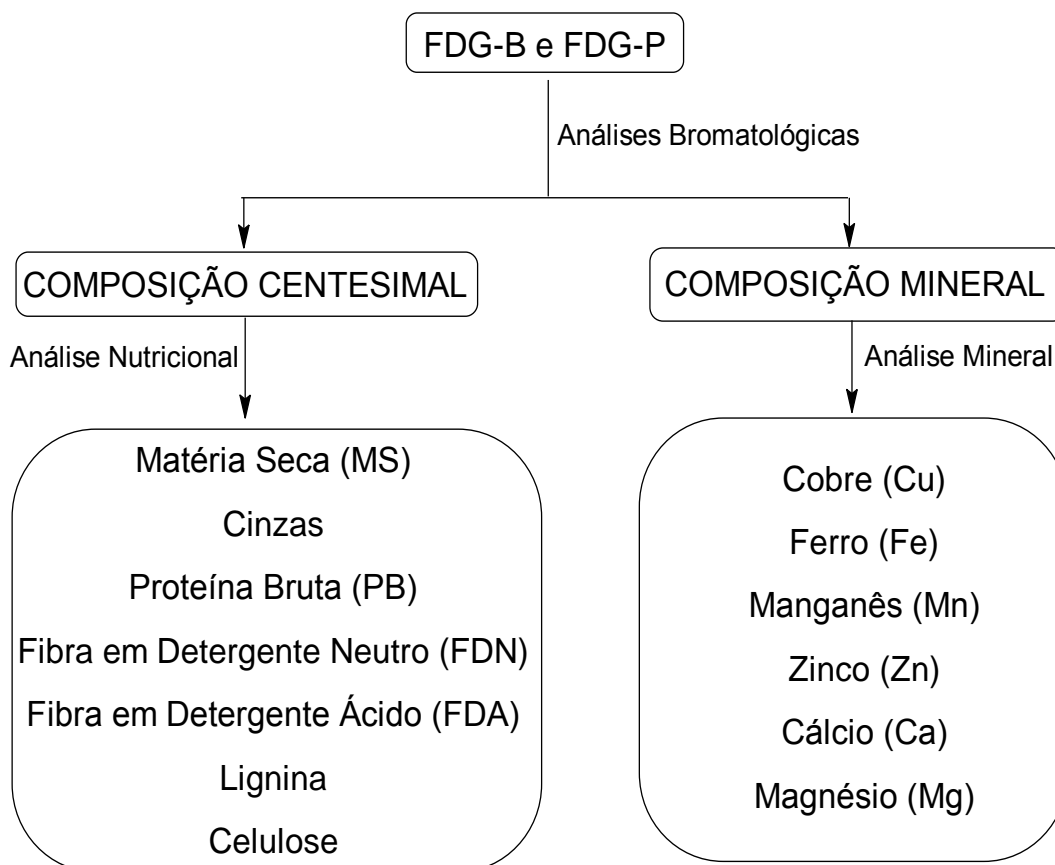


Figura 4 – Planejamento do procedimento experimental para realização das análises.

3.1 Obtenção das amostras

Como demonstra a Figura 3, as sementes integrais de gergelim foram submetidas a dois processos de extração de óleo.

Para o primeiro processo de extração, utilizou-se uma prensa, que consiste na prensagem da oleaginosa continuamente em um cilindro vazado por onde sai o óleo. O processo foi de prensagem mecânica a frio (Prensa: ECIRTEC® - MPE-40 PI 5 CV), sem adição de solvente. Essa prensagem resulta na liberação do óleo e o resíduo do grão que sai da prensa é a torta. O rendimento médio de óleo, por esse processo foi de 40 a 45 % de óleo, sendo então que os outros 55 a 60 % é o subproduto ou torta.

Esta torta residual foi submetida a um segundo procedimento de extração de óleo, que consiste no tratamento com hexano por aproximadamente 48 horas a temperatura ambiente, para que se obtivesse um maior percentual de óleo possível. Após este período, o substrato foi filtrado, separando a fração sólida que consiste no

farelo desengordurado de gergelim, da fração líquida, que consiste em uma fração de óleo com solvente.

O óleo obtido dos dois processos de extração foi armazenado para outros estudos e a torta residual do segundo processo de extração dá origem, separadamente, aos farelos desengordurados de gergelim branco e preto (FDG-B e FDG-P), que serão caracterizados.

Os resíduos obtidos da extração, denominados aqui de FDG, foram armazenados em sacos plásticos em freezer (-5°C), após a evaporação do solvente a temperatura ambiente.

Com o intuito de remover os traços de solvente que ainda pudessem estar presente nas amostras, o farelo foi mantido em estufa a 70°C por 12h.

3.2 Análise do Valor Nutricional³⁴

Os farelos FDG-B e FDG-P obtidos na etapa anterior foram submetidos às análises necessárias para avaliação nutricional de alimentos, sendo estas: massa seca (MS), cinzas ou matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina e celulose, realizadas em triplicata, no Laboratório de Nutrição Animal/ Faculdade de Ciências Agrárias/UFGD.

3.2.1 Matéria seca (MS)^{33,34}

As amostras foram submetidas a aquecimento em estufa (Mod. S180 ST, Marca Biopar), com temperatura à 105°C, por um período de 16 h. Em seguida, as mesmas foram deixadas em dessecador até atingir temperatura ambiente e serem pesadas. O teor de matéria seca foi calculado por diferença de massa das amostras antes e após esse tratamento.

3.2.2 Cinzas ou Matéria Mineral (MM)^{33, 34}

As amostras foram colocadas em uma mufla (Mod. 0612, Fornos Jung) e após esta atingir uma temperatura de 600°C, foram mantidas na mesma durante 2h. Após este tempo de incineração das amostras que resultaram às cinzas, as amostras foram mantidas na mufla até temperatura de aproximadamente 250°C, e

³⁴ SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3ª Ed. Viçosa: UFV, 235f., 2002.

posteriormente foram transferidas à um dessecador até atingirem temperatura ambiente e serem pesadas.

A Equação (1) demonstra o cálculo utilizado para a percentagem de matéria mineral.

$$\%Cinzas = \frac{[(\text{massa cadinho com as cinzas}) - (\text{massa cadinho vazio})]}{\text{massa da amostra}} \times 100 \quad (1)$$

3.2.3 Proteína Bruta (PB)^{32, 33}

A determinação da proteína bruta foi feita pelo método clássico de Kjeldahl, que consiste em pesar em um tubo de Kjeldahl aproximadamente 0,3g da amostra e posteriormente adicionar ácido sulfúrico concentrado e mistura catalítica (10 partes de sulfato de sódio e 1 parte de sulfato de cobre). Estes tubos foram colocados no bloco digestor (Mod. MA 4025/SCR, Marca Marconi) e a temperatura foi aumentada gradualmente até atingir 350°C. Após 4h do início da digestão, o conteúdo do tubo apresentou a coloração transparente/esverdeada esperada. Uma prova em branco foi conduzida juntamente com o teste. Ao final da digestão, com a amostra já fria, adicionou-se água destilada e, após conectar em equipamento de destilação (Mod. TE – 0363, Marca Tecnal), foi adicionado soda cáustica 50% (m/v), sendo a amônia liberada nesta reação recolhida em solução de ácido bórico (até atingir cerca de 50 mL no Erlenmeyer) e, posteriormente titulada com ácido clorídrico padronizado até atingir coloração púrpura.

A percentagem de proteína foi obtida através da Equação (2).

$$\% \text{ Proteína} = \frac{[(V_{\text{gasto}} - V_{\text{branco}}) \times FC \times (N \times 14 \times 6,25)]}{m_{\text{amostra}} \times 1000} \times 100 \quad (2)$$

Nesta equação, temos que:

V gasto: volume gasto na titulação em mL;

V branco: volume gasto na titulação do branco em mL;

FC: fator de correção do ácido utilizado na titulação;

N: Normalidade do ácido utilizado na titulação;

14: é o peso atômico do Nitrogênio;

6,25: fator de conversão de nitrogênio para proteína e

m amostra: é a massa da amostra em gramas.

3.2.4 Fibra em Detergente Neutro (FDN)³³

Foram preparados sacos de tecidos TNT, sendo estes tratados com acetona e posteriormente secos em estufa.

Após a identificação dos sacos, as amostras foram pesadas dentro destes e os mesmos foram selados por calor e colocados no aparelho determinador de fibras (Mod. TE – 149, Marca Tecnal).

Foi adicionado solução de detergente neutro (solução composta por sulfato láurico de sódio, ácido etilenodiamino tetra-acético – EDTA, tetraborato de sódio, fosfato de sódio dibásico, trietilenoglicol e água destilada, previamente preparada e conservada sob refrigeração até o momento da análise) e manteve-se a 100°C por 1h.

Após este tempo, removeu-se os sacos do aparelho e lavou-os, primeiramente com água destilada quente (90°C) seguido de acetona e, então, foram colocados em estufa por 24 h a 105°C.

Da estufa foram colocados em dessecador para que atingissem temperatura ambiente e fossem pesados. Após o término deste procedimento, os sacos não foram descartados para posterior análise sequencial da fibra em detergente ácido. O cálculo utilizado para resultados de FDN seguiu a Equação (3).

$$\% FDN = \frac{[(\textit{massa sacco após estufa}) - (\textit{massa sacco vazio})]}{\textit{massa amostra}} \times 100 \quad (3)$$

3.2.5 Fibra em Detergente Ácido (FDA)³³

Após análise de FDN, os mesmos sacos foram novamente condicionados em aparelho determinador de fibras (Mod. TE – 149, Marca Tecnal).

Foi adicionado a solução de detergente ácido (solução composta por brometo de cetiltrimetilamônio, ácido sulfúrico concentrado e água destilada, previamente preparada e conservada sob refrigeração até o momento da análise) e manteve-se novamente por 1h a 100°C.

Após este tempo, os sacos foram removidos do aparelho e lavados com água destilada quente (90°C) e com acetona e, então, levados a estufa por 24 horas a 105°C.

Da estufa, foram colocados em dessecador até atingir a temperatura ambiente para que fossem pesados e posteriormente realizar o cálculo da porcentagem de FDA (Equação 4). As amostras desta etapa também não foram

descartadas, pois o conteúdo residual de cada um dos saquinhos foi utilizado na análise de lignina.

$$\% FDA = \frac{[(\text{massa saco após estufa}) - (\text{massa saco vazio})]}{\text{massa da amostra FDN}} \times 100 \quad (4)$$

3.2.6 Análise de Lignina^{33, 34}

Realizada pelo método “permanganato”, a análise de lignina consistiu na utilização do conteúdo dos sacos de TNT resultantes da análise de FDA. Essas amostras foram pesadas em cadinhos filtrantes previamente secos em estufa, foram colocadas em uma bandeja de vidro com água destilada, com a quantidade suficiente para que a água atingisse a parte inferior dos cadinhos e umedecesse as amostras.

Em seguida foi adicionada uma solução combinada de permanganato de potássio (mistura de solução de KMnO_4 com solução tampão na razão 2:1 v/v) em cada cadinho e, para permitir que a solução entrasse em contato com todas as partículas, o conteúdo foi mexido com pequenos bastões de vidro a cada 15 min por um período de aproximadamente 2 h, mantendo o nível da solução de permanganato nos cadinhos igual ao nível de água na bandeja, completando a solução, se necessário.

Após este tempo, as amostras foram filtradas a vácuo e os cadinhos filtrantes esgotados foram colocados em uma bandeja de vidro limpa, com água.

Foi adicionada uma solução de desmineralização (solução composta por ácido oxálico, etanol, ácido clorídrico concentrado e água destilada) mantendo em contato por 10-15 min, até que o resíduo ficasse claro (cor amarelada a branca), completando com a solução quando necessário. Foram então filtrados e lavados com uma solução de etanol a 80% (V/V). Os cadinhos contendo as amostras foram novamente succionados a vácuo, sendo repetido este procedimento, de lavagem com álcool e filtragem, por mais duas vezes. De maneira similar foram feitas mais duas lavagens com acetona, sempre filtrando à vácuo até esgotar. Os cadinhos filtrantes com os resíduos foram colocados em estufa durante uma noite a 100°C para que secassem. Foram então colocados em um dessecador, para posterior pesagem e cálculo, feito conforme Equação (5). As amostras não foram descartadas para, de forma sequencial, analisar celulose.

% Lignina

$$= \frac{[(\text{massa cadinho vazio} + \text{massa amostra}) - (\text{massa cadinho após estufa})]}{\text{massa da amostra de FDN}} \times 100 \quad (5)$$

3.2.7 Análise de Celulose^{33, 34}

Em uma mufla a 500°C, foram colocados cadinhos filtrantes com o resíduo da análise de lignina. Essas amostras foram submetidas à queima por um período de 3h. Após este tempo, esperou-se pelo decaimento da temperatura até atingir aproximadamente 250°C e transferiu-se essas amostras para um dessecador até atingirem temperatura ambiente para serem pesadas. Para obter a percentagem de celulose a partir deste resíduo de lignina, utilizou-se a Equação (6):

% Celulose

$$= \frac{[(\text{massa cadinho lignina após estufa}) - (\text{massa cadinho após mufla})]}{\text{massa da amostra de FDN}} \times 100 \quad (6)$$

3.2.8 Determinação de Minerais³³

As amostras também foram submetidas à análise de minerais, sendo estas realizadas em triplicata, no Laboratório de Cromatografia e Espectrometria Aplicada-LECA/ Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia/UFGD, conforme manual do equipamento, adaptado por este mesmo laboratório.

A metodologia utilizada para determinação de macro e microminerais consistiu inicialmente na digestão ácida das amostras. Este tratamento consiste inicialmente na adição de ácido nítrico concentrado em tubos específicos deixados em repouso por 12 h, contendo o ácido e a amostra. Após esse período para iniciar a digestão orgânica em bloco digestor, foi adicionado ácido clorídrico concentrado. As amostras foram aquecidas lentamente até atingir a temperatura de 120°C e assim que esta temperatura foi atingida, manteve-se no bloco por aproximadamente 1h e 40min. Após este tempo, adiciona-se ácido nítrico e mantém-se por mais 1h no bloco digestor. Passado 1h, adiciona-se ácido nítrico e ácido clorídrico, permanecendo por mais 1h.

Para finalizar o procedimento, foi adicionado às amostras peróxido de hidrogênio, até se observar o clareamento da solução. Eventuais alíquotas de

peróxido de nitrogênio foram adicionadas durante a digestão de forma a otimizar o processo.

Após o arrefecimento das amostras, filtrou-se e avolumou-se com água destilada para 25 mL, sendo então realizada a leitura dos seguintes microelementos: cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), e dos macronutrientes: cálcio (Ca) e magnésio (Mg), sendo que para estes os extratos foram diluídos 25 vezes devido a alta concentração nas amostras, em meio a 1% (m/v) de óxido de lantânio III (La_2O_3).

As soluções estoque foram preparadas, a partir de soluções padrão dos metais (SpecSol, sendo rastreadas pela SRM 682 para Cu, Mg, Zn, Ca e Mg e SRM 3126a para o Fe), em concentrações de $1000 \mu\text{g L}^{-1}$. A determinação dos analitos foi feita por um espectrômetro de absorção atômica em chama AA 240FS (Agilent Technologies, EUA) empregando lâmpadas de catodo oco monoelementares no intervalo de concentrações de $0,0\text{-}2,0 \text{ mg L}^{-1}$ Mn e Zn; $0,0\text{-}4,0 \text{ mg L}^{-1}$ Cu, Ca e Mg; $0,0\text{-}8,0 \text{ mg L}^{-1}$ Fe.

Após todas as condições instrumentais serem otimizadas, as soluções foram aspiradas a uma taxa de $5,0 \text{ mL min}^{-1}$ para o interior do equipamento e os elementos foram atomizados pela chama ar/ C_2H_2 (Cu, Fe, Mn, Zn) e $\text{C}_2\text{H}_2/\text{NO}_2$ (Ca e Mg).

3.3 Análises estatísticas

Todos os parâmetros foram analisados para cada tratamento experimental utilizando-se o programa Microsoft Excel 2010, como ferramenta para aplicar o teste *t* de Student, a partir da média e do desvio padrão das amostras, determinando-se os parâmetros relevantes, para um nível de confiança de 95%.

4- RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização das amostras de gergelim branco e preto

Os resultados sobre o estudo da composição química da farinha desengordurada de gergelim branco e preto, referentes à avaliação nutricional estão expressos na Tabela 2 e revelam que as sementes da Cooperativa Itamarati apresentam para o gergelim branco e preto, respectivamente, 98,48 e 99,05% de matéria seca, 8,28 e 12,89% de cinzas, 42,24 e 32,11% de proteína, 28,97 e 27,08% de fibra em detergente neutro, 11,86 e 10,7% de fibra em detergente ácido, 2,82 e 2,53% de lignina e 5,8 e 4,71% de celulose. Os resultados foram expressos em base úmida.

Tabela 2 – Composição centesimal das análises realizadas nos resíduos da extração de óleo de gergelim orgânico, *Sesamum Indicum L.*, branco e preto expressos em base úmida.

ANÁLISES REALIZADAS %	AMOSTRAS	
	GERGELIM PRETO	GERGELIM BRANCO
Matéria Seca	99,05 ± 0,26	98,48 ± 1,55
Cinzas	12,89 ± 0,23	8,28 ± 0,52
Proteína Bruta	32,11 ± 0,67	42,24 ± 1,26
FDN	27,08 ± 2,12	28,97 ± 1,95
FDA	10,7 ± 0,46	11,86 ± 0,15
Lignina	2,53 ± 0,59	2,82 ± 0,78
Celulose	4,71 ± 0,48	5,80 ± 0,46

Dados apresentados como média dos valores ± desvio padrão das determinações em triplicata; FDN = Fibra em Detergente Neutro; FDA = Fibra em Detergente Ácido.

É necessário ressaltar que como dito anteriormente, na maior parte dos estudos encontrados na literatura, a informação da composição nutritiva dos alimentos é apresentada em base seca. Sendo assim, como a metodologia deste estudo resulta em dados relativos à base úmida, foi realizada a transformação percentual de base úmida para base seca, dividindo-se os valores experimentais encontrados pelo valor da matéria seca.

A discussão desses resultados será realizada baseando-se nos resultados em base seca, presentes na Tabela 3.

Tabela 3 – Composição centesimal das análises realizadas nos resíduos da extração de óleo de gergelim orgânico, *Sesamum Indicum L.*, branco e preto expressos em base seca.

ANÁLISES REALIZADAS %	AMOSTRAS	
	GERGELIM PRETO	GERGELIM BRANCO
Matéria Seca	99,05 ± 0,26	98,48 ± 1,55
Cinzas	13,01 ± 0,23	8,41 ± 0,53
Proteína Bruta	32,41 ± 0,68	42,89 ± 1,28
FDN	27,34 ± 2,14	29,41 ± 1,98
FDA	10,8 ± 0,46	12,04 ± 0,15
Lignina	2,55 ± 0,59	2,86 ± 0,79
Celulose	4,75 ± 0,48	5,89 ± 0,47

Dados apresentados como média dos valores ± desvio padrão das determinações em triplicata; FDN = Fibra em Detergente Neutro; FDA = Fibra em Detergente Ácido.

O teor de matéria seca representa o peso do material analisado totalmente livre de água, extraída pelo processo de secagem. O alto teor de MS em ambos os tipos de gergelim, resultam em um indicativo positivo na formulação de rações, visto que a umidade na ração afeta o valor energético, pois quanto mais água, isto é, quanto menos matéria seca, menos nutriente ela pode ter.

O baixo teor de umidade encontrado neste estudo (<2% em ambos os farelos), possivelmente deve-se ao fato dessas amostras terem sido submetidas a dois procedimentos para extração de óleo e um posterior processo de secagem para eliminação do solvente na obtenção dos farelos desengordurados.

As cinzas são analisadas para estimar a fração bruta de minerais do alimento e também para verificar a contaminação na amostra por compostos que não fazem parte da fração nutritiva do alimento. São importantes de serem analisadas porque a cinza não é um combustível, isto é, não produz energia, fazendo com que quanto maior o teor de cinza do alimento, menor será seu valor energético. Sendo assim, o teor encontrado nos resíduos de gergelim para as cinzas é um indicativo da existência de minerais nas amostras, sendo que o gergelim preto, por possuir um valor maior comparado ao gergelim branco, possui mais minerais, porém, menor valor energético.

Os valores encontrados na caracterização inicial para FDN encontram-se entre 27 e 30%. Isto indica que o consumo deste alimento não ocasiona limitação da ingestão da matéria seca, uma vez que a fibra, na maioria das vezes, apresenta uma menor taxa de trânsito ruminal.³⁵

As análises de FDA, composta basicamente por celulose e lignina (fração menos digestível do alimento) relaciona esta fração de fibra com a digestibilidade do alimento, podendo ser visto na Tabela que os teores de lignina e celulose não ultrapassam 6% da composição centesimal entre ambos os farelos, o que confere um bom índice de digestibilidade.

A análise de proteína bruta evidenciou um elevado valor protéico nas amostras de gergelim branco, confirmando a valorização da utilização destes farelos na composição de ração animal.

O teor de proteína bruta encontrado sugere que o conteúdo proteico destes resíduos de extração é relativamente alto (<30%), com variação de 32 a 43%, sugerindo a utilização como fonte de proteína para os animais.³³

Os farelos desengordurados de gergelim, de acordo com a composição química, revelam ser boa fonte de proteína e minerais.

4.2 Análise de minerais

A composição mineral das sementes de gergelim tem um significado especial no segmento comercial, principalmente quando o produto elaborado se destina à alimentação humana.

Dos ensaios realizados com as amostras do resíduo da extração do óleo de gergelim orgânico branco e preto, obteve-se também informações dos elementos minerais presentes.

A Tabela 4 mostra os teores dos elementos minerais que foram determinados experimentalmente.

³⁵ BARRETO, S. M. P. **Avaliação dos níveis de inclusão da torta de macaúba (*Acrocomia aculeata*) na alimentação de caprinos**. 2008. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Montes Claros, MG, 2008.

Tabela 4- Teores de minerais em amostras de farelo de gergelim orgânico branco e preto determinados por FAAS.

MINERAIS	GERGELIM PRETO	GERGELIM BRANCO
Cu ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	48,73 \pm 0,6	11,22 \pm 0,2
Fe ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	144,24 \pm 0,2	132,58 \pm 1,5
Mn ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	67,54 \pm 0,4	55,30 \pm 0,6
Zn ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	656,55 \pm 1,3	633,19 \pm 5,8
Ca (mg.g^{-1})	8,62 \pm 0,3	3,04 \pm 0,1
Mg (mg.g^{-1})	9,22 \pm 0,2	6,74 \pm 0,1

Dados apresentados como média dos valores \pm desvio padrão das determinações em triplicata.

Os minerais desempenham três tipos de funções essenciais para o organismo dos animais e do homem. A primeira delas diz respeito a sua participação como componentes estruturais dos tecidos corporais (por exemplo Ca, P). Também atuam nos tecidos e fluidos corporais como eletrólitos para manutenção do equilíbrio ácido-básico, da pressão osmótica e da permeabilidade das membranas celulares (Ca, P, Na, Cl). Por último, funcionam como ativadores de processos enzimáticos (Cu, Mn) ou como integrantes da estrutura de metalo-enzimas (Zn, Mn) ou vitaminas (Co).³⁶

Assim como se esperava, devido ao teor de cinzas encontrado nas análises anteriores, encontrou-se a presença de minerais nas amostras de gergelim.

O gergelim preto, devido ao seu elevado teor de cinzas, possui quantidades significativamente maiores de minerais em relação ao gergelim branco. Para explicar este fato, pesquisadores descrevem em seu estudo da semente de gergelim integral, que o alto teor de cálcio nas sementes de cor preta em relação às brancas é devido à maior concentração de oxalato de cálcio nesta primeira.²

³⁶ TOKARNIA C.H.; DÖBEREINER J.; PEIXOTO P.V. **Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos criados em regime de campo.** Porto Alegre, RS. 2000.

Há estudos da composição mineral das sementes de gergelim de três cultivares diferentes, porém, neste estudo fizeram somente a identificação de Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca) e Enxofre (S), representados na Tabela 5.³⁷

Tabela 5 – Minerais de três cultivares de gergelim.³⁷

Cultivares	Variáveis (mg/100 g)			
	P	K	Ca	S
BRS Seda	778,60	247,50	1184,00	179,62
CNPA G4	723,95	351,25	1117,75	218,02
Preta	586,30	226,25	1872,00	208,72

Visto que o Cálcio é o único mineral em comum entre estes estudos, comparamos os resultados obtidos nas análises, representados na Tabela 4 com os dados da literatura, da Tabela 5.

A quantidade de Ca encontrada na literatura foi muito maior. Este resultado deve-se ao fato de que os dados da literatura foram obtidos de sementes integrais e neste estudo, foram obtidos do resíduo do processamento do gergelim. Outra observação está relacionada à coloração das sementes, na qual em ambos os estudos relatam que as sementes de coloração preta possuem uma maior quantidade de Ca.

Para este trabalho, a maior consideração feita entre esses estudos, é a conservação no resíduo da extração de óleo, mesmo após seu processamento, de parte dos minerais presentes na semente integral do gergelim.

Para a nutrição animal, é importante avaliar se a dieta consumida pelo animal está correspondendo as suas exigências de minerais, pois os alimentos mais comumente utilizados podem conter proporções desequilibradas, com deficiência ou excesso desses elementos, podendo ocasionar sérios distúrbios metabólicos. Nesses casos, o adequado balanceamento das rações vai apontar a necessidade de

³⁷ QUEIROGA, V. P.; FIRMINO, P. T.; FREIRE, R. M. M.; BORBA, F. G.; ALMEIDA, K. V.; SOUSA, W. J. B.; JERÔNIMO, J. F. **Composição mineral de sementes de gergelim de diferentes cores.** Embrapa Algodão. João Pessoa - PB, 2010.

uma suplementação para compensar uma deficiência de minerais e, relacionar a absorção desses elementos com a qualidade do alimento consumido.³²

De acordo com diversas estimativas, a suplementação mineral pode constituir de 20 a 30 % dos custos totais de produção de gado de corte criados em pastagens, fazendo com que a detecção de minerais nas amostras aqui estudadas, tenham importância não só na qualidade da alimentação, mas também na diminuição desses gastos com suplementação mineral na alimentação animal.³⁸

³⁸ PEIXOTO, P. V.; MALAFAIA, P.; BARBOSA, J. D.; TOKARNIA, C. H. **Princípios de suplementação mineral em ruminantes.** *Pesquisa Veterinária Brasileira* 25(3):195-200. Depto Nutrição Animal e Pastagem, Instituto de Zootecnia, UFRRJ. 2005.

5- CONCLUSÕES

A maioria das análises necessárias para a avaliação nutricional de alimentos foram realizadas neste estudo com os resíduos do processamento das sementes de gergelim branco e preto.

A análise proximal destes resíduos forneceram resultados de que em sua composição, estes farelos apresentam alto teor de proteínas, que caracterizam estes resíduos como alimento proteico, baixo teor de fibras não digestíveis, garantindo uma boa digestibilidade do alimento e aumento do valor energético e um teor de cinzas que estima a fração bruta de minerais presentes nas amostras.

Esses resultados permitiram evidenciar a potencialidade destes resíduos de extração de óleo vegetal na formulação de ração animal, além de apontar para um aproveitamento alternativo e de alto valor agregado para estes resíduos, sendo que o de gergelim branco destaca-se em potencialidade, visto que possui o maior percentual proteico, sendo este último citado, um dos principais componentes na nutrição animal.

Assim, pode-se dizer que estes resíduos são de grande importância no custo da formulação de rações, no desenvolvimento do animal, assim como em um menor impacto negativo de poluição ambiental.

Como projeções futuras para este projeto, destaca-se o uso do farelo estudado em processos de bioconversão para otimização do seu aproveitamento em ração de ruminantes.

6- REFERÊNCIAS

- ARAUJO, L.F. et al. **Diferentes critérios de formulação de rações para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.** 2002 Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2002000300003>>. Acesso: 21/05/2015.
- ARRIEL, N.H.C.; FIRMINO, P.T.; BELTRÃO, N.E.M.; SOARES, J.J.; ARAÚJO, A.E.; SILVA, A.C.; FERREIRA, G.B. **A cultura do gergelim.** Embrapa Informação Tecnológica, 2007.
- ARRIEL, N.H.C.; VIEIRA, D.J.; FIRMINO, P.T. **Situação atual e perspectivas da cultura do gergelim no Brasil.** Disponível em: <<http://www.cpsa.embrapa.br/catalogo/livrorg/gergelim.pdf>>.
- AZEVEDO, J.A. **Métodos de avaliação de alimentos.** Disponível em: <<https://sites.google.com/site/nutricaoanimaluesc/home/extra/segundo-credito/02---metodos-de-avaliacao-de-alimentos>> . Acesso: 22/10/2015.
- BARCELOS, A.F.; PAIVA, P.C. A.; PEREZ, J.R.O. et al. **Parâmetros Bromatológicos da casca e polpa desidratada de café (coffea arabica.) armazenadas em diferentes períodos.** Ciências Agrotecnica, Lavras, v.26, n.4, p.780-790, 2002.
- BARRETO, S. M. P. **Avaliação dos níveis de inclusão da torta de macaúba (*Acrocomia aculeata*) na alimentação de caprinos.** 2008. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Montes Claros, MG, 2008.
- BELTRÃO, N.E.M. **Tecnologias para o agronegócio do gergelim.** 1ª Edição . Campina Grande: Embrapa, 2010.
- BERALDO, A. A. **Análise Bromatológica dos Alimentos Consumidos Por Bovinos Leiteiros Em Canoinhas – SC.** 2009. Disponível em: <http://pt.engormix.com/Articles/View.aspx?AREA=GDL124&id=177&pag=0#_=_>. Acesso: 21/05/2015.
- BROCHIER, M. A.; CARVALHO, S. **Aspectos ambientais, produtivos e econômicos do aproveitamento de resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cordeiros em sistema de confinamento.** Lavras: Ciência e Agrotecnologia, 2009.

- CALVETTE, Y. M.; MAIA, G. A.; TELLES, F. J. S.; MONTEIRO, J. C. S.; SALES, G. S. **Processamento do gergelim (*Sesamum indicum*, L.)**. Ciências Agrônômicas. Fortaleza, n. 24, p. 57-62, 1993.
- COELHO, M. A. Z.; LEITE, S. G. F.; ROSA, M. F.; FURTADO, A. A. L. **Aproveitamento de resíduos agroindustriais: Produção de enzimas a partir da casca de coco verde**. B.CEPPA, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 3342, 2001.
- DEMAJOROVIC, J. **Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos: as novas prioridades**. Revista de Administração de Empresas. v.35, n.3, p.88-93, 1995.
- DETMANN, E. *et al.* **Métodos para análise de alimentos**. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012.
- FIGUEIRÊDO, A. S. **Efeito da farinha desengordurada do *Sesamum Indicum* L. nos níveis glicêmicos e lipídicos De diabéticas Tipo 2**. João Pessoa, 2008. 106p.
- FINCO, A. M. O.; ANGELO, M. A.; GARMUS, T. T.; BEZERRA, J. R. M. V. **Elaboração de iogurte com adição de farinha de gergelim**. Anais do XVIII EAIC, 2009.
- FIRMINO, P. T.; ARRIEL, N. H.; QUEIROGA, V. P.; SILVA, A. C. **Cookie de gergelim: uma proposta para o aproveitamento da torta na merenda escolar**. p. 399. Campina grande: Embrapa Algodão, 2012.
- LAGO, A. A.; CAMARGO, O. B. de A., SAVY FILHO, A. *et al.* **Maturação e produção de sementes de gergelim cultivar IAC-China**. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v. 36, n. 2, p. 363-369, fev. 2001
- LAUFENBERG, G.; KUNZ, B.; NYSTROM, M. **Transformation of vegetable waste into value added products: (A) The upgrading concept; (B) Practical implementations**. *Bioresource Technology*, v.87, n.2, p.167-198, 2003.
- MACIEL, R. **Métodos de avaliação dos alimentos**. Disponível em: <http://www.dzo.ufla.br/Roberto/metodos_analise_alimentos.pdf> Acesso: 21/08/2015.
- MAIA, G. A.; CALVETE, Y. M. A.; TELLES, F. J. S. *et al.* **Eficiência da farinha desengordurada de gergelim como complemento protéico da farinha extrusada de caupi**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.7, p.1295-1303, jul. 1999.
- MILANI, M.; GONDIM, Tarcísio, M. S.; COUTINHO, D.; **Cultura do gergelim**, Circular Técnica 83 - Embrapa Algodão, 2005.

- NAMIKI, M. **The chemistry and physiological functions of sesame.** Food Reviews International, Madison (USA), v. 11, n. 2, p. 281-329, 1995.
- NUNES, R. V.; ROSTAGNO, H. S.; NUNES, C. G. V.; POZZA, P. C.; ARAUJO, M. S. **Coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta de diferentes ingredientes para frangos de corte.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.1, p.89-94, 2008.
- OLIVEIRA, D. M.; FIRMINO, P. T., MARQUES, D.R. et al. **Caracterização físico-química dos co-produtos (óleo e torta) do gergelim cv. CNPA-G4.** Edição Especial V Simpósio de Engenharia. Maringá: Revista Tecnológica, Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2011.
- PEIXOTO, P. V.; MALAFAIA, P.; BARBOSA, J. D.; TOKARNIA, C. H. **Princípios de suplementação mineral em ruminantes.** *Pesquisa Veterinária Brasileira* 25(3):195-200. Depto Nutrição Animal e Pastagem, Instituto de Zootecnia, UFRRJ. 2005.
- PELIZER, L. H.; PONTIERI, M. H.; MORAES, I. O.; **Utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental.** Journal of Technology Management & Innovation, v. 02, n. 01, p. 118-127, mar. 2007.
- PINTO, G. A. S.; BRITO, E. S.; ANDRADE, A. M. R.; FRAGA, S. L. P.; TEIXEIRA, R. B. **Fermentação em estado sólido: Uma alternativa para o aproveitamento e valorização de resíduos agroindustriais tropicais.** EMBRAPA. Fortaleza, 2005.
- PRIMO, A. P.; **Torta de gergelim na alimentação de frangos de corte.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 2008.
- QUEIROGA, V. P.; FIRMINO, P. T.; FREIRE, R. M. M.; BORBA, F. G.; ALMEIDA, K. V.; SOUSA, W. J. B.; JERÔNIMO, J. F. **Composição mineral de sementes de gergelim de diferentes cores.** Embrapa Algodão. João Pessoa - PB, 2010.
- QUEIROGA, V.P.; SILVA, O.R.R.F. **Tecnologias utilizadas no cultivo do gergelim mecanizado.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008.
- REVELLO, C. Z. P. **Avaliação do valor nutricional de resíduos do processamento da macaúba (*Acromia aculeata*) e de seus produtos de bioconversão.** Dissertação (Ciência e Tecnologia Ambiental). Dourados, MS. UFGD, 2014
- SÁ, J. F. **Avaliação nutricional de alimentos para ruminantes.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2007.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3ª Ed. Viçosa: UFV, 235f., 2002.

SUIDA, D. **Formulação por proteína ideal e conseqüências técnicas, econômicas e ambientais**. In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA: NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 1., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...**Foz do Iguaçu, 2001.

TOKARNIA C.H.; DÖBEREINER J.; PEIXOTO P.V. **Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos criados em regime de campo**. Porto Alegre, RS. 2000.

TUCCI, F. M.; LAURENTIZ, A. C.; SANTOS, E. A.; RABELLO, C. B.; LONGO, F. A.; SAKOMURA, N. R. **Determinação da composição química e dos valores energéticos de alguns alimentos para aves**. Acta Scientiarum Animal Sciences, Maringá, v. 25, n. 1, p. 85- 89, 2003.

VAN CLEEF, E. H. C. B. **Tortas de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e pinhão manso (*Jatropha curcas*): caracterização e utilização como aditivos na ensilagem de capim elefante**. Dissertação (Mestrado) 77p. Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2008.

VASCONCELO, M.S. **E tudo da degradação térmica do óleo e biodiesel de gergelim preto (*Sesamum indicum L.*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*) por técnicas espectroscópicas**. Dissertação (Mestrado em Química) Dourados, MS : UFGD, 2015. 88f.

ZANIN, T. **Benefícios do gergelim**. Disponível em: <<http://www.tuasaude.com/beneficios-do-gergelim/>>. Acesso: 20/05/2015.