

JULIANA CLÁUDIA NEVES DE SANTANA

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ENERGÉTICA DOS FARELOS
DE MAMONA SOB DIFERENTES PROCESSAMENTOS PARA
FRANGOS DE CORTE**

**RECIFE
PERNAMBUCO - BRASIL
2010**

JULIANA CLÁUDIA NEVES DE SANTANA

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ENERGÉTICA DOS FARELOS
DE MAMONA SOB DIFERENTES PROCESSAMENTOS PARA
FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte integrante do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*, área de nutrição de Não-Ruminantes.

Orientador: Profa. Dra. Maria do Carmo Mohaupt Marques Lüdke (UFRPE)

Co-orientadores: Pesq. Dr. Jorge Vítor Lüdke (Embrapa Suínos e Aves)

Profa. Dra. Mônica Calixto Ribeiro de Holanda (UAG-UFRPE)

**RECIFE
PERNAMBUCO - BRASIL
2010**

JULIANA CLÁUDIA NEVES DE SANTANA

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ENERGÉTICA DOS FARELOS DE
MAMONA SOB DIFERENTES PROCESSAMENTOS PARA FRANGOS DE
CORTE**

Dissertação defendida e aprovada em 26 de julho de 2010, pela banca examinadora:

Orientadora:

Profa. Dra. Maria do Carmo Mohaupt Marques Lüdke
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Banca examinadora:

Pesq. Dr. Jorge Vítor Lüdke
EMBRAPA Suínos e Aves
Concórdia, SC

Prof. Dr. Wilson Moreira Dutra Júnior
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Zootecnia

Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Zootecnia

Recife
Julho/2010

BIOGRAFIA

Juliana Cláudia Neves de Santana, filha de João Gervásio de Santana Neto (*in memoriam*) e Lúcia de Fátima Neves de Santana, nasceu em 25 de junho de 1983 em Recife-PE, Brasil, tendo ingressado no curso de Zootecnia, na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em 2003. No primeiro ano do curso, foi aprovada na seleção de bolsista do Programa de Educação Tutorial MEC-SESu (PET- Zootecnia), sob tutoria inicial de Prof^a. Ângela Maria Vieira Batista (2004 a 2006) e posteriormente pela tutoria de Prof^a. Adriana Guim (2006 a 2008). Permaneceu no programa por um período de quatro anos e seis meses, desenvolvendo atividades ligadas à tríade ensino, pesquisa e extensão. As atividades de pesquisa, no período da graduação, foram orientadas pela Prof^a. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke, na área de Nutrição de Não-Ruminantes. Em Agosto de 2008 obteve o título de Zootecnista.

Iniciou o curso do mestrado em Agosto de 2008, na mesma universidade, sob a orientação da Prof^a. Maria do Carmo Mohaupt Marques Lüdke, na área de Nutrição de Não-Ruminantes, com pesquisas na área de avaliação de alimentos alternativos em avicultura de corte. Em Julho de 2010, submeteu-se a defesa da Dissertação para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”.

Ofereço,

Ao meu querido pai João Gervásio (in memorian) e meu avô Fernando Neves (in memorian), que foram para a glória de Deus, mas permanecem vivos em meu coração. Eternas saudades!

Ofereço,

À minha fortaleza, querida mãe Lúcia Neves, pelo exemplo de vida e dedicação, pelo amor incondicional.

Dedico,

Ao meu noivo, Adiel Sousa, pelo apoio, confiança, paciência, companheirismo e amor, desde a fase do processo seletivo à defesa. Tu és o presente de Deus em minha vida!

Às minhas irmãs Luciana Neves e Mariana Neves, por todo amor e respeito.

Aos meus sobrinhos Gabriel Neves e Júlia Neves, que Deus ilumine suas vidas, tia ama muito vocês.

Agradecimentos

À Deus pai todo poderoso, eu creio em ti e sei que és um Deus do impossível.

Aos meus pais João Gervásio de Santana Neto (*in memorian*) e Lúcia de Fátima Neves de Santana pela concepção de minha vida, pela educação, pelo profundo amor e dedicação.

As minhas irmãs Luciana Karla Neves de Santana e Mariana Morgana Neves de Santana por serem mulheres guerreiras, pois mesmo diante das dificuldades que a vida nos proporcionou nunca fraquejaram.

Aos meus maravilhosos sobrinhos Gabriel Neves Martins de Souza e Júlia Neves Martins de Souza, por serem fruto e continuação de nossa pequena família.

Ao meu amor, minha felicidade, meu noivo Adiel Sousa Silva, por toda a força, incentivo e companheirismo nessa longa jornada, por ter sido meu eterno estagiário.

Aos meus padrinhos Washington Luís de Oliveira e Maria Ângela Neves de Oliveira, por todo apoio, cuidado e amor.

Aos meus sogros Paulo Maria e Almira Alice. Aos meus cunhados Ana Paula, Paulo Júnior e Marcelo Sousa, e aos tios de consideração Domingos Maria e Vaneide Melo, por acreditarem em minha capacidade.

Aos conselhos, ensinamentos e amizade da Profa. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke, pela orientação da graduação e pela oportunidade da pós-graduação.

Ao pesquisador Dr. Jorge Vítor Ludke pela co-orientação, por todas as sugestões na interpretação e organização dos dados, e pelo companheirismo no planejamento e execução dos experimentos da dissertação.

A co-orientadora Profa. Mônica Calixto de Holanda (UAG), pelo apoio e incentivo.

Ao Prof. Giovani Rotta Bertani, Departamento de Bioquímica (UFPE), pela cooperação entre as Universidades para execução do projeto e pelo companheirismo nos experimentos.

A médica veterinária Dra. Janaína de Arruda Câmara Ramos, pelo acompanhamento e ajuda no período experimental.

Aos professores de Não-Ruminantes, Prof. Carlos Bôa-Viagem Rabello e Prof. Wilson Moreira Dutra Júnior pela contribuição nos ensinamentos das disciplinas para minha formação profissional.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela formação profissional em Zootecnia. Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade do curso de mestrado.

À Fundação de Amparo à Ciência de Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB), pelo financiamento do projeto de pesquisa.

À Usina de Biodiesel Governador Miguel Arraes (USIB), Pesqueira-PE, em nome do Engenheiro Agrônomo João Eudes Machado Tenório, pelo fornecimento dos farelos de mamona utilizados nos experimentos.

À Dra. Ana Maria Navaes, Professora /Pesquisadora – UFRPE / PADR (Coordenadora do Grupo Trabalho /APL Biodiesel Pesqueira).

À Dra. Maria Helena de Castro Lima Coordenadora Comitê Executivo da Rede Nordeste de Biodiesel (SUDENE).

À EMBRAPA Suínos e Aves em nome do pesquisador Dr. Jorge Vítor Ludke, Laboratório de Nutrição Animal (DZO/UFC) em nome de Profa. Elzânia Sales e Laboratório de Nutrição Animal (DZ/UFRPE) em nome de Profa. Ângela Batista, pelas realizações das análises bromatológicas.

Às minhas queridas Professoras de coração (Profa. Rosimar Musser e Profa. Izabel Galindo), Departamento de Agronomia, por todos os conselhos de mãe, incentivos e amizade. E ao Prof. Frederico Celso Lyra Maia, Departamento de Medicina Veterinária, pela amizade e respeito. Sei o quanto vocês acreditam e torcem por minhas conquistas. Obrigada por tudo.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, Lucinha, Zezé, Roberto, Fátima, Lily, Wagner, Antônio Florentino (Seu Dedinha), Cristina, por nunca negarem um pedido de ajuda e serem sempre companheiros e amigos.

Ao querido Severino (Seu Biu), por toda ajuda nos experimentos, saiba que seu trabalho foi fundamental para a execução da pesquisa, muito obrigada.

A minha eterna irmã-amiga (Soraya Farias) e tia Djanete, que em todos os momentos de alegria, felicidade e em todas as minhas conquistas estiveram sempre ao meu lado aplaudindo com orgulho, muito obrigada pelo infinito amor.

Aos amigos, Emanuela, Alexander, Erik, Alessandra Patrícia e Janaína pelo companheirismo na execução do experimento e pelos momentos agradáveis das coletas, abates e análises.

Aos amigos Alcilene, Emanuela, Misleni, Rafael Aquino, Izaura, Marcos José, Cláudia, Paulo, Nataly, Almir, Alenice, Mônica, Alessandra Patrícia, Elizabete, Cristiano, Daniel, Ivalda, Cristiano Borges, Cláudio, André, Luciana, César, Carolina (Baiana), Priscila, Thaysa, Bárbara Wanderley, Karen, Liliane, Rafaela, Lidiane e Caio por compartilharem momentos especiais dentro do Departamento de Zootecnia.

À equipe de Nutrição de Não-Ruminantes, sob orientação da Professora Maria do Carmo. Em especial, aos estagiários de PIBIC Gleise Medeiros e Eriberto Serafim que contribuíram bastante para execução do experimento.

Aos amigos especiais Sandra Granja, Ângela Cristina, Isaque Albuquerque, Héliida Barbosa, Alice Meira, Claudemir Tavares, Eduardo Sóstenes, Gorete Duarte, Renata Breda, Renata Mesquita, Ellen Lins, Daiane Carvalho, Anderson Farias, José Ricardo, Elaine Silva, Julianne Santos (MT), por vocês sempre torcerem por mim.

Aos amigos da Agronomia Leidivan, João Paulo, Eduardo, e ao PET Agronomia, foi muito bom compartilhar experiências com vocês.

Ao Grupo PET Zootecnia, em nome da Prof^a Adriana Guim e aos petianos, Driane, Leandro, Lucíola, Tetty, Xélen e aos ex-petianos (Tayara, Dênea, Valdson e Janaína).

À todas as pessoas que contribuíram de forma direta ou indireta em toda a minha vida, na formação pessoal e profissional.

Meu muito obrigada!!!

*R*eflexão

As aparências para a mente são de quatro tipos:

*As coisas,
Ou são o que parecem ser,
Ou não são, nem parecem ser,
Ou são e não parecem ser,
Ou não são, mas parecem ser.*

*Posicionar-se corretamente frente a todos esses casos,
É a tarefa do homem sábio.*

Epictetus, século II d.C.

ÍNDICE

	pág.
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	15
CAPÍTULO 1 (Referencial Teórico)	
“Avaliação nutricional e energética dos farelos de mamona sob diferentes processamentos para frangos de corte”	
1. Avicultura no Nordeste.....	18
2. Mamona e sua produção.....	19
3. Aspectos de processamentos para obtenção da torta e farelo de mamona.....	22
4. Fatores anti-nutricionais e tóxicos da mamona.....	24
5. Processamentos de inativação dos componentes tóxicos do farelo de mamona.....	26
6. Nutrição e aplicação do farelo de mamona para não ruminantes.....	32
7. Considerações Finais.....	35
Referências.....	36
CAPÍTULO 2	
“Avaliação nutricional e energética de farelos de mamona para frangos de corte”	
RESUMO.....	42
ABSTRACT.....	43
INTRODUÇÃO.....	44

MATERIAL E MÉTODOS.....	45
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
CONCLUSÃO.....	60
REFERÊNCIAS.....	61

LISTA DE TABELAS

pág.

CAPÍTULO 1 (Referencial Teórico)

“Avaliação nutricional e energética dos farelos de mamona sob diferentes processamentos para frangos de corte”

Tabela 1. Conteúdo de Aminoácidos Total Digestivo Verdadeiro do farelo de soja e farelo de mamona para aves e suínos expressos na matéria natural.....	33
--	----

CAPÍTULO 2

“Avaliação nutricional e energética de farelos de mamona para frangos de corte”

Tabela 1. Composição percentual calculada da dieta experimental.....	46
--	----

Tabela 2. Processamentos adotados em escala industrial para produzir os diferentes tipos de farelo de mamona utilizando cozimento e prensagem mecânica para extração do óleo.....	49
---	----

Tabela 3. Composição química, valores de energia bruta e dos diferentes farelos de mamona (FM), expressos na matéria natural.....	51
---	----

Tabela 4. Médias em função dos tratamentos para valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn), coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), da proteína bruta (CMAPB), e da energia bruta (CMAEB), balanço de nitrogênio x 8,22 (BN), balanço de energia bruta (BEB), fator de correção (FC).....	54
--	----

Tabela 5. Médias para os resultados de desempenho coletadas no ensaio de metabolismo em função dos tratamentos, onde (GP) é o ganho de peso, (CR) o consumo de ração, (CA) a conversão alimentar e (RD) o rendimento de carcaça sem pele.....	55
---	----

Tabela 6. Médias para os resultados de peso dos órgãos de frangos de corte abatidos aos 25 dias de idade em função dos tratamentos aplicados no período experimental e conteúdo da moela expressos por kg de peso metabólico (g/kg ^{0,75}) em função dos tratamentos.....	57
---	----

Tabela 7. Coeficiente de correlação linear de Pearson entre os parâmetros de	
--	--

metabolismo e de desempenho verificados no experimento de metabolismo..

59

LISTA DE FIGURAS

pág.

CAPÍTULO 1 (Referencial Teórico)

“Avaliação nutricional e energética dos farelos de mamona sob diferentes processamentos para frangos de corte”

Figura 1. Etapas de produção do biodiesel e formação da torta e farelo para utilização na alimentação animal.....	23
Figura 2. Etapas de produção do biodiesel e formação da torta.....	28
Figura 3. Etapas de produção do biodiesel e formação do farelo.....	29
Figura4. Etapas de produção do biodiesel e formação do farelo de mamona processamento D, realizado em nível industrial.....	30
Figura 5. Etapas de produção do biodiesel e formação do farelo de mamona processamento E, realizado em nível industrial.....	31
Figura 6. Etapas de produção do biodiesel e formação do farelo de mamona processamento E, realizado em nível industrial.....	32

Considerações Iniciais

Pesquisas com a utilização de alimentos alternativos para frangos de corte têm tomado grandes proporções para tentar substituir o milho e o farelo de soja, por alimentos com características nutricionais semelhantes, que sejam encontrados facilmente na região, que não sejam utilizados na alimentação humana e que tenham baixos preços.

Inicialmente para se avaliar um ingrediente alternativo é necessário o conhecimento prévio de sua composição nutricional e de características particulares, principalmente, referente à presença de substâncias tóxicas e/ou anti-nutricionais.

Assim o farelo de mamona, co-produto gerado a partir da produção do biodiesel, é classificado como alimento protéico e está sendo avaliado em substituição ao farelo de soja na alimentação animal. A presença da ricina, ricinina, fator alergênico (CB1-A), além de seu elevado nível de fibra bruta, no século passado inviabilizou sua utilização como alimento para animais de produção, sendo necessária a realização de processamentos para inativação desses fatores para gerar um farelo próprio para o consumo animal.

O nível e o tipo de fibra bruta do ingrediente também podem comprometer a digestibilidade e valor energético dos alimentos, pois está envolvido diretamente com o consumo alimentar, com alterações e funções fisiológicas ocorridas no trânsito do alimento, aumentando a taxa de excreção dos nutrientes e da energia. A capacidade de hidratação dessa fração pode atuar como barreira física capaz de limitar o acesso das enzimas digestivas, diminuindo a digestão e absorção intestinal, justificando sua atuação anti-nutricional.

Sendo assim, na realização deste estudo foram avaliadas a composição nutricional e energética de diferentes formas de processamentos de inativação dos

SANTANA, J. C. N. Avaliação nutricional e energética dos farelos de mamona sob...

componentes tóxicos do farelo da mamona com o uso do etanol e hidróxido de sódio (NaOH) em diferentes temperaturas de secagem, realizados na usina de biodiesel em Pesqueira, Pernambuco, para viabilizar sua utilização como ingrediente protéico nas rações de frangos de corte.

Capítulo 1:

REFERENCIAL TEÓRICO

**“Avaliação nutricional e energética dos farelos de mamona
sob diferentes processamentos para frangos de corte”**

1. Avicultura no Nordeste

O desenvolvimento da avicultura brasileira tomou grande impulso com o aumento do consumo interno da carne de frango e das exportações, decorrente de grandes investimentos no aperfeiçoamento da agroindústria e desenvolvimento de tecnologias, para se obter melhores índices de produtividade.

A avicultura tornou-se uma importante e eficiente atividade pecuária no Brasil, pois consegue produtos competitivos em curto período de tempo. De acordo com Lana (2000) é um dos segmentos mais importantes na estrutura agropecuária brasileira. A Embrapa (2003) descreve que a característica mais determinante da avicultura é a alta conversão de grãos em produtos como carne e ovos.

Nos últimos anos, os ajustes na organização e produção a colocam como uma das mais competitivas do mundo, tornando o Brasil o terceiro maior produtor e o maior exportador de carne de frangos do mundo (ABEF, 2010). Os avanços tecnológicos permitiram melhorar significativamente os principais índices técnicos como a conversão alimentar, a idade de abate e mortalidade das aves (Martins et. al., 2006).

A produção de carne de frango na última década apresentou uma crescente produção, de acordo com Turra (2009), com um aumento de 4.461 mil toneladas para 10.923 mil toneladas/ano, na produção nacional.

Concentradas nas regiões sul e sudeste, a produção avícola vem se espalhando por todo território nacional. A concentração nestas regiões se explica pela proximidade das fronteiras de maior produção de milho e soja que são ingredientes primários na produção das rações.

A região nordeste é a segunda região brasileira em contingente populacional Vergolino & Jatobá (2000), dessa forma pode apresentar-se como um dos mercados com maior potencial de crescimento em todo o território nacional. Sendo assim, o

fornecimento de insumos representa um dos maiores obstáculos ao desenvolvimento da atividade para essa região, referentes à alimentação das aves (Evangelista et al., 2008).

Porém existe grande expectativa de produção decorrente das instalações de plantas frigoríficas de grandes empresas na região. A produção nesta região apresenta dois estados entre os 12 maiores produtores do país no ano de 2009 sendo Pernambuco em 8º lugar e a Bahia em 11º lugar (UBA, 2009b).

UBA (2009a) em relatório anual descreve que o estado de Pernambuco contribui com 36,4% da produção regional de frangos de corte, sendo uma atividade de grande importância econômica para o nordeste, que vem crescendo com o mesmo padrão da avicultura brasileira de exportação.

Esse desenvolvimento acentuado da avicultura de corte em Pernambuco, conta com importante contribuição de empresas que possuem abatedouros e fazem uma produção descentralizada em sistemas de integração ou produção integrada (Vital et al., 2009).

Nesse sistema, os avicultores constroem os galpões e recebem dessas empresas os pintos, a ração e a assistência técnica para a produção do frango de corte, que é entregue a essas unidades industriais.

2. Mamona e sua produção

A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma planta da família das euforbiáceas, introduzida no Brasil pelos portugueses, com a finalidade de utilizar seu óleo para iluminação e lubrificação de eixos de carroça (Chierice & Claro Neto, 2007). Graças à sua grande adaptabilidade, ela é encontrada em todo o território brasileiro, Pina et al. (2005) excluindo apenas alguns ecossistemas específicos como o Pantanal, a Amazônia e locais muito frios e de baixas altitudes (Santos et. al, 2007).

É uma cultura bastante adaptada a temperaturas altas e forte insolação, onde a faixa de produção oscila entre 20 e 30°C, de fácil manejo e baixo custo de produção, (Azevedo & Beltrão, 2007). A partir desse contexto, explica-se a vantagem do cultivo dessa oleaginosa no Nordeste, podendo ser incorporada a agricultura familiar, mostrando sua importância econômica e social.

Até a metade da década de 80, o Brasil era o primeiro produtor mundial de mamona, porém vários fatores associados provocaram uma redução significativa na área plantada dessa cultura, razão pelo qual o Brasil, atualmente, encontra-se na terceira posição, atrás da Índia e da China (FAO, 2008).

Dados apresentados pelo IBGE (2008) demonstraram que o Brasil apresentou nesse ano, 155.033 hectares plantados de mamona com uma produção de 119.147 toneladas e que o nordeste encontra-se no topo da produção em relação às demais regiões com uma área plantada de 148.500 hectares e produção de 108.765 toneladas, alcançando quase a totalidade em nível nacional, e o estado da Bahia apresenta cerca de 90% da produção nordestina.

Com o lançamento do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, através da Lei nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005, o governo incrementou a participação dos biocombustíveis na matriz energética brasileira (Ávila Filho et al., 2006). O biodiesel, combustível sucedâneo ao óleo diesel do petróleo (fonte fóssil) é constituído por mistura de ésteres monoalquílicos de ácidos graxos, obtido por reação de transesterificação entre qualquer fonte de ácidos graxos e monoálcool de cadeia curta, (Lopes, 2005). Sendo essa fonte extraída principalmente a partir de oleaginosas, como soja, mamona, girassol entre outras.

A mamona apresenta excelente potencial para produção de biodiesel devido ao seu alto teor de óleo variar entre 35 a 55%, cujo padrão comercial é de 45% citados por (Vieira et al., 1998), e entre 48% a 50% de acordo com (Carneiro, 2003). As bagas desta planta são produtoras de um óleo especial, solúvel em álcool (Cardoso et al., 2007). O óleo de Mamona conhecido no Brasil como óleo de rícino apresenta importante viabilidade econômica em diversos destinos industriais, desde indústrias químicas a usinas para produção de biocombustíveis.

O óleo da mamona possui particularidades de apresentar estrutura química com três grupos funcionais altamente reativos: o grupo carbonila no primeiro carbono, a dupla ligação (ou insaturação) no 9º carbono e o grupo hidroxila no 12º carbono, (Cangemi, 2009). Dessa forma apresentam características químicas atípicas em comparação aos demais óleos vegetais, visto que a presença acentuada do ácido ricinoléico com os grupos reativos permitem qualidades específicas à produção de uma infinidade de produtos industriais, Chierice & Claro Neto, (2007) como tintas, vernizes, cosméticos, sabão, plásticos e fibras sintéticas, lubrificantes, combustível, perfumaria, corantes, anilinas, germicidas, colas, fluídos para freio, próteses ósseas, entre muitas outras finalidades, (Campestre, 2006).

De acordo com Costa (2006), no mercado internacional, é o segundo óleo vegetal mais bem cotado visto ser superior ao diesel em virtude da grande quantidade de hidróxidos. Apresentando em sua constituição química uma maior quantidade o ácido ricinoléico em 89,5%; seguido por 4,2% de ácido linoléico; 3,0% de ácido oléico, e em frações menores de ácidos esteárico, palmítico, dihidroxiesteárico e licosanóico (Chierice & Claro Neto, 2007)

Considerando que o crescimento da agricultura de energia pode representar simultaneamente um aumento na produção de alimentos, foi adotado como prioridade

estratégica o desenvolvimento de tecnologias para agregação de valor aos co-produtos e resíduos na cadeia das oleaginosas que integram o Programa Biodiesel.

3. Aspectos de processamentos para obtenção da torta e farelo de mamona

Praticamente toda a produção da mamona é industrializada, obtendo-se como produto principal o óleo e como co-produtos a torta e o farelo de mamona.

A extração do óleo da mamona é feita a partir do esmagamento da semente completa com casca ou da baga que são sementes descascadas por meio de máquinas apropriadas (Costa et al., 2004a). Por esse óleo apresentar elevada viscosidade, (Rinaldi et al., 2007) ocorre o aumento das perdas na extração por prensagem mecânica por isso muitas vezes se utiliza solvente na torta prensada das oleaginosas (hexano) para retirada do óleo residual (Souza & Menezes, 2004) sendo formado o farelo. Porém Freitas et al. (2007) descreve que o hexano é um solvente muito inflamável, mais denso que o ar, e pode colocar em risco os empregados e comunidades próximas das usinas. Como o óleo da mamona é totalmente miscível no etanol a frio (Rinaldi et al., 2007) e pouco solúvel em hexana parafínica, exigindo o uso da hexana cíclica (aromática) de custo mais elevado, nesse contexto a substituição do hexano por etanol minimiza os riscos operacionais e ajuda na diminuição dos custos de produção.

O processamento de extração do óleo inicia-se pela passagem da baga da mamona por um sistema de pré-limpeza com peneiras oscilantes, em seguida direcionadas a um circuito de bandejas em elevador que direcionam as bagas para o cozinhador tipo staker providos de pratos aquecidos a vapor em temperatura de 80°C em vários níveis aonde as sementes perdem umidade e são aquecidas para reduzir a viscosidade e facilitar a prensagem. Após o cozimento as bagas seguem em direção a um sistema de roscas simples tipo Expeller onde ocorre o esmagamento e retirada do

óleo bruto, gerando a torta o primeiro co-produto da produção do biodiesel, que ainda apresenta de 15 a 25% de óleo residual (Balbinot et al., 2006). Essa torta gorda é direcionada para um extrator através de um tubo “redler” inclinado onde existe uma entrada para o solvente etanol e através do fluxo da torta contra corrente ocorre o processamento da lavagem e retirada do óleo residual da torta. Continuando o processamento no extrator, as micelas do óleo residual são direcionadas por uma tubulação para a condensação do etanol e destilação das micelas, onde o álcool é reciclado e retorna ao início da lavagem e o óleo extraído das micelas após o processo de destilação segue para o processamento de produção do biodiesel e a torta magra ou farelo, segundo co-produto formado, segue outra tubulação para secagem.

O fluxograma demonstra na (Figura 1) de forma sucinta as etapas de formação dos co-produtos formados na cadeia de produção do biodiesel, que podem ser direcionados a diversos fins para agregação de valor.

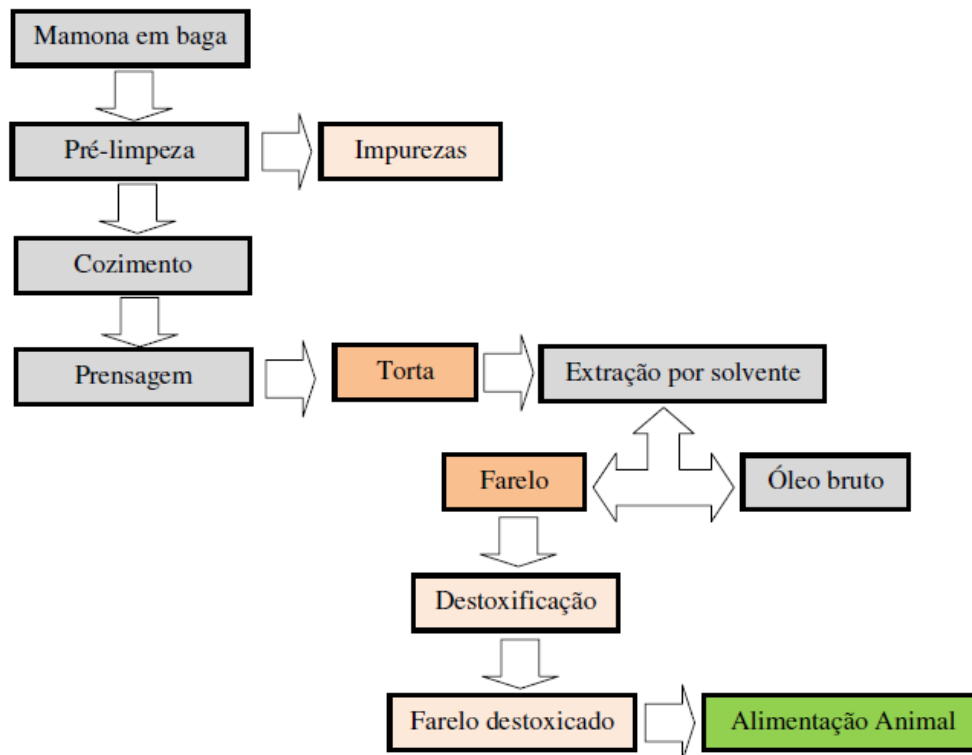


Figura 1. Etapas de produção do biodiesel e formação da torta e farelo para utilização na alimentação animal.

4. Fatores anti-nutricionais e tóxicos da mamona

Os subprodutos da mamona formados no processo de produção do biodiesel podem ser usados como alimento animal (Abdalla et al. 2008). Porém deve-se levar em consideração a presença de princípios com propriedades tóxicas e alergênicas (Silva & Freitas, 2008)

As principais substâncias tóxicas presentes na semente e, conseqüentemente, na torta de mamona são as albuminas 2S (proteínas alergênicas) conhecidas como CB1-A, a ricinina e a ricina, e quando não inativados de forma adequada representam elevado risco para a sobrevivência e prejudicam o desempenho dos animais (Costa et al., 2004b).

A ricina é uma potente toxalbumina inativadora de ribossomos, insolúvel em óleo, sendo seu principal modo de ação no organismo a aglutinação células vermelhas (Freire et al. 2007), causando morte celular por inibição da síntese protéica (Etges et al. 2008; Fernandes et al., 2010). Evangelista (2007) descreve que em seu efeito tóxico, a ricina provoca hemaglutinação e hemólise, quando ingeridas em doses elevadas e diarreia, vômitos e entorpecimentos, quando ingeridas em doses menores, tanto para pessoas quanto animais, sendo estes sintomas sendo manifestados em 12 horas. Mesmo com a alta toxidez é possível desenvolver imunidade contra seus efeitos. Vitetta et al. (2006), em estudos com humanos descobriram uma vacina chamada de RiVax, que prepara o sistema imunológico à toxicidade da ricina; Tokarnia & Döbereiner (1997) em pesquisas com bovinos relataram que bovinos que foram submetidos inicialmente à pequena ingestão de ricina, criaram certa imunidade e suportaram posteriormente doses mais elevadas, apresentando sintomas específicos de intoxicação, porém permaneceram vivos, no entanto, os animais que inicialmente receberam doses mais elevada, não suportaram a toxicidade e vieram a óbito. Pauly et al, (2009) em estudos de

desenvolvimento de anticorpos em poedeiras para ricina, encontraram resultados satisfatórios quando foram injetadas 20mg do antígeno por injeções intrapeitorais nas aves.

A ricinina é um alcalóide responsável pela defesa da planta, sintetizadas em maiores quantidades quando a planta é submetida a condições de estresse (Darby et al., 2001). Possui fórmula molecular $C_8H_8 N_2O_2$ e nome químico 3-ciano-4-metoxi-N-metil-2-piridona Leite et al. (2005) e é encontrada nas bagas em quantidades relativamente pequenas com atuação moderada sobre o organismo dos animais quando presente nas rações ingeridas, (Bradberry et al., 2003). Apesar da ricina e ricinina apresentarem atividades diferentes, elas se agrupam em um mesmo ramo, chamado de domínio EAARF responsável pela inativação ribossômica (Etges et al., 2008). Não existem efeitos tóxicos para atuação da ricinina sem a presença da ricina, pois está presente em baixa concentração na torta da mamona (Fernandes et al., 2010). Esta é pouco afetada pelos tratamentos térmicos com vapor, pois possui temperatura de fusão entre 200 e 201°C e uma temperatura de sublimação de 152°C avaliada (Leite et al., 2005) ou seja, tratamentos de destoxificação com calor a vapor não elimina a ricinina eficientemente.

Outro fator encontrado na mamona é o CB-1A ou albuminas 2S, classificado como um composto protéico-sacarídico não tóxico, porém, com ação altamente alergênica e encontrada em concentrações de 3 a 6 % na baga da mamona (Chierice & Claro Neto, 2001). Essas frações alergênicas apresentam características em comum, pois são constituídas por misturas complexas de proteínas e glicoproteínas de baixo peso molecular, são solúveis em água e em etanol a 25% em temperatura ambiente, insolúveis em solventes orgânicos a 75%, estáveis à fervura (Severino et al., 2005). Da quantidade total do fator CB-1A residual ainda presente no farelo de mamona apenas

0,01 % é absorvido pelo trato digestivo quando ingerido através das rações de animais (Thorpe et al., 1988). Sua alergia é causada principalmente pela inalação da poeira da torta e pode representar um problema à saúde do animal, causando congestão nasal, irritação das mucosas dos olhos e do nariz e irritação em várias partes do corpo do animal (Freire, et al., 2007).

O nível e o tipo de fibra bruta do ingrediente também podem comprometer a digestibilidade e valor energético dos alimentos, pois estar envolvido diretamente com o consumo alimentar (Mertens, 1992). Refstiea et al. (1999) relata que esses efeitos estão relacionados com alterações e funções fisiológicas como passagem do alimento pelo trato gastrointestinal, aumentando a taxa de excreção do nitrogênio. A capacidade de hidratação dessa fração pode atuar como barreira física capaz de limitar o acesso das enzimas digestivas, diminuindo a digestão e absorção dos nutrientes, justificando sua atuação anti-nutricional (Vandehoof, 1998).

5. Processamentos de inativação dos componentes tóxicos do farelo de mamona

Segundo Bandeira et al. (2004) ainda continua sendo um grande desafio para pesquisadores da área de nutrição animal, um processo de destoxificação viável para o farelo de mamona. Porém, muitas pesquisas com a transformação da torta de mamona em um produto atóxico já foram utilizadas tendo-se obtido alguns resultados satisfatórios embora alguns passos tecnológicos ainda necessitem serem desenvolvidos para que o produto possa tornar-se economicamente viável (Severino, 2005).

Nos anos 60, Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro S.A (Sanbra) comercializou uma torta destoxicada designada Lex Protéico (Polit & Sgarbieri, 1976) que foi utilizado em pesquisas no Brasil com utilização na alimentação animal obtendo resultados satisfatórios. Por ser protegido por patente, o processo não foi divulgado

ocorrendo à falência da empresa na década de 80. Em 1988 a UNIDO (United Nations Industrial Development Organization) em parceria com a Texas A&M University, conduziu um projeto com processamento para produzir a torta de mamona destoxificada onde se utilizou um extrusor para aumentar a temperatura e a pressão utilizando uma mistura com hidróxido de cálcio e água. Embora o projeto tenha sido relatado como bem sucedido, por razões desconhecidas até o presente, às indústrias de óleo de mamona ainda não realizam a destoxificação e desalergenização da torta de mamona (Severino, 2005).

Anandan et al. (2005) trabalhando com diferentes tratamentos químicos e físicos para destoxificação da ricina na torta de mamona, obtiveram resultados de 100% de eliminação através da autoclavagem a 15psi por 60 minutos e outro com uma solução (3 g/ml) de hidróxido de cálcio misturado à torta de mamona na proporção de 40 g/kg, deixado em repouso durante a noite, sendo secas ao sol. Os resultados mostram 100% de inativação comprovados por estudo da eletroforese em gel de poliacrilamida.

Nesse contexto são mostradas possíveis metodologias de inativação, onde estudos ainda estão sendo realizados em busca do processamento economicamente viável. Existem atualmente, processamentos industriais que estão sendo realizados em Pesqueira-Pernambuco, nos subprodutos da mamona, no qual estão sendo avaliados em experimentação animal para comprovação de sua utilização como fonte protéica nas rações.

A (Figura 2) demonstra um fluxograma da produção de biodiesel e extração da torta, em nível industrial realizados em Pesqueira-Pernambuco, onde é observada a produção da torta após o procedimento de prensagem mecânica, porém essa torta é inviável a alimentação animal decorrente da presença dos fatores tóxicos ainda presentes nesse material.

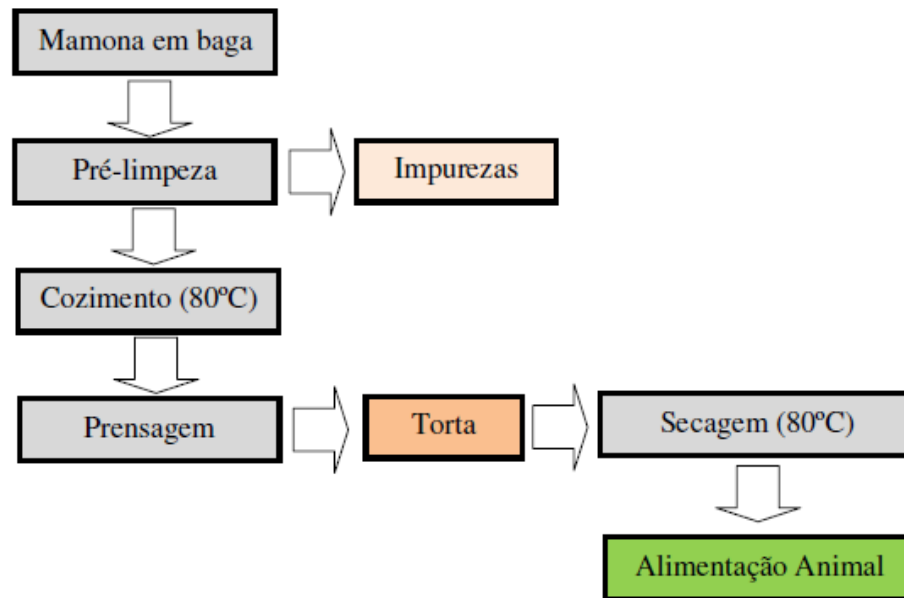


Figura 2. Etapas de produção do biodiesel e formação da torta.

No processamento realizado na mesma indústria para a produção do farelo, observa-se na (Figura 3), que após a obtenção da torta por prensagem ocorre na seqüência a extração por solvente, no caso da mamona etanol, com o objetivo da retirada do óleo residual, formando o farelo. Este solvente então é recuperado após elevar a temperatura a 80°C por um período de 20 minutos, e o farelo sofre secagem a uma temperatura posterior de 80°C, sendo avaliado como alimento.

A partir da necessidade de ser realizados processamentos de inativação dos farelos, esta mesma usina, realizou tratamentos distintos utilizando hidróxido de sódio (NaOH) em concentração de 5%, bem como diferentes tipos de secagem e temperaturas para inativação, sendo denominados os farelos como “D”, “E” e “F”.

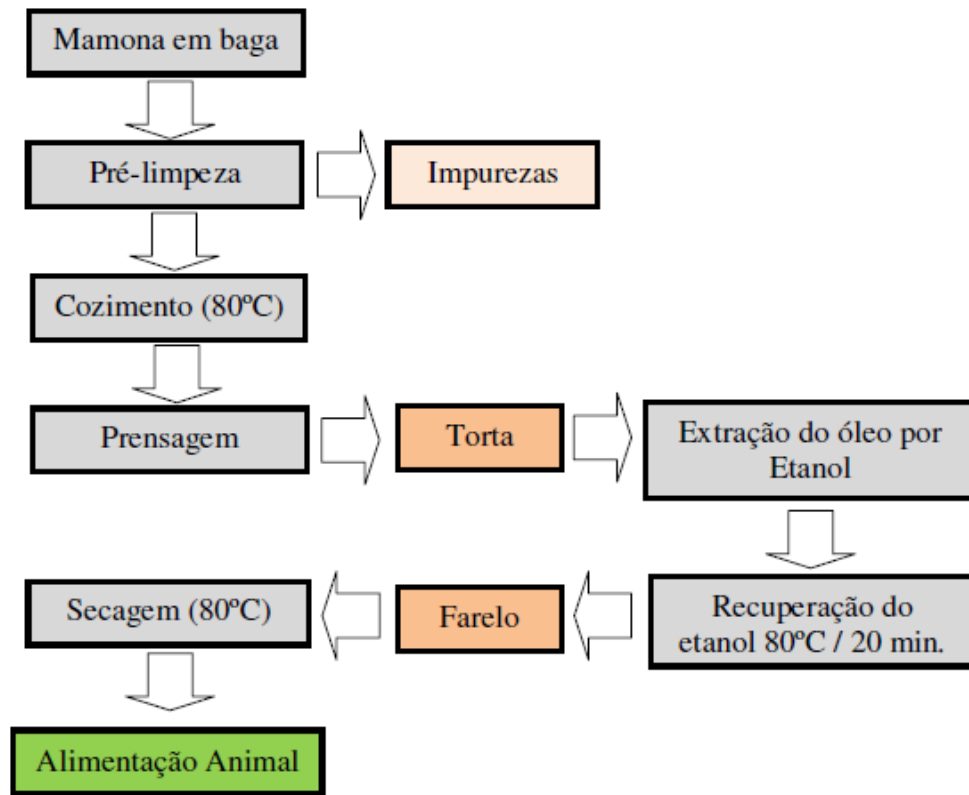


Figura 3. Etapas de produção do biodiesel e formação do farelo.

Para a obtenção do farelo de mamona processamento “D”, fluxograma apresentado na (Figura 4), observa-se que após a formação do farelo utilizando o tempo de 6 minutos para a recuperação do etanol, é adicionado uma solução de hidróxido de sódio em concentração de 5%, onde depois esse material é espalhado adequadamente em lonas plásticas ao sol, evitando sua contaminação, para promover uma secagem uniforme. Vale destacar a utilização da mão de obra utilizada no processamento desse farelo, bem como o período e condições climáticas adequadas na promoção e realização da secagem.

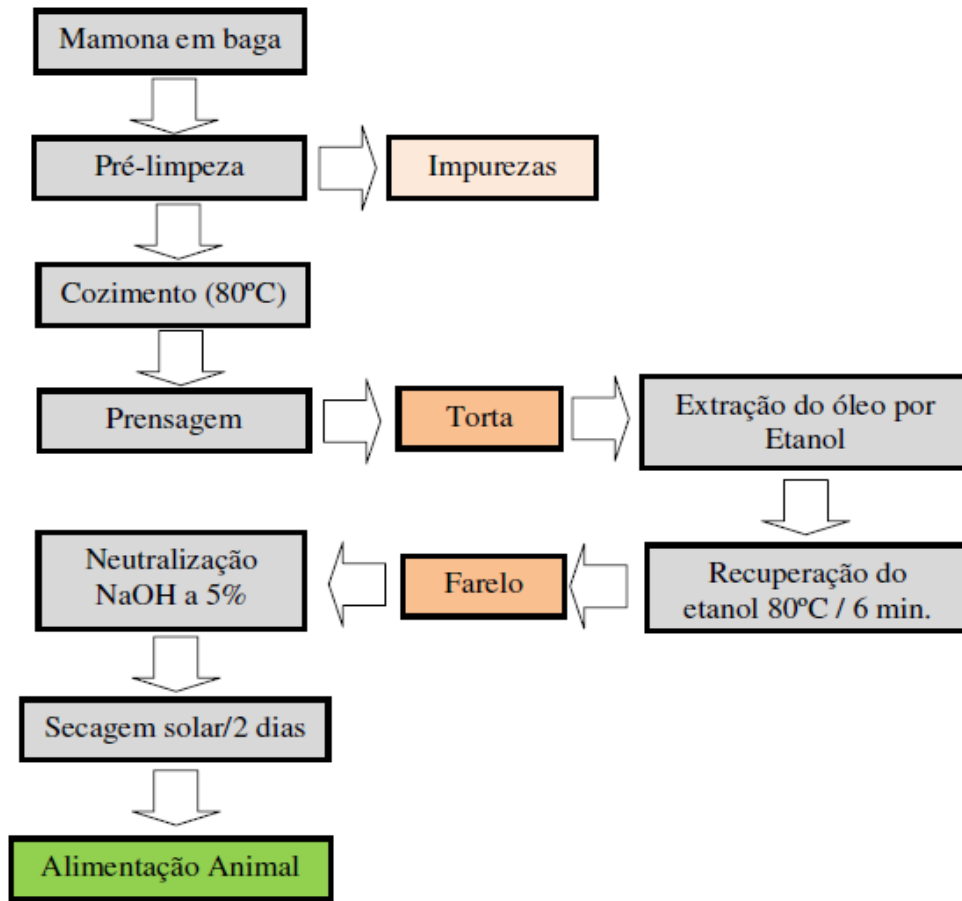


Figura 4. Etapas de produção do biodiesel e formação do farelo de mamona processamento D, realizado em nível industrial.

Na realização do processamento do farelo de mamona “E”, fluxograma apresentado na (Figura 5), é semelhante ao processamento “D”, sendo diferenciado o procedimento de secagem através da peletização.

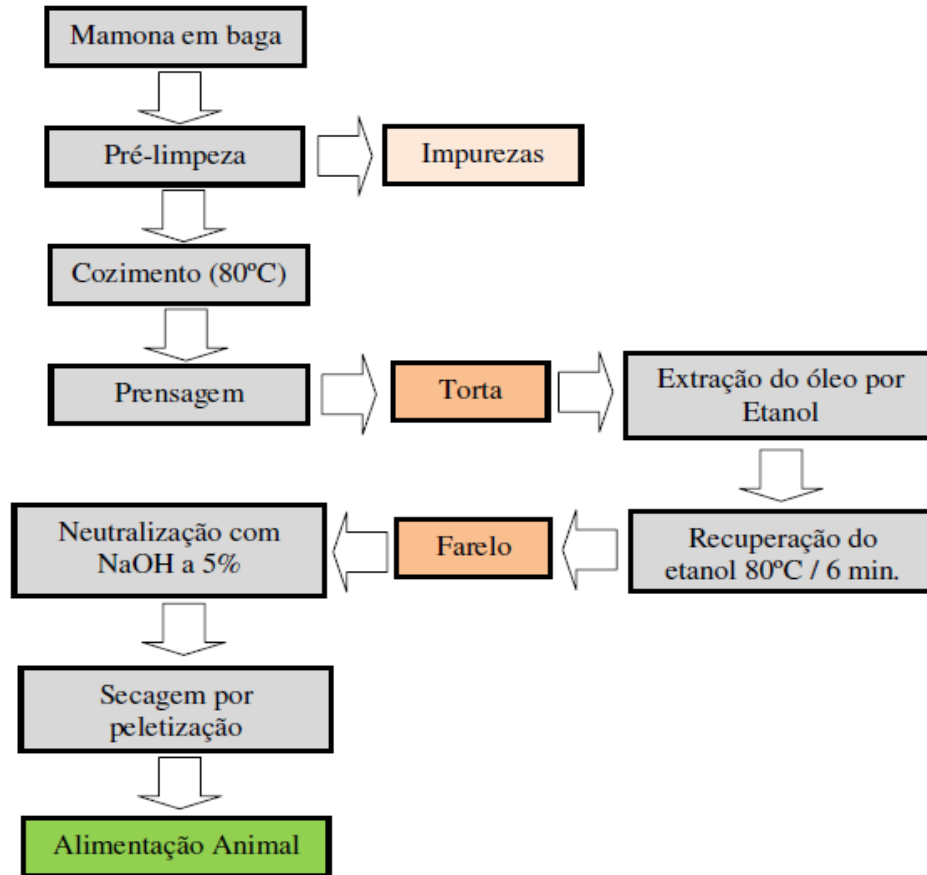


Figura 5. Etapas de produção do biodiesel e formação do farelo de mamona processamento E, realizado em nível industrial.

Na realização do processamento do farelo de mamona “F”, fluxograma apresentado na (Figura 6), observa-se a formação do farelo a partir da recuperação do etanol em temperatura elevada a 110°C por um período de 15 minutos e após um procedimento de secagem em mesma temperatura. Esse processamento é realizado sem a utilização de componentes químicos adicionais como o (NaOH), sendo somente utilizando a temperatura elevada no solvente para a retirada os componentes tóxicos.

Porém estudos estão sendo avaliados, para verificar a eficiência de inativação e sua utilização como ingrediente protéico na alimentação de não-ruminantes.

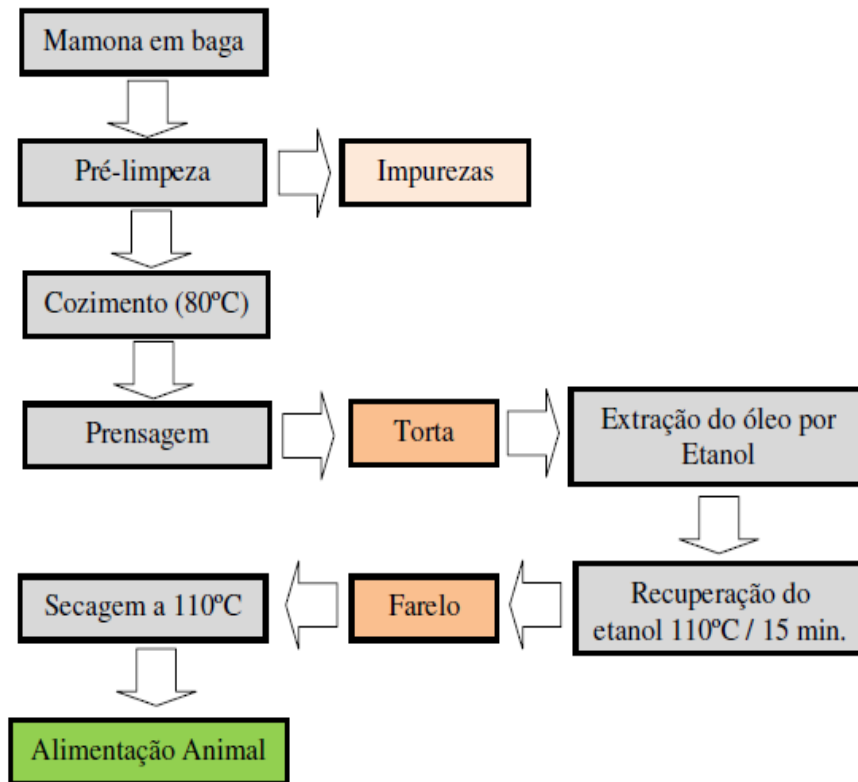


Figura 6. Etapas de produção do biodiesel e formação do farelo de mamona processamento E, realizado em nível industrial.

6. Nutrição e aplicação do farelo de mamona para não ruminantes

Existe uma grande importância no estudo das avaliações nutricionais e energéticas dos ingredientes para a utilização nas rações de não-ruminantes. Dessa forma, o farelo de mamona destoxicado vem sendo avaliado como fonte protéica promissora em substituição ao farelo de soja.

De acordo com Savy Filho e Benzatto (1983), o farelo de mamona apresenta excelente composição química, destacando seu alto teor de proteína o torna uma atraente alternativa protéica para alimentação animal. E como estes níveis são satisfatórios, é importante o conhecimento do perfil aminoacídico, visto que, as dietas são formuladas atendendo os níveis dos aminoácidos limitantes para cada espécie de não-ruminante (Rostagno et al., 2005). De acordo com valores de Aminoácidos Totais

Digestíveis encontrados na tabela brasileira de aves e suínos descritas por Rostagno et al. (2005), é possível fazer a comparação desse perfil aminoacídico entre o farelo de soja e o farelo de mamona descritos na (Tabela 1).

Tabela 1. Conteúdo de Aminoácidos Total Digestivo Verdadeiro do farelo de soja e farelo de mamona para aves e suínos expressos na matéria natural

Nutriente (%)	*Farelo de Soja (45%)	*Farelo de Mamona
Proteína bruta	45,32	39,20
Lisina	2,77	0,78
Metionina	0,64	0,61
Metionina+lisina	1,27	1,07
Triptofano	0,62	0,58
Treonina	1,78	1,13
Arginina	3,33	3,21
Glicina+serina	4,21	3,18
Valina	2,16	1,78
Isoleucina	2,10	1,75
Leucina	3,52	2,68
Histidina	1,17	0,56
Fenilalanina	2,30	1,35
Fenilalanina+tirosina	3,84	2,26

* valores extraídos da tabela brasileira de suínos e aves, Rostagno et al. (2005).

Severino (2005) relata que pelo menor teor de aminoácidos essenciais como lisina e triptofano no farelo de mamona em comparação ao farelo de soja, faz com que o farelo de mamona não possa ser utilizado como única fonte protéica na alimentação de

animais monogástricos (cavalo, suíno, aves, peixes), sendo corrigida essa deficiência pela utilização de aminoácidos sintéticos. Vale destacar os níveis semelhantes de metionina entre os farelos (Albino et al., 1999) relatam a importância desse aminoácido como sendo o primeiro limitante na formulação de rações para frangos de corte.

Dessa forma é importante destacar a grande contribuição protéica que esse ingrediente pode fornecer em substituição ao farelo de soja, pois, demonstra a qualidade nutricional para ser utilizado de forma eficiente na alimentação dos animais não-ruminantes.

Não foi possível encontrar muitos relatos na literatura de pesquisas com o uso do farelo de mamona para alimentação de não-ruminantes e sim em maior quantidade com ruminantes devido à maior rusticidade do trato digestivo. Possivelmente esse fator deve-se inicialmente pela inviabilização da utilização do farelo da mamona na alimentação animal, tanto pelo desconhecimento das frações tóxicas presentes no farelo como pelo uso de tratamento de destoxificação ineficiente ou de processos com elevados custos (Beltrão & Oliveira, 2009).

O primeiro relato no Brasil da utilização do farelo de mamona com fonte protéica com pintos de corte é encontrado em estudos realizados por Gadelha et al. (1973), no qual foi substituído o farelo de soja pelo o de mamona em níveis de 0, 4, 8 e 12%, onde foi encontrado como resultado que quando se aumenta o nível do farelo de mamona na ração, diminui o consumo e o ganho de peso dos pintos, porém o melhor nível foi encontrado para a substituição em 8%.

Em estudos mais recente, Pauly et al, (2009) utilizando poedeiras para avaliação do desenvolvimento de anticorpos em aves imunizadas com ricina, encontraram resultados satisfatórios quando foram injetadas 20mg do antígeno por injeções intrapeitorais nesses animais, que ao chegarem no período do declínio da postura

apresentaram uma produção de ovos maior em relação ao tratamento referência bem como um aumento de 30% no conteúdo do ovo.

Benesi (1979) em pesquisas com suínos utilizou o farelo de mamona destoxicado em substituição ao farelo de soja em níveis de (33, 66 e 99%), concluiu que a substituição do farelo de soja por farelo de mamona destoxicado piorou o desempenho dos suínos, justificando como causa a deficiência de alguns aminoácidos e não a toxicidade da ricina, que quando suplementados obtiveram resultados satisfatórios.

Na literatura também é encontrado estudos utilizando farelo de mamona na avaliação da toxidez da ricina para não-ruminantes. Como descritos por Brito & Tokarnia (1996) ao trabalharem avaliando a toxicidade da semente triturada de *Ricinus communis* em coelhos, administradas em doses únicas (0, 5, 1 ou 2 g/kg) por sonda intragástrica, no qual foi concluído que quanto maior a dose administrada nos coelhos mais grave os sintomas de intoxicação, principalmente as perturbações digestivas, podendo levar a óbito de acordo com a sensibilidade de cada animal a toxidez das sementes.

7. Considerações finais

Existe a necessidade de mais estudos com a utilização do farelo de mamona para, pois é um ingrediente bastante promissor a ser incorporado em dietas de não-ruminantes no nordeste brasileiro, pela demanda de produção de biodiesel de mamona.

Porém, a necessidade de um tratamento de destoxificação eficiente e de custo baixo vem despertando a curiosidade de pesquisadores nessa área, para viabilizar sua utilização na formulação de rações de não-ruminantes.

Referências

- ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOI, A.R.; CARMO, C.A.; EDUARDO, J.L.P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial, p.260-258, 2008.
- ABEF, Associação Brasileira de exportadores de Frango.[2010] **Levantamento sistemático das exportações brasileiras em janeiro de 2010**. Disponível em: < <http://www.abef.com.br/Estatisticas/MercadoExterno/Atual.php>> acesso em: 18/05/2010.
- ALBINO, L.F.T.; SILVA, S.H.M.; VARGAS JR., J.G. et al. Níveis de metionina + cistina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.519-525, 1999.
- ANANDAN, S.; KUMAR, A.G.K.; GHOSH, J.K.S. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal Feed Science and Technology**, v.120, n.1, p.159-168, 2005.
- ÁVILA FILHO, S.; DUARTE, F.; JESUS, D.S.; MACHADOR, A.; RIBEIRO, N.M.; VELOSO, M.C.C. [2006]. Métodos para determinação de toxinas presentes na torta de mamona. In: Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel, 1.,2006, Brasília. **Anais eletrônicos...** Brasília: Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 2006. Disponível em: < <http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/Co-Produtos/Metodos5.pdf> > acesso em: 13/04/2010.
- AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M. **O agronegócio da mamona no Brasil**. 2ª ed. rev. e ampl. Brasília-DF, Embrapa Informação Tecnológica, 506 p., 2007.
- BALBINOT, N.S.; SCHNEIDER, R.C.S.; RODRIGUEZ, A.A.L.; KAPPEL, F.I.; PREDIGER, M.H.; LARA, L.R.S.[2006]. Aproveitamento dos resíduos da produção de oleaginosas e da extração de óleo. **Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Sección Uruguay**. Rescatando antiguos principios para los nuevos desafíos del milenio. Montevideo, p.1-6 ilustr. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/BR05423_Balbinot.pdf> acesso em: 10/07/2010.
- BANDEIRA, D.A.; CARTAXO, W.V.; BELTRÃO, N.E.M. Resíduos industrial da mamona como fonte alternativa na alimentação animal. In: Congresso Brasileiro de Mamona- Energia e sustentabilidade, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande:Embrapa Algodão, 2004.s.p.
- BELTRAO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. de **Detoxicação e aplicações da torta de mamona**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. 35 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 217). Disponível em: < <http://www.cnpa.embrapa.br/publicacoes/2009/DOC217.pdf>> acesso em: 10/07/2010.
- BENESI, F. J. **Influência do farelo de mamona (*Ricinus communis* L.) destoxicado sobre o proteinograma sanguíneo e desempenho de suínos**. 1979. 63 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária)- Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte.

- BRADBERRY, S.M.; DICKERS, K.J.; RICE, P. Ricin poisoning. **Toxicological Review**, v. 22, n.1, p.65-70, 2003.
- BRITO, M. F.; TOKARNIA, C. H. Intoxicação experimental pelas sementes trituradas de *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) em coelhos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 16, n. 4, p. 00-00, 1996.
- CAMPESTRE, Indústria e Comércio de Óleos Vegetais LTDA. **Óleo de rícino**. [2006]. Disponível em: < <http://www.oleodericino.com.br/>> acesso em: 14/12/2009.
- CANGEMI, J.M.; SANTOS, A.M.; CLARO NETO, S. Poliuretano: de travesseiros a preservativos, um polímero versátil. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, 2009.
- CARDOSO, D.; GUEZO, L.; CASTRO, J.; COELHO, M.; BRITO, N.M. Desenvolvimento de método analítico para determinação de ricinina por cromatografia líquida de alta eficiência com detecção por UV-visível. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 2., 2007, João Pessoa. **Anais eletrônicos...** João Pessoa: Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba, 2007. Disponível em: < http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20080221_100901_QUIM-013.pdf> acesso em: 14/12/2009.
- CARNEIRO, R.A.F. A produção do biodiesel na Bahia. **Revista Conjuntura e planejamento**, n.112, p.35-43, 2003.
- CHIERICE, G.; CLARO NETO, S. Aplicação industrial do óleo. In: **O agronegócio da mamona no Brasil**. Ed. AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. Embrapa Algodão, Campina Grande, 350 p., 2001.
- CHIERICE, G.; CLARO NETO, S. Aspectos econômicos do agronegócio da mamona. In: **O agronegócio da mamona no Brasil**. Ed. AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M. 2ª ed. rev. e ampl. Brasília-DF, Embrapa Informação Tecnológica, 419-447 pp.; 506 p., 2007.
- COSTA, H.M.; RAMOS, V.D.; ABRANTES, T.A.S.; CASTRO, D.F.; VISCONTE, L.L.Y.; NUNES, R.C.R.; FURTADO, C.R.G. Efeito do óleo de mamona em composições de borracha natural contendo sílica. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 1, p.46-50, 2004a.
- COSTA, F.X.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.M.; FREIRE, R.M.M.; LUCENA, A.M.A.; GUIMARÃES, M.M.B. Avaliação de teores químicos na torta de mamona. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.4, n.2, p.135-146, 2004b.
- COSTA, T.L. **Propriedades físicas e físico-químicas do óleo de duas cultivares de mamona**. 2006. 113f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande-PB, Centro de Ciências e Recursos Naturais.
- DARBY, S.M.; MILLER, M.L.; ALLEN, R.O. Forensic determination of ricin and the alkaloid marked ricinine from castor bean extracts. **Journal of Forensic Sciences**, v.46, n.5., p.1033-1042, 2001.
- EMBRAPA, Suínos e Aves. **Sistema de produção de frangos de corte**. [2003]. Disponível em: < <http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/aves/Manejo-producao.html>> acesso em: 19/06/2010.
- EVANGELISTA, F.R.; NOGUEIRA FILHO, A.; OLIVEIRA, A.A.P. A avicultura industrial de corte no nordeste: aspectos econômicos e organizacionais. In:

- Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 46., 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2008. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/9/434.pdf>> acesso em: 13/04/2009.
- EVANGELISTA, A.R.; LOPES, J.; ABREU, J.G.; CASTRO NETO, P.; FRAGA, A.C. Avaliação da composição química de tortas de amendoim e mamona obtidos por extração com etanol. In: Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel, 2., 2007, Brasília. **Anais eletrônicos...** Brasília: Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 2007. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/producao/7.pdf>> acesso em: 13/04/2009.
- ETGES, M.F.; LOSS, G.; CAGLIARI, A.; MARGIS-PINHEIRO, M.; MARGIS, R. - Análise filogenética e estrutural comparativa de RIPs do tipo I e II de *Ricinus communis* [2008]. In: Ciências Biológicas: sessões temáticas, nº 178 (UFRGS). Disponível em: <http://viuvabranca.ufrgs.br/propesq/salao/cdsalao2007/CB2008_f_.pdf> acesso em: 16/05/2010.
- FAO STATISTICS. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. [2008]. **Production and trade – Castor beans**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/> Acesso em: 28/07/2010.
- FERNANDES, K.V.; GODOY, M.G.; GUIMARÃES, Z.; NASCIMENTO, V.V.; MELO, E.J.T.; FREIRE, D.M.G.; MACHADO, O.L.T. Destoxificação da torta de mamona e produção de lipases por fermentação em estado sólido utilizando *Aspergillus niger*. In: Congresso brasileiro de mamona & Simpósio internacional de oleaginosas energéticas- Inclusão Social e Energia 4., 2010, João Pessoa. **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, p. 1876-1881, [2010]. (CD-ROM).
- FREIRE, R.M.M.; SEVERINO, L.S.; MACHADO, O.L.T. Ricinoquímica e co-produtos. In: **O agronegócio da mamona no Brasil**. Ed. AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M. 2ª ed. rev. e ampl. Brasília-DF, Embrapa Informação Tecnológica, p. 419-447 ; 506 p., 2007.
- FREITAS, S.P.; FREITAS-SILVA, O.; MIRANDA, I.C.; COELHO, M.A.Z. Extração e fracionamento simultâneo do óleo da castanha-do-Brasil com etanol. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 27(supl.), p.14-17, 2007.
- GADELHA, J.A.; FUENTES, M.F.F.; MENDONÇA, H.L.; PEREIRA, R.M.A. Substituição do farelo de soja pelo de mamona desintoxicado em rações de pinto. **Ciência Agrônômica**, v.3, p. 71-74, 1973.
- IBGE, Grupo de Coordenação de Estatística Agropecuária (GCEA/IBGE), Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária. [2008]. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola em dezembro de 2008**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_est/> acesso em: 20/04/2009.
- LANA, G.R.Q. **Avicultura - Rural**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 266 p., 2000.
- LEITE, A.C.; FERNANDES, J.B.; CABRA, E.C.; VIEIRA, P.C.; SILVA, M.F.G.F. - Isolamento do alcalóide ricinina das folhas de *Ricinus communis* através de cromatografias em contracorrente. **Química Nova**, v. 28, n. 6, p. 983-985, 2005.
- LOPES, J.S.; BELTRÃO, N.E.M.; PRIMO JÚNIOR, J.F. Produção de mamona e biodiesel: uma oportunidade para o Semi-árido. **Bahia Agrícola**, v.7, n.1, 2005.

- MARTINS, F.M.; TALAMINI, D.J.D.; NOVAES, M. [2006] **Avicultura: situação e perspectivas brasileira e mundial.** Disponível em: <<http://www.nordeste rural.com.br/nordeste rural/matler.asp?newsId=3605>> acesso em: 18/05/2010.
- MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 188.
- PAULY, D.; DORNER, M.; ZHANG, X.; HLINAK, A.; DORNER, B.; SCHADE, R. Monitoring of laying capacity, immunoglobulin Y concentration, and antibody titer development in chickens immunized with ricin and botulinum toxins over a two-year period. **Poultry Science**, v. 88, p.281-290., 2009.
- PINA, M.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.M.; VILLENEUVE, P.; LAGO, R. Novas alternativas de valorização para dinamizar a cultura da mamona no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 22, n. 2, p.453-462, 2005.
- POLIT, P.F.; SGARBIERI, V.C. Some physicochemical and nutritional properties of castor bean (*Ricinus communis*) protein. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 24, n. 4, p.795-798,1976.
- REFSTIEA, S.; SVIHUS, B.; SHEARER, K.D. Nutrient digestibility in Atlantic salmon and broiler chickens related to viscosity and non-starch polysaccharide content in different soyabean products. *Animal Feed Science Technology*, v.79, p.331-345, 1999.
- RINALDI, R.; GARCIA, C.; MARCINIUK, L.L.; ROSSI, A.V.; SCHUCHARDT, U. Síntese de biodiesel: uma proposta contextualizada de experimento para laboratório de química geral. **Química Nova**, v.30, n. 5, p.1374-1380, 2007.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.
- SANTOS, R.F.; BARROS, M.A.L.; MARQUES, F.M.; FIRMINO, P.T.; REQUIÃO, L.E.G. Aspectos econômicos do agronegócio da mamona. In: **O agronegócio da mamona no Brasil.** Ed. AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M. 2ª ed. rev. e ampl. Brasília-DF, Embrapa Informação Tecnológica, p.23-41; 506 p., 2007.
- SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N.V. O mercado está para a mamona. **Casa da Agricultura**, v. 5, n. 5, p.12-15, 1983.
- SEVERINO, L. S. **O que sabemos sobre a torta de mamona.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 32p. , 2005. (Embrapa Algodão. Documentos, 134).
- SEVERINO, L.S.; MORAES, C.R.A.; GONDIM, T.M.S.; CARDOSO, G.D.; SANTOS, J.W. **Fatores de conversão do peso de cachos e frutos para peso de sementes de mamona.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 15p. 2005. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 56)
- SILVA, P.R.F.; FREITAS, T.F.S. Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p. 843-851, 2008.
- SOUZA, M.L.; MENEZES, H.C. Processamentos de amêndoa e torta de Castanha-do-Brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 1, p.120-128, 2004.
- THORPE, S.C.; KEMENY, D.M.; PANZANI, R.C. Allergy to castor bean. II - Identification of the major allergen in castor bean seeds. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, v. 77, n. 3, p. 67-72 , 1988.

- TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J. Imunidade cruzada pelas sementes de *Abrus precatorius* e *Ricinus communis* em bovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v.17, n. 1, p. 25-35, 1997.
- TURRA, F.S. Panorama da avicultura. In: Seminário de Aves e Suínos da AveSui, 3., 2009, São Paulo, **Anais...** São Paulo: AveSui, 2009, p. 15-20.
- UBA, UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. [2009a] **Relatório Anual 2008/2009**. Disponível em: < <http://www.uba.org.br/> > Acesso em: 19/06/2010.
- UBA, UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. [2009b]. **União Brasileira de Avicultura promove encontro regional em Fortaleza**. Disponível em: < http://www.suinocturabrasileira.net/PortalGessulli/WebSite/Noticias/uniao-brasileira-de-avicultura-promove-encontro-regional-em-fortaleza-ce,20090616083905_E_614,20081118093828_H_824.aspx > acesso em: 19/06/2010.
- VANDERHOOF, J. A. Immunonutrition: the role of carbohydrates. **Journal Nutrition, Science**, v. 14, n. 7/8, p. 595-598, 1998.
- VERGOLINO, J.R.; JATOBÁ, A.D.S.C. Os determinantes do crescimento da população e do emprego das microrregiões do nordeste do Brasil – 1970/1996: uma abordagem econométrica. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 31, n. Especial., p. 738-752, 2000.
- VIEIRA, R. de M.; LIMA, E.F.; AZEVEDO, D.M.P.; BATISTA, F.A.S.; SANTOS, J.W ; DOURADO, R.M.F. **Competição de cultivares e linhagens de mamoneira no nordeste do Brasil-1993/96**. Campina Grande: EMBRAPA- CNPA, 1998. 14p. (EMBRAPA-CNPA. Comunicado Técnico, 71)
- VITAL, T.; DROUVOT, H.; SAMPAIO, Y. Avicultura integrada e estratégias de mercado de grandes empresas em Pernambuco. **Revista Contemporânea de Economia e Gestão - CONTEXTUS**, v. 7, n. 2, p.29-40, 2009.
- VITETTA, E.S.; SMALLSHAW, J.E.; COLEMAN, E.; JAFRI, H.; FOSTER, C.; MUNFORD, R.; SCHINDLER, J. A pilot clinical trial of a recombinant ricin vaccine in normal humans. **PNAS: Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America**, v.103, n. 7, p.2268-2273, 2006.

Capítulo 2:

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ENERGÉTICA DE FARELOS DE MAMONA PARA FRANGOS DE CORTE

Avaliação nutricional e energética de farelos de mamona para frangos de corte

Resumo - Foi avaliado cinco processamentos do farelo de mamona (FMA, FMB, FMD, FME e FMF) em um metabolismo com 210 frangos de corte através da determinação do valor nutricional e energético, desempenho e peso dos órgãos das aves. FMA foi obtido sem processamento e os demais farelos foram com extração do óleo via etanol, onde a temperatura de recuperação foi de 80°C durante 20 minutos (FMB), 6 minutos (FMD e FME) ou de 110°C durante 15 minutos (FMF). FMD e FME ainda foram neutralizados com NaOH a 5 % e, respectivamente, submetidos a secagem solar por dois dias ou peletização. Foram sete dietas: REF- referência com milho e farelo de soja; FSO - REF e inclusão de 20% de farelo de soja; FMA, FMB, FMD, FME e FMF- REF e inclusão de 20% dos farelos de mamona. Conclui-se que o FMF foi o melhor com 29,8% de proteína, 9,1% de gordura e mesmo com 27,7 % de fibra apresenta uma Energia Metabolizável Aparente (EMA) de 2849 kcal/kg e EMA corrigida para retenção de nitrogênio de 2739 kcal/kg. O peso dos órgãos foi proporcional ao consumo, e o ganho de peso foi proporcional a digestibilidade da proteína bruta e da matéria seca.

Termos para indexação: alimento alternativo, aves, ganho de peso, metabolismo

Nutritional and energetic evaluation of castor beans in broiler chicken

Abstract – Were evaluated Five process of castor beans (CBA, CBB, CBD, CBE and CBF) in a methabolism with 210 broiler chickens through of the determination of nutritional value and energetic, development and weight of bird organs. CBA was obtained without processing and the other chaff had the oil extracted with ethanol, where the temperature of recupe4ration was of 80°C during 20 minutes (CBB) six minutes (CBD and CBE) or 110°C during 15 minutes (CBF). CBF and CBE even were neutralized with NaOH in 5% and, respectively, submitted for solar drying during two days or pelletization. Seven diets were used: REF- reference with corn and soya beans; FSO- REF including 20% of soya beans; CBA, CBB, CBD, CBE and CBF- REF including 20% of castor beans. To conclude the CBF was the best with 29,8% of protein, 9,1% of fat and even with 27,7% of fiber presents apparent metabolizedable energy (AME) of 2849 kcal/kg and corrected for retention of nitrogen (AMEn) 2739 kcal/kg. The weight of organs were proportional to the consumption and the gain of weight was proportional for the digestion of crude protein and the dry matter.

Index terms: alternative food, birds, gain of weight, metabolism.

Introdução

O milho e o farelo de soja são os ingredientes padrão na formulação das rações de frangos de corte, fonte energética e protéica, respectivamente. Entretanto, a avicultura na região Nordeste encontra dificuldades no abastecimento com estes ingredientes a preços competitivos, aumentando o custo com a alimentação das aves. Isto ocorre devido a baixa produtividade no milho e soja condicionada por fatores climáticos locais e, porque a distância com relação à região Centro-Oeste, maior produtora, onera o custo de transporte. Pesquisas tentam minimizar o custo de produção de aves no Nordeste por meio de estudos avaliando ingredientes alternativos, em especial, subprodutos oriundos das agroindústrias.

Com a implantação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) através da Lei nº 11.097 de 11 de janeiro de 2005, o governo federal regulamentou o uso do biodiesel no país. Após cinco anos, em janeiro de 2010 o Brasil encontra-se entre os maiores produtores e consumidores de biodiesel no mundo, atingindo uma produção anual de 4,7 bilhões de litros (BRASIL, 2010). Atualmente persistem muitos desafios técnicos para a produção das principais oleaginosas (mamona, algodão, palmáceas, girassol, amendoim, etc...) alternativas à soja visando o uso no biodiesel de forma sustentável e econômica. A mamona (*Ricinus communis* L) é uma planta oleaginosa que produz sementes com até 50% de óleo com grande potencial na produção do biodiesel, pois pode ser cultivada em amplas áreas do território brasileiro (Cartaxo et al., 2004) por apresentar expressiva resistência à seca, exigência em calor e luminosidade se adapta perfeitamente ao clima semi-árido (Beltrão, 2008; Beltrão, 2003).

No processo de extração do óleo da mamona são gerados co-produtos, a torta ou farelo, que se diferenciam entre si pela retirada do óleo residual através do emprego de

solvente. Vários trabalhos de investigação foram realizados para avaliar a qualidade nutricional desses co-produtos e, o potencial de utilização para alimentação dos animais de produção (Costa et al., 2009; Abdalla et al., 2008; Benesi, 1979; Gadelha et al., 1973). Segundo Rostagno et al. (2005) o farelo de mamona apresenta um valor médio de 39,2 % de proteína bruta, 1,55 % de extrato etéreo, 18,5 % de fibra bruta, 6,8 % de matéria mineral e um valor de energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio para frangos de corte (EMAn) de 1484 kcal/kg.

O alto teor de proteína desse farelo torna-se uma alternativa para alimentação animal, em substituição ao farelo de soja. Porém, apresenta em sua constituição compostos nitrogenados com características anti-nutricionais, a ricina, ricinina e o fator alergênico CB1-A (Beltrão, 2002; Moshkin, 1986; Gardner et al., 1960), bem como elevados teores de fibra bruta, que dificulta seu aproveitamento pelo animal. Processamentos das tortas e farelos visando a inativação dos compostos nitrogenados antinutricionais como autoclavagem a pressão e tempos pré-definidos (Anandan et al., 2005) ou mistura de aditivos químicos combinada com extrusão sob calor e umidade (Horton e Williams, 1989) foram descritos. Porém, a adoção desses processamentos é restrita.

A presente pesquisa teve por objetivo a avaliação nutricional e energética de farelos de mamona submetidos a diferentes processamentos de destoxificação através de um ensaio de metabolismo com frangos de corte (10 a 20 dias) e a avaliação dos pesos dos órgãos e desenvolvimento corpóreo das aves aos 25 dias.

Material e métodos

Um ensaio de metabolismo foi realizado no Laboratório de Digestibilidade de Não-Ruminantes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de

Pernambuco (UFRPE), em novembro de 2009 para avaliar cinco diferentes processamentos de farelo de mamona que foram produzidos a partir de um único lote de mesma colheita da mamona da cultivar BRS Nordestina. O procedimento industrial para geração dos diferentes farelos de mamona foi desenvolvido na Usina de Biodiesel localizada no município de Pesqueira, Pernambuco, que consistiu no cozimento das sementes via vapor, em batelada, e posterior passagem da massa por duas prensas mecânicas com retirada parcial do óleo antes da submissão da torta resultante ao solvente (etanol). Na Tabela 1 estão apresentados os diferentes processamentos aplicados para a inativação ou remoção dos compostos tóxicos.

Tabela 1. Processamentos adotados em escala industrial para produzir os diferentes tipos de farelo de mamona utilizando cozimento e prensagem mecânica para extração do óleo

Trat*	Extração via Etanol	Recuperação do Etanol	Neutralização c/ 5% de NaOH	Secagem	Denominação do processamento
FMA	Não	Não	Não	80°C	Torta tradicional
FMB	Sim	80°C/20min	Não	80°C	Processamento normal da usina sem NaOH
FMD	Sim	80°C/6min	Sim (por vapor)	Solar	Normal com NaOH e secagem por dois dias ao sol
FME	Sim	80°C/6min	Sim (por vapor)	Peletizada	Normal com NaOH e secagem por peletização
FMF	Sim	110°C/15min	Não	110°C	Normal sem NaOH e com alta temperatura no etanol

*Processamentos realizados na USIB – Usina de Biodiesel Governador Miguel Arraes, Pesqueira-PE. FMA - farelo de mamona processamento A; FMB - farelo de mamona processamento B; FMD - farelo de mamona processamento D; FME - farelo de mamona processamento E e FMF - farelo de mamona processamento F.

Uma semana após a produção dos diferentes tipos de farelo de mamona foi iniciado o experimento de digestibilidade do ingrediente com frangos de corte. Foram utilizados 210 pintos machos da linhagem comercial Ross, peso médio inicial de 257±15g, distribuídos em 35 gaiolas metabólicas com comedouros tipo calha com tela

de proteção e bebedouros tipo Nipple, fornecendo água e ração à vontade em ambiente controlado com temperatura entre 28° a 32°C. A ração experimental referência foi formulada de acordo com a composição dos alimentos e exigências nutricionais para a idade das aves segundo Rostagno et al. (2005) conforme expresso na Tabela 2.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com sete tratamentos, cinco repetições e seis pintos homogêneos no peso por parcela experimental. O período experimental teve duração de 15 dias no qual as aves receberam dieta experimental a partir do 10 dias de vida, onde então foram estabelecidos cinco dias para adaptação às dietas e cinco para coleta de excretas, para coleta de dados de metabolismo e após esse período as aves permaneceram por mais cinco dias para avaliação do desenvolvimento dos órgãos e desenvolvimento do animal sendo as aves abatidas com 25 dias de vida para cálculos de consumo, ganho de peso e conversão alimentar.

Foram estabelecidos sete tratamentos: T1- Ração referência (REF) a base milho e farelo de soja, T2- REF e inclusão de farelo de soja em 20%, T3 a T7- REF e 20% dos diferentes farelos de mamona (A, B, D, E e F), respectivamente. O tratamento T2 foi estabelecido para possibilitar em condições idênticas comparar o efeito do farelo de soja com o efeito dos diferentes farelos de mamona nos demais tratamentos.

Utilizou-se o óxido férrico (Fe_2O_3) na concentração de 1% como marcador para identificar o início e o final do período de coleta. As coletas de excretas foram realizadas duas vezes ao dia (08h00min e às 16h00min), para evitar possíveis perdas por fermentação, em seguida acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados e congeladas em freezer a -20°C. No final do experimento as excretas foram descongeladas, mantendo os sacos plásticos hermeticamente fechados, homogenizadas e foram retiradas alíquotas de 600g para cada repetição, em seguidas foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas.

Após a pesagem das amostras secas foram moídas com peneiras de 1mm, colocadas em recipientes plásticos identificados e encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA/DZ/UFRPE) para análises de composição bromatológica juntamente com as rações experimentais e ao Laboratório de Análises Físico-Químicas da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia-SC.

As análises realizadas nas rações experimentais e excretas das aves foram: matéria seca, nitrogênio e energia bruta e, para o farelo de soja e diferentes farelos de mamona realizaram-se também análises da composição em extrato etéreo, fibra bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e cinzas. Para a determinação de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, energia bruta, fibra bruta e cinzas utilizaram-se as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002) e fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com metodologias descritas por Van Soest et al. (1991).

A partir dos resultados das análises foram calculados os coeficientes de metabolização aparente da matéria seca (CMAMS), da proteína bruta (CMAPB) e da energia bruta (CMAEB) e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) fundamentado nas fórmulas propostas por Matterson et al. (1965), as taxas de retenção da matéria seca e nitrogênio foram calculadas através do balanço de entradas e saídas e o fator de correção calculado através da fórmula: $FC = (\text{Balanço de Nitrogênio} \times 8,22) \times 100 / \text{Balanço da Energia Bruta}$.

Tabela 2. Composição percentual calculada da dieta experimental

Ingredientes	Ração Referência (8 a 21dias)
Milho grão	55,027
Farelo de soja	36,319
Óleo de soja	3,931
Fosfato bicálcico	1,841
Calcário calcítico	0,885
Sal comum	0,504
Premix vitamínico e mineral ²	0,250
L-Lisina HCl (78,8%)	0,193
DL-Metionina (99%)	0,272
L-Treonina (98,5%)	0,068
Cloreto de colina (60%)	0,100
Adsorvente ¹	0,500
Antifúngico ³	0,100
Antioxidante (BHT) ⁴	0,010
Composição calculada	100,000
Energia metabolizável (kcal/kg)	3048
Proteína bruta, %	21,140
Fibra bruta, %	2,917
Gordura, %	6,449
Cálcio, %	0,900
Sódio, %	0,218
Fósforo disponível, %	0,450
Lisina digestível, %	1,189
Metionina + Cistina digestível, %	0,844
Fenilalanina + Tirosina digestível, %	1,628
Isoleucina digestível, %	0,833
Leucina digestível, %	1,668
Treonina digestível, %	0,773
Triptofano digestível, %	0,236

¹Adsorvente Azomite; ²Níveis de garantia por quilo de produto: vit. A (10.000.000UI), vit. D3 (2.000.000UI), vit. E (20.000mg), vit. K3 (4.000mg), vit. B1 (1880mg), vit. B2 (5000mg), vit. B6 (2000mg), vit. B12 (10.000mcg), niacina (30.000mg), ácido pantotênico (13.500mg), ácido fólico (500mg), selênio (360mg), zinco (110.000mg), iodo (1400mg), cobre (20.000mg), manganês (156.000mg), ferro (96.000mg), antioxidante (100.000mg), veículo Q.S.P. 100g.; ³Propionato de cálcio; ⁴Butil hidróxi-tolueno.

Aos 25 dias de vida dos frangos de corte foram escolhidas por unidade experimental duas aves correspondendo ao peso médio da gaiola, abatidas através de deslocamento cervical seguido de sangria por corte na jugular, em seguida evisceradas e processadas para obtenção dos pesos de carcaça sem pele, cabeça e órgãos internos. Na coleta dos dados foi utilizada uma balança analítica com precisão de quatro casas decimais para obter os pesos do baço, pâncreas, fígado, rins, pulmão, coração, intestino e do cérebro. A carcaça em função da técnica de abate foi definida como o corpo do animal sem as extremidades (pés e cabeça), sem as vísceras, sem a pele e sem a ponta das asas. O rendimento de carcaça sem pele foi calculado em função do peso corporal da ave. O peso do cérebro foi expresso em função do peso metabólico da cabeça, e os demais órgãos avaliados foram expressos em função do peso metabólico do corpo do animal (peso corporal)0,75, com o objetivo de eliminar os possíveis efeitos de diferenças em desenvolvimento corporal do animal quando estes foram submetidos aos diferentes farelos.

Os dados foram analisados por intermédio da análise de variância ANOVA, utilizando-se o conforme indicado pelo Guided Data Analysis Procedure do SAS (Sas Institute Inc, 1999). Adotou-se o nível de 5% de probabilidade para as comparações entre as médias, que foram realizadas através da aplicação do teste de Tukey. Todo o procedimento experimental padronizado para ensaios de metabolismo descrito foi submetido ao comitê de ética para uso de animais em pesquisa e experimentação na UFRPE visando à obtenção da licença para a realização da pesquisa.

Resultados e discussão

Na Tabela 3 estão apresentados os valores da composição química e de energia bruta dos diferentes farelos de mamona. Foram observadas variações na composição

bromatológica dos ingredientes avaliados para as variáveis, matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta e cinzas. Estas variações se devem provavelmente às diferenças em relação aos processamentos (térmico e/ou químico) no qual foram submetidos os farelos de mamona B, D, E e F quando comparados ao farelo de mamona A (sem processamento). Segundo Mottola et al. (1971) podem ocorrer possíveis modificações nos constituintes nutricionais do ingrediente ao se utilizar tratamentos térmicos para inativação dos fatores anti-nutricionais. O farelo de mamona A, apresentou valores satisfatórios na composição química de MS (91,34%), PB (32,68%) e EE (11,95%). Entretanto, por este não ter recebido tratamento de inativação, é um ingrediente inadequado à alimentação dos frangos de corte.

Em pesquisas com utilização do farelo de mamona na alimentação animal, os ruminantes têm maior destaque e geralmente é utilizada uma das metodologias de destoxificação descritas por Anandan et al. (2005) com a utilização da cal hidratada, diferentemente dos processamentos utilizados nesta pesquisa.

Tabela 3. Composição química, valores de energia bruta e dos diferentes farelos de mamona (FM), expressos na matéria natural

Composição química	Farelos de mamona				
	FMA	FMB	FMD	FME	FMF
MS ^{2,3} (%)	91,34	91,33	90,77	89,45	90,61
PB ^{2,3} (%)	32,68	28,21	29,92	31,02	29,77
EE ^{1,2} (%)	11,9	10,93	8,44	9,24	9,08
FB ^{1,2} (%)	24,19	26,94	29,72	28,43	27,72
FDN ^{1,2} (%)	41,08	45,44	42,68	42,78	47,20
FDA ^{1,2} (%)	30,41	33,52	30,99	30,98	36,33
CZ ^{1,2} (%)	5,52	5,90	6,19	6,05	5,85
EB ^{2,3} (kcal/kg)	4884	4757	4680	4734	4700

¹ Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal, Departamento de Zootecnia/UFRPE; ² Matéria seca (MS), proteína bruta (PB) = nitrogênio (via Kjeldahl) x 6,25, extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), cinzas (CZ) e energia bruta (EB); ³ Análises realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas da Embrapa Suínos e Aves em Concórdia/SC.

Costa et al. (2009) ao avaliarem um farelo de mamona oriundo da mesma usina (processamento semelhante ao farelo de mamona B), determinaram os seguintes valores para a composição química: MS de 93,77%, PB de 30,51%, EE de 5,72%, FB de 43,10% e CZ de 6,18% sendo diferentes dos encontrados nesta pesquisa. O teor de EE do farelo de mamona B (10,92%) no presente estudo, foi duas vezes maior dos encontrados por Costa et al. (2009), decorrente da menor eficiência de extração mecânica das duas prensas dispostas em série na usina de biodiesel visto que ajustes foram implementados no processamento visando maior preservação das células de prensagem mecânica e visando melhorar o fluxo da torta nestas prensas. Estas alterações foram implementadas na etapa anterior ao uso do etanol como solvente. Outro fator de influência que interfere na magnitude dos resultados do extrato etéreo, ao nível de laboratório, pode ser creditado a diferentes tipos de solvente extrator (hexano ou éter de petróleo) utilizados no laboratório nas duas análises, decorrente da miscibilidade do óleo da mamona em álcool.

Entre os tratamentos B, D, E e F nos quais a torta de mamona foi submetida à extração com solvente orgânico (etanol) e tratamento térmico foram observadas variações nos valores de PB em comparação ao farelo A (FMA), pois a finalidade do uso do solvente é a maior extração de óleo residual ainda remanescente na torta transformando-a em farelo. Os valores de EE dos farelos B, D, E e F foram numericamente inferiores ao FMA que não sofreu extração com etanol. Os processamentos com etanol diferenciaram-se entre si, pois sofreram diferentes tratamentos térmicos (exposição solar, peletização e secagem a 110°C) e reação com utilização do álcali (NaOH). Em relação ao processamento D foi verificado um menor teor de EE (8,44%), pois a temperatura e o tempo prolongado à exposição ao álcali

reduziram significativamente os níveis de EE desse farelo. A presença do álcali no farelo de mamona pode interferir nos resultados laboratoriais da determinação tanto da proteína bruta quanto do extrato etéreo. Meher et al. (2006) descreve que o tempo de reação química depende diretamente da temperatura e presença do agente catalisador na reação. Dessa forma para o processamento D, provavelmente parte da gordura foi extraída pela continuação da reação de saponificação, ou de transesterificação do etanol residual com o catalisador NaOH, estas reações ocorrem de forma simultâneas.

Na Tabela 4 estão os valores calculados de coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca, da proteína bruta, da energia bruta e, valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn), balanço de nitrogênio, balanço de energia bruta e o fator de correção calculado. Análises das amostras dos farelos de mamona dos tratamentos nos quais foi utilizada a extração com etanol resultaram em maiores valores de FB, porém, não houve efeito significativo nos valores de EMA entre eles e nem do farelo de soja (FSO), sendo somente diferente ao farelo A, que apresentaram valores de EMA negativos.

Conte et al. (2002) descrevem que a energia metabolizável do alimento é um produto resultante da transformação dos nutrientes, sendo afetada direta e positivamente pela composição do alimento em carboidratos de reserva (amido), gordura, proteína e negativamente pelos carboidratos estruturais (fibra), porém mesmo variando os valores de FB e EE para esses farelos não ocorreu interferências nos valores da EMA.

Tabela 4. Médias calculadas em função dos tratamentos para valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn), coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), da proteína bruta (CMAPB), e da energia bruta (CMAEB), balanço de nitrogênio x 8,22 (BN), balanço de energia bruta (BEB) e fator de correção (FC).

Tratamentos	CMAMS (%)	CMAPB (%)	EMA (kcal/kg)	EMAn (kcal/kg)
REF	86,47±0,41 ^a	84,85±1,32 ^a	2744±11 ^a	2883±9 ^a
FSO	80,35±2,69 ^a	83,59±2,15 ^a	2555±78 ^a	2408±82 ^a
FMA	-32,02±34,07 ^c	-61,68±36,25 ^c	-396±1183 ^b	-322±1176 ^b
FMB	68,07±3,64 ^b	63,83±3,23 ^b	2787±169 ^a	2781±181 ^a
FMD	68,99±1,58 ^b	74,20±4,74 ^{ab}	2603±32 ^a	2709±42 ^a
FME	67,90±2,78 ^b	71,03±5,81 ^{ab}	2759±80 ^a	2709±79 ^a
FMF	70,06±1,81 ^{ab}	73,96±2,87 ^{ab}	2849±64 ^a	2739±71 ^a
Média Geral	58,54±13,07	55,68±14,12	2271±455	2273±453
R ²	0,9117	0,9362	0,8781	0,8742
Probabilidade	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Tratamentos	CMAEB (%)	BN (kcal)	BEB (kcal)	FC (%)
REF	81,46±0,26 ^a	559,4±24,44 ^a	7108±347 ^a	7,87±0,10 ^{bc}
FSO	67,88±1,24 ^b	568,12±6,30 ^a	5954±41 ^b	9,54±0,07 ^a
FMA	-7,22±26,37 ^c	68,06±35,48 ^d	1119±462 ^d	5,91±0,63 ^d
FMB	64,00±4,16 ^b	354,86±25,32 ^c	4664±362 ^c	7,61±0,06 ^c
FMD	63,77±1,00 ^b	457,24±28,30 ^b	5814±331 ^b	7,87±0,12 ^{bc}
FME	65,04±2,03 ^b	381,90±31,93 ^c	4684±403 ^c	8,15±0,14 ^b
FMF	65,51±1,70 ^b	457,24±32,89 ^b	5620±358 ^b	8,13±0,07 ^b
Média Geral	57,20±10,16	406,8±27,9	4995±352	7,87±0,26
R ²	0,8977	0,9754	0,9690	0,9492
Probabilidade	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

REF - ração referência balanceada milho e farelo de soja; FSO- valores para farelo de soja; FMA - farelo de mamona A; FMB - farelo de mamona B; FMD - farelo de mamona D; FME - farelo de mamona E e FMF - farelo de mamona F. Valores seguidos de letras diferentes na mesma coluna demonstram diferenças significativas pelo teste de Tukey (5%).

Os valores de EMAn determinados para os farelos utilizados foram superiores aos encontrados por Faria Filho et al. (2010) de 1829 kcal/kg e Rostagno et al. (2005) de 1484 kcal/kg. Esses menores valores de EMAn descritos pelos autores podem estar relacionados aos níveis baixos de EE com 1,9% e 1,55% relatados, respectivamente, pelos mesmos autores, em relação aos encontrados nessa pesquisa. Deve ser considerado que a forma de processamento de inativação dos componentes tóxicos e desengorduramento do farelo, interferem diretamente nos valores nutricionais do alimento. Os coeficientes de metabolização da matéria seca e do nitrogênio para os processamentos do FM com emprego do etanol (FMB, FMD, FME e FMF) indicaram

valores satisfatórios, porém, ainda abaixo daqueles obtidos no farelo de soja e, isto pode ser decorrente do elevado nível de fibra bruta presente no FM.

Foi possível observar que nos diferentes farelos avaliados os resultados do desempenho no ensaio de metabolismo (Tabela 5) está relacionado em primeiro lugar, aos valores de metabolização do nitrogênio e que os valores de EMA determinados têm uma relação menos intensa com o ganho de peso dos animais.

Tabela 5. Médias para os resultados de desempenho coletadas no ensaio de metabolismo em função dos tratamentos, onde (GP) é o ganho de peso, (CR) o consumo de ração, (CA) a conversão alimentar e (RD) o rendimento de carcaça sem pele

Tratamentos	GP (g)	CR (g)	CA (g/g)	RD (%)
REF	785,2±15,1 ^a	987,9±23,5 ^a	1,26±0,03 ^b	57,2±1,2 ^a
FSO	776,6±15,5 ^a	861,1±11,3 ^b	1,11±0,04 ^b	57,1±2,1 ^a
FMA	99,5±53,7 ^d	305,7±80,4 ^e	4,03±2,57 ^a	41,7±2,6 ^c
FMB	452,3±40,4 ^c	572,6±45,8 ^d	1,27±0,11 ^b	51,8±1,8 ^b
FMD	630,9±31,0 ^b	736,0±78,5 ^c	1,16±0,08 ^b	52,3±2,8 ^b
FME	450,5±63,6 ^c	630,4±62,4 ^d	1,41±0,08 ^b	54,1±3,8 ^b
FMF	603,5±21,9 ^b	738,0±37,1 ^c	1,22±0,08 ^b	51,9±1,7 ^b
Média Geral	542,6±38,7	690,3±54,3	1,64±0,97	52,32±2,42
R ²	0,9758	0,9456	0,5593	0,8266
Probabilidade	<0,0001	<0,0001	0,0004	<0,0001

REF - ração referência balanceada milho e farelo de soja; FSO - Farelo de soja; FMA - farelo de mamona processamento A; FMB - farelo de mamona processamento B; FMD - farelo de mamona processamento D; FME - farelo de mamona processamento E e FMF - farelo de mamona processamento F. Valores seguidos de letras diferentes na mesma coluna demonstram diferenças significativas pelo teste de Tukey (5%).

As aves que consumiram a ração referência e aquelas que consumiram o tratamento com 20% de farelo de soja, não apresentaram diferenças estatísticas significativa no ganho de peso, conversão alimentar porém, ocorreram diferenças para consumo de ração. Isto pode ser explicado pelo desbalanceamento de aminoácidos entre essas rações, que resulta em reações de regulação fisiológicas variadas por parte das aves fazendo com que o consumo de ração seja alterado. Essa regulação do consumo entre as rações com os farelos de mamona que sofreram tratamento com etanol deve-se as variações nos níveis de FB. Segundo Vilhjalmsdottir & Fisher (1971) o nível de fibra do farelo de mamona reduz o consumo em frangos de corte em crescimento pelo

elevado teor de lignina. Penz Jr. et al. (1999) descreveram em seus trabalhos que o alto teor de FB nos alimentos, tende a provocar diminuição no consumo de ração pelas aves. Pois, os alimentos com alto teor de FB apresentam baixa digestibilidade no trato gastrointestinal das aves, podendo diluir a energia da dieta, dando uma sensação de saciedade ao animal, mesmo não atendido suas exigências nutricionais (Nunes et al., 2008).

Os resultados de ganho de peso e os valores de EMA e EMAn calculados para o FMD e FMF indicam resultados semelhantes, porém o uso do hidróxido de sódio (FMD) não é imprescindível desde que um processamento térmico adequado (FMF) seja realizado no processo de recuperação do etanol, pois existem fatores como mão-de-obra para o processamento de secagem ao sol, utilização de produtos químicos (NaOH), como também, a dependência de condições climáticas favoráveis.

Não houve diferença entre os valores do CMAPB dos farelos tratados com etanol, porém o FMB foi o que apresentou menor valor absoluto e mesmo essa pequena variação afetou de forma significativa o consumo e o ganho de peso das aves desse grupo. Provavelmente, podem estar relacionado ou aos maiores níveis de FDN e FDA desse farelo ou ao maior nível de EE, com óleo que apresenta 90% de ácido ricinoléico em sua composição química de acordo com Oliveira et. al. (2004). A presença desse ácido, pode ter comprometido a metabolizabilidade da PB. A caracterização nutricional do FMA e a avaliação do crescimento e desenvolvimento das aves, dos órgãos e rendimento de carcaça sem pele, conforme apresentado na Tabela 6, alimentadas com este farelo, indicaram a presença de um ou mais fatores tóxicos observados nos valores negativos para a maioria das variáveis.

Tabela 6. Médias para peso dos órgãos em função dos tratamentos aplicados no período experimental e conteúdo da moela expressos por kg de peso metabólico (g/kg^{0,75})

Tratamentos	Fígado (g/kg ^{0,75})	Pâncreas (g/kg ^{0,75})	Intestino delgado (g/kg ^{0,75})	Conteúdo da moela (g/kg ^{0,75})
REF	19,29±2,01 ^a	2,29±0,39 ^b	54,71±7,33 ^d	13,06±1,25 ^d
FSO	19,74±2,90 ^a	2,34±0,43 ^b	56,98±11,11 ^d	10,74±4,89 ^d
FMA	16,99±1,95 ^b	2,73±0,60 ^{ab}	94,52±9,52 ^a	26,21±6,33 ^a
FMB	19,06±0,68 ^a	2,74±0,76 ^{ab}	78,08±11,12 ^{bc}	26,64±5,83 ^a
FMD	19,41±2,59 ^a	2,63±0,44 ^{ab}	72,69±11,05 ^c	16,43±4,08 ^{cd}
FME	21,39±2,23 ^a	3,03±0,61 ^a	78,00±10,41 ^{bc}	19,47±5,53 ^{bc}
FMF	20,90±2,59 ^a	3,07±0,43 ^a	87,15±10,48 ^{ab}	24,25±6,24 ^{ab}
Média Geral	19,54±2,24	2,69±0,54	74,59±10,22	19,54±5,15
R ²	0,2923	0,2461	0,6786	0,6140
Probabilidade	0,0470	0,1077	<0,0001	<0,0001
Tratamentos	Rins (g/kg ^{0,75})	Pulmão (g/kg ^{0,75})	Coração (g/kg ^{0,75})	Baço (g/kg ^{0,75})
REF	4,27±1,72	4,18±0,37 ^a	5,12±1,39 ^a	0,880±0,123 ^a
FSO	5,01±2,07	4,42±0,64 ^a	4,68±0,34 ^a	1,022±0,183 ^a
FMA	5,11±1,28	3,36±0,57 ^b	3,39±0,66 ^b	0,522±0,161 ^b
FMB	4,79±2,40	3,98±0,34 ^{ab}	4,77±0,65 ^a	0,874±0,268 ^a
FMD	4,90±2,68	3,76±0,48 ^{ab}	4,52±0,37 ^a	0,815±0,216 ^a
FME	5,04±2,28	3,96±0,84 ^{ab}	4,59±0,47 ^a	0,800±0,264 ^a
FMF	5,64±2,18	4,13±0,78 ^a	4,77±0,70 ^a	0,764±0,235 ^a
Média Geral	4,97±2,16	3,97±0,60	4,55±0,73	0,800±0,212
R ²	0,0354	0,2495	0,3629	0,347
Probabilidade	0,9699	0,1017	0,0107	0,0295
Tratamentos	Cabeça (g/kg ^{0,75})	Cérebro (g/kg ^{0,75})	Relação Cérebro:Cabeça (%)	
REF	30,43±1,25 ^b	1,52±0,37 ^{bc}	5,03±1,33 ^c	
FSO	27,39±2,60 ^{cd}	1,48±0,35 ^c	5,53±1,69 ^{bc}	
FMA	33,22±2,50 ^a	3,30±0,44 ^a	9,97±1,36 ^a	
FMB	28,46±1,52 ^{bcd}	1,93±0,37 ^b	6,86±1,59 ^b	
FMD	26,45±1,84 ^d	1,43±0,20 ^c	5,46±0,91 ^{bc}	
FME	29,43±1,86 ^{bc}	1,50±0,34 ^c	5,10±1,18 ^c	
FMF	27,71±1,83 ^{cd}	1,79±0,35 ^{bc}	6,50±1,46 ^{bc}	
Média Geral	29,01±1,97	1,85±0,35	6,35±1,38	
R ²	0,5796	0,7859	0,6197	
Probabilidade	<0,0001	<0,0001	<0,0001	

REF - ração referência, FSO- Farelo de soja; FMA - farelo de mamona A; FMB - farelo de mamona B; FMD - farelo de mamona D; FME - farelo de mamona E e FMF - farelo de mamona F. Valores seguidos de letras diferentes na mesma coluna demonstram diferenças significativas pelo teste de Tukey (5%).

O peso desses órgãos para os tratamentos com farelo de mamona foram maiores em relação ao FSO, provavelmente devido ao maior nível de fibra bruta entre os diferentes processamentos sobre o FM. Porém, entre os tratamentos com farelo de mamona as aves alimentadas com FMD, FME e FMF apresentaram um conjunto de

resultados de peso dos órgãos por peso metabólico, semelhantes e melhores em comparação ao FMA que tiveram menores valores, isso pode ser explicado pela redução do consumo, no qual estar relacionado à presença de fatores limitantes da ingestão de alimentos. Corless & Sell (1999) relata que o peso do pâncreas pode representar mudanças na capacidade digestiva da ave, pelo aumento da atividade das enzimas digestivas pancreáticas, que podem ser influenciadas na presença de fatores com características anti-nutricionais. Foi observado menor valor no peso ao intestino delgado do FSO em comparação aos tratamentos com farelo de mamona, possivelmente isso pode ser devido a uma maior absorção em nível intestinal apresentando um menor conteúdo intestinal.

O menor peso do fígado foi encontrado no tratamento FMA, possivelmente pelo menor metabolismo (metabolismo negativo), relacionados com o menor consumo de alimento, menor ganho de peso e pior conversão alimentar devido ao aporte insuficiente de proteína. Isso pode ser explicado, pela presença dos fatores tóxicos encontrados no farelo de mamona sem tratamento de destoxificação.

É necessário observar os valores dos parâmetros de peso de cérebro e relação cérebro:cabeça para o tratamento A, que apresentaram valores muitos acima dos outros tratamentos. Estes resultados possivelmente devem estar ligados a influência da toxicidade do farelo ocasionando lesões hemorrágicas com edemas no cérebro dessas aves, observadas no momento de coleta das amostras.

Na Tabela 7 encontram-se os valores da correlação entre os parâmetros do metabolismo e desempenho dos animais verificado durante o experimento de metabolismo, demonstrando resultados satisfatórios. Verifica-se uma alta correlação dos coeficientes de digestibilidade da proteína bruta, matéria seca e de metabolização da Energia Bruta com o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Esta

correlação compreende a avaliação realizada na fase de intenso crescimento do frango de corte. Vilhjalmsdottir & Fisher (1971) avaliando o uso de farelo de mamona em frangos de corte de 14 a 21 dias encontraram alta eficiência de utilização de proteínas para esses animais sendo justificado pela fase de crescimento do animal. Macari et al. (2002) afirmam que para animais em fase de crescimento cerca de 65% da proteína bruta consumida diariamente da dieta é depositada nos tecidos contribuindo para o desenvolvimento do animal. Tesseraud et al. (1996) relatam que esses níveis decrescem de acordo com o crescimento do animal, diminuindo sua exigência de proteína bruta na dieta.

Tabela 7. Coeficiente de correlação linear de Pearson entre os parâmetros de metabolismo dos ingredientes e de desempenho verificados no experimento

Parâmetros correlacionados*	Ganho de Peso	Consumo	Conversão Alimentar
Digestibilidade da Proteína Bruta	0,8571	0,8201	-0,8145
Digestibilidade da Matéria Seca	0,8574	0,8319	-0,8151
Coeficiente de metabolização da EB	0,8422	0,8334	-0,8197
Energia Metabolizável Aparente (EMA)	0,7490	0,7196	-0,8335
EMA corrigida p/ retenção de Nitrogênio (EMAn)	0,7519	0,7310	-0,8311
Balanço de Nitrogênio x 8,22	0,9768	0,9378	-0,6885
Balanço da Energia Bruta	0,9538	0,9336	-0,6954
Fator de correção	0,8108	0,7336	-0,6965

*nível de significância ($p < 0,0001$) via teste t de Student para todas as correlações.

Na fase avaliada os valores de EMA e EMAn calculados apresentam correlação menos intensa com o ganho de peso e o consumo porém, estes parâmetros apresentam maior correlação com a conversão alimentar. E, em oposição, foi verificado que os balanços da Energia Bruta e do nitrogênio estão altamente correlacionados com o ganho de peso e consumo e têm menor correlação com a conversão alimentar. A eficiência de utilização de energia para frangos de corte, também está correlacionada ao consumo, ganho de peso e conversão alimentar, porém essas correlações tendem a aumentar com

o aumento da idade do animal quando passam da fase de crescimento a partir dos 21 dias à terminação.

Conclusão

Os melhores valores nutricionais e energéticos dos farelos de mamona sob diferentes processamentos foram encontrados no FMD, FME e FMF, comprovando que nos processo industrial avaliados, o uso do etanol em uma das etapas de extração do óleo permite o emprego do farelo na alimentação de frangos de corte.

O processamento do FMF é indicado em relação aos demais, pois somente o emprego de elevadas temperaturas no etanol (110°C) sem a utilização de mão-de-obra para secagem solar e o uso do álcali, permite sua utilização como ingrediente.

Os processamentos dos farelos de mamona A e B proporcionam resultados não satisfatórios para serem utilizados na alimentação de frangos de corte e os pesos dos órgãos são diretamente influenciados pelo consumo.

Referências

- ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOI, A.R.; CARMO, C.A.; EDUARDO, J.L.P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial, p.260-258, 2008.
- ANANDAN, S.; KUMAR, A.G.K.; GHOSH, J.K.S. - Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal Feed Science and Tecnology**, v.120, n.1, p.159-168, 2005.
- BELTRÃO, N.E.M.; CARDOSO, G.D.; SEVERINO, L.S. **Sistemas de produção para a cultura da mamona na agricultura familiar no semi-árido nordestino**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003.
- BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P.; FIDELIS FILHO, J.; BRITO, G. G. **Enfoque Agrometeorológico para Cultura da Mamoneira**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. (Circular técnica 120). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/CNPA200909/22139/1/CIRTEC120.pdf>> Acesso em: 10/07/2010.
- BELTRÃO, N. E.de M. **Torta de Mamona (*Ricinus communis* L.): fertilizante e alimento**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. (comunicado Técnico, 171). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/CNPA/19606/1/COMTEC171.pdf>> Acesso em: 10/07/2010.
- BENESI, F.J. **Influência do farelo de mamona (*Ricinus comunis* L.) destoxicado sobre o proteinograma sanguíneo e desempenho de suínos**. 1979. 63f, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- BRASIL, Ministério de Minas e Energia - Agência Nacional do Petróleo, Gás natural e Biocombustíveis (ANP) [2010]. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=17680&m=produ%C3%A7%C3%A3o>> Acesso em: 17/07/2010.
- CARTAXO, W. V.; BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, O R. R. F. da; SEVERINO, L. S.; SUASSUNA, N. D.; SOARES, J. J. **O cultivo da mamona no Semi-árido Brasileiro**. Campina Grande: Embrapa –CNPA, 2004. 20 p. (Circular Técnica, 77). Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/publicacoes/2004/CIRTEC77.PDF> Acesso em: 10/07/2010.
- CONTE, J.A.; ANTONIO SOARES TEIXEIRA, A.S.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, E.T.; MUNIZ, J.A. Efeito da fitase e xilanase sobre a energia metabolizável do farelo de arroz integral em frangos de corte. **Ciênc. Agrotec.**, v.26, n.6, p.1289-1296, 2002
- CORLESS, A.B.; SELL, J.L. The effects of delayed access to feed and water on the physical and functional development of the digestive system of young turkeys. **Poultry Science**, v.78, n.8, p.1158-1169, 1999.
- COSTA, A.A.G.; LUDKE, M.C.M.M.; LUDKE, J. V., COSTA, W.M.; LIMA, M.R.; SANTOS, E.L.; HOLANDA, M.A.C.; NASCIMENTO, G.R. – **Digestibilidade de nutrientes do farelo de mamona pelo método de dissecação em tilápia do Nilo**. In.: Jornada de Ensino Pesquisa e Extensão (JEPEX). Recife, 2009.
- FARIA FILHO, D.E.; DIAS, A.N.; BUENO, C.F.D.; MATOS JÚNIOR, J. B.; COUTO, F.A.P. [2010]. Subprodutos da Mamona na alimentação de aves. **Revista Produção Animal - Avicultura**, edição n. 33, 2010. Disponível em: <http://www.avisite.com.br/cet/img/20100127_mamona.pdf> Acesso em: 17 de maio de 2010.

- GADELHA, J.A.; FUENTES, M.F.F.; MENDONÇA, H.L.; PEREIRA, R.M.A. Substituição do farelo de soja pelo de mamona desintoxicado em rações de pinto. **Ciência Agrônômica**, v.3, p. 71-74, 1973.
- GARDNER JR., H.K.; D'AQUIN, E.L.; KOULTUN, S.P.; McCOURTNEY, E.J.; VIX, H.L.E.; GASTROCK, E.A. Detoxification and deallergenization of Castor Beans. **The Journal of the American Oil Chemists Society**. v.37, p.142-148, 1960.
- HORTON, J.; WILLIAMS, M.A. Acooker-extruder for deallergenization of castor bean meal. **The Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 66, n. 2, p. 227-231, 1989.
- MACARI, M., FURLAN, R.L., GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 1 ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. University of Connecticut Storrs. **Agricultural Experimental Station Research Report**, v.7, p.11, 1965.
- MEHER, L.C.; VIDYA SAGAR, D.; NAIK, S.N. Technical aspects of biodiesel production by transesterification - a review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.10, n.3, p.248-268, 2006.
- MOSHKIN, V.A. Castor. New Delhi: Amerind, 1986. 315p.
- MOTTOLA, A.C.; MACKAY, B.; HERRING, V. Castor meal antigen deactivation pilot plant steam process. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v.48, p.510-513, 1971.
- NUNES, R.V.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P. C.; 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.; OLIVEIRA, J.V.; FACCIO, C.; MENONCIN, S.; AMROGINSKI, C. Influência das variáveis de processo na alcoólise enzimática de óleo de mamona. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p.178-182, 2004.
- PENZ JR., A.M.; KESSLER, A.M.; BRUGALLI, I. Novos conceitos de energia para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1999. p.1-24.
- REECE, W.O. **Dukes: Fisiologia dos animais domésticos**. 12ª Ed. Editora Guanabara Koogan, 946p., 2006.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.
- SAS INSTITUTE INC. **The SAS System for Windows**. Cary: SAS Institute Inc, 1999.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. p.235.
- TESSERAUD, S.; PERESSON, R.; CHAGNEAU, A.M. Age-related changes of protein turnover in specific tissues of the chick. **Poultry Science**, v.75, p.627-631, 1996.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
- VILHJALMSDOTTIR, L.; FISHER, H. Castor bean meal as a protein source for chickens: detoxification and determination of limiting amino acids. **Journal of Nutrition**, v. 101, p.1185-1192, 1971.