

Potencialidades da utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de caprinos e ovinos¹

Marco Aurélio Delmondes Bomfim², Márcia Maria Cândido Silva² e Sueli Freitas dos Santos³

¹ Trabalho apresentado no 3º Simpósio Internacional sobre Caprinos e Ovinos de Corte – 3º SINCORTE, em João Pessoa, Paraíba, Brasil, Novembro 2007 (publicado com anuência da Coordenação do 3º SINCORTE).

² D.Sc. Nutrição de Ruminantes, pesquisador da Embrapa Caprinos (mabomfim@cnpq.embrapa.br, mmcsilv@yahoo.com.br)

³ Zootecnista, estudante de Mestrado em Zootecnia, UFC (sfsantoszootecnia@gmail.com)

Resumo – O presente artigo apresenta uma revisão sobre potencialidades da utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de caprinos e ovinos. O cenário atual e futuro da produção de biodiesel no Brasil indicam um crescimento significativo do setor até o ano de 2011, com a implantação da obrigatoriedade de inclusão de 5% deste combustível no óleo diesel gerando, por conseguinte, grande quantidade de co-produtos com potencial de utilização na alimentação de pequenos ruminantes. Esses co-produtos poderão subsidiar a produção animal na região onde serão gerados. Dentre os ingredientes, podem ser destacados como fontes de proteína: farelo de amendoim, farelo de mamona, nabo forrageiro, farelo e torta de algodão. Outros são alimentos alternativos volumosos como: casca de soja, casca de mamona, farelo e torta de babaçu, torta de dendê. Apesar deste cenário promissor, deve-se atentar para os níveis adequados de utilização, observando-se o teor de óleo dos ingredientes e a presença de elementos tóxicos, especialmente nos co-produtos de mamona e pinhão manso. Há necessidade de mais investimento em pesquisa sobre a utilização destes co-produtos na alimentação de ruminantes, contribuindo para a geração de renda e desenvolvimento não somente para a cadeia produtiva do biodiesel, mas para toda a região onde estão inseridos.

Palavras-chave: pequenos ruminantes, produção animal, alimentos alternativos, co-produtos do biodiesel

Potentialities of the use of by-products of the biodiesel industry in the feeding of goats and sheep

Abstract - This work presents a review on potentialities of the use of by-products of the biodiesel industry in feeding of goats and sheep. The current and future settings of the biodiesel production in Brazil indicates a significant growth of the sector by the year 2011, with the implementation of the mandatory inclusion of 5% of this fuel in the diesel oil generating, therefore, a large amount of co-products with potential for use in the feeding of small ruminants. These co-products could support the animal production in the region where they are generated. Among the ingredients, can be highlighted as sources of protein: peanut meal, castor meal, radish, meal and cake of cotton. Others are bulky alternative foods as: soybean hulls, castor hulls, meal and cake of babassu, palm kernel cake. Despite this promising scenario, one must pay attention to the appropriate levels of use, observing the oil content of the ingredients and the presence of toxic factors, especially in the co-product of castor and jatropha. There is a need for more investment in research on the use of co-products in the feeding of ruminant, contributing for generation of income and development not only for the production chain of biodiesel, but for the entire region where they are inserted.

Keywords: small ruminant, animal production, alternative food, biodiesel co-products

Introdução

É comum hoje na mídia, a veiculação de notícias sobre globalização e seus efeitos na vida dos cidadãos. No entanto, frequentemente tem-se a sensação de que estes fatos ainda não fazem parte do cotidiano e nos surpreendemos quando constatamos as consequências desta nova ordem mundial.

Podemos exemplificar o efeito da globalização com o caso dos produtores de pimenta tabasco de Sobral, CE, que perderam seu mercado comprador quando o furacão Katrina destruiu a cidade americana de New Orleans, principal importador do produto cearense, ou ainda com a venda de créditos de carbono provenientes dos gases do lixo da cidade de São Paulo por 36 milhões de reais na bolsa de valores.

Estes fatos demonstram que, definitivamente, temos que estar atentos para o que ocorre no mundo e de que forma isto

pode nos afetar como cidadãos ou como profissionais. A discussão sobre os biocombustíveis está hoje completamente inserida nas discussões sobre o futuro do planeta. Para discussão das oportunidades e ameaças de uma nova proposta de matriz energética baseada em combustíveis “limpos” sobre a produção animal é preciso antes entender o que está ocorrendo no Brasil e no mundo e quais transformações virão com o desdobramento dos acontecimentos.

A matriz energética é uma das matérias-primas essenciais a qualquer nação por ser utilizada na produção de trabalho ou calor que faz funcionar as indústrias, os transportes, os serviços e demais atividades econômicas.

O petróleo é um líquido facilmente armazenável, transportável e, hoje, a mais eficaz origem de combustíveis líquidos. A indústria do petróleo tem 144 anos de existência e

movimenta centenas de milhões de dólares anualmente, sendo incontáveis os produtos derivados dele.

Quase toda a atividade humana, desde os transportes, as fábricas, a eletricidade, aos plásticos, e especialmente à produção de alimentos e captação e manejo de água está profundamente ligada ao fornecimento do petróleo e gás natural. Nos EUA, são necessárias aproximadamente 10 calorias de combustível fóssil para produzir uma caloria de comida. A maioria dos pesticidas é obtida a partir do petróleo, e todos os fertilizantes comerciais são baseados no amoníaco, produzido a partir do gás natural, um combustível fóssil sujeito a um perfil de esgotamento semelhante ao do petróleo.

O petróleo permitiu a existência de ferramentas agrícolas como os tratores, sistemas de armazenamento de alimentos como as câmaras frigoríficas, e os sistemas de transporte de mantimentos como os caminhões de distribuição. Além disto, é responsável por muitos dos avanços da medicina nos últimos 150 anos. O petróleo permitiu a produção em massa das drogas farmacêuticas, do equipamento cirúrgico e o desenvolvimento de infraestruturas de saúde pública como os hospitais, as ambulâncias, as estradas, outros.

Por ser uma fonte de energia não-renovável, as reservas de petróleo, um dia, estarão exauridas. Há muita controvérsia sobre quando isto ocorrerá e as especulações a este respeito geram picos de preços internacionais e muita instabilidade política.

Outro tema recorrente quando se fala de petróleo como fonte energética diz respeito à questão ambiental em função do risco que representa para o meio ambiente, a mudança climática causada pela queima dos combustíveis fósseis, responsáveis por 85% da produção de energia do globo.

A elevação dos preços do petróleo e a preocupação com o meio ambiente têm feito crescer em todo o mundo as pesquisas com fontes de energia renováveis e que contribuem menos para as mudanças climáticas globais e podem ao mesmo tempo democratizar o acesso à fonte de energias (Lima, 2007).

O investimento em fontes de energia renovável e limpa contribui para uma diminuição na emissão de gases de efeito estufa, reduzindo assim os impactos indesejáveis das mudanças climáticas globais. Além disto, a expansão da agroenergia em bases sustentáveis pode ajudar a recuperar áreas degradadas e a reduzir a pressão sobre a expansão da fronteira agrícola que causa o desmatamento e ainda gerar renda e emprego no setor rural, especialmente nas regiões mais remotas (Embrapa, 2006).

A agroenergia é composta por quatro grandes grupos: álcool e a co-geração de energia provenientes da cana-de-açúcar, biodiesel de fontes animais e vegetais, biomassa florestal e seus resíduos e dejetos agropecuários e da agroindústria.

As características de clima, solo e extensão territorial conferem ao Brasil a possibilidade de produzir uma variedade de oleaginosas que podem ser utilizadas para a produção de biodiesel e tornar o país o maior produtor mundial de biodiesel e construir um novo modelo de desenvolvimento baseado em energia limpa e renovável (Embrapa, 2006).

Nos últimos anos o biodiesel deixou de ser uma perspectiva de futuro para tornar-se uma realidade como uma política pública prioritária do Governo Federal, materializada pela alteração da ANP à qual foram acrescentadas responsabilidades com o gás natural e biocombustíveis e ainda um pacote de medidas de redução de impostos e a criação do selo “combustível social” para o produtor de biodiesel que utilizar matéria prima de produtores enquadrados no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Lima, 2007, Sluszz & Machado, 2006).

Por fim, já está estabelecida a obrigatoriedade da inclusão de 2% de biodiesel (B2) em todo o óleo diesel comercializado no país a partir de 2008 e, a partir de 2011 este percentual deverá ser de 5% (B5). A mistura B2 vai gerar uma demanda de 800 milhões de litros/ano, enquanto a B5, mais de dois bilhões de litros/ano.

Atualmente existem 13 plantas de produção de biodiesel em operação gerando uma produção de 173 milhões de litros. Até o início de 2008 a previsão é que haja mais 18 usinas em funcionamento e uma produção de um bilhão de litros. Existem ainda 36 empreendimentos planejados, o que pode resultar em uma capacidade de mais de 3,8 bilhões de litros por ano (Lima, 2007).

Um dos grandes obstáculos para a viabilização do programa de biodiesel é o seu custo de produção. O custos para uma planta de biodiesel no Rio Grande do Norte, para produção de 5.600 L/dia, o que representa o processamento de 10.000 kg de sementes de mamona, considerando a receita com os co-produtos¹⁾ é de R\$ 0,98, contra R\$ 0,50 do óleo diesel. Se não fosse considerado o aproveitamento dos co-produtos, este custo seria de R\$ 1,74, ou seja, 77% maior.

Segundo estudos do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da ESALQ/USP (CEPEA) é grande a importância dos co-produtos gerados na produção do Biodiesel para a contabilidade do negócio (CEPEA, 2007). Com a otimização do processo de recuperação e aproveitamento dos co-produtos, a produção de Biodiesel pode ser obtida a um preço competitivo com o preço comercial do óleo diesel (Costa Neto et al., 2000).

O processamento das matérias-primas gera vários co-produtos como o etanol, o glicerol e os farelos e tortas. Estas últimas apresentam grande potencial de utilização na alimentação animal e o conhecimento de sua composição e níveis de utilização para animais ruminantes é fundamental para a geração de renda adicional na cadeia do biodiesel.

¹⁾Historicamente, tem-se usado o termo subproduto para designar materiais derivados da agroindústria. No entanto, pelo fato destes apresentarem valor econômico e importância para a cadeia produtiva até maior que os produtos considerados primários (ex. farelo de soja), atualmente têm-se adotado o termo co-produto que credita a estes materiais a importância devida.

Matérias-primas para a produção do biodiesel

Qualquer fonte de lipídios (óleos ou gorduras) pode ser matéria-prima para produção de biodiesel, seja vegetal (óleos de soja, mamona, dendê (polpa e amêndoa), coco, babaçu, girassol, canola, algodão, oiticica, linhaça e das sementes de maracujá, abacate, tomate e nabo forrageiro), seja animal (sebo, óleo de peixe, mocotó, banha de porco) ou mesmo óleos residuais como aqueles de frituras, cuja disponibilidade está estimada em cerca de 30 mil toneladas por ano (Holanda, 2004).

Não há na literatura um consenso sobre quais espécies servirão de base para a produção de biodiesel, mas a soja, pelo fato de sua expressiva produção, apesar do baixo teor de óleo, certamente será uma importante fonte, especialmente no curto prazo. A mamona além de todo o incentivo governamental é a que apresenta o maior teor de óleo nas sementes sendo uma opção viável para o nordeste brasileiro. Além destas podem ainda ser citadas como promissoras o algodão, o girassol, a canola e o amendoim. Outras possibilidades menos trabalhadas incluem o pinhão manso, o gergelim, o coco, o pequi, o buriti, a macaúba, o nabo forrageiro e as gorduras animais e óleos já utilizados em frituras (Holanda, 2004, Sluszz & Machado, 2006, Abiove, 2006, Lima, 2007).

Como espécies permanentes, na região amazônica que ainda tem muito de sua matriz energética baseada em combustível fóssil (diesel), a cultura do dendê (palma) pode ser explorada como fonte de energia. Esta planta apresenta uma alta produção de óleo por hectare, chegando a ser 25 vezes maior que a soja. No caso do Maranhão e do Tocantins, grandes áreas de babaçu, de aproximadamente 17 milhões de hectares, podem ser utilizadas (Holanda, 2004). Além disto, o dendê o babaçu e o coco merecem destaque pelo fato de serem perenes e com colheita durante todo o ano, apresentando ainda bom teor de óleo e bom rendimento na produção de biodiesel (Sluszz & Machado, 2006).

A Tabela 1 apresenta uma síntese das fontes em potencial para produção do biodiesel. Dentre estas a mamona é que

Tabela 1. Principais fontes de óleo para produção de biodiesel.

Culturas	Teor de óleo (%)	Produtividade kg/(ha.ano)	Produtividade do óleo kg/(ha.ano)
Mamona	49	1.500	750
Girassol	42	1.600	672
Amendoim	39	1.800	702
Gergelim	39	1.000	390
Canola	38	1.800	684
Dendê	20	10.000	2.000
Soja	18	2.200	396
Algodão	15	1.800	270
Babaçu	04	15.000	600

Fonte: Petrobras, citado por Alves et al. (2004)

apresenta a maior concentração de óleo, embora em termos de rendimento de óleo por hectare o dendê é o que apresenta maior potencial.

Embora haja potencial em muitos materiais, a realidade atual é que a produção de óleo está muito concentrada na soja, no algodão e, em maior escala no dendê (Tabela 2).

Tabela 2. Produção de sementes, produção de óleo e participação no mercado nacional de fontes oleaginosas vegetais.

Fontes	Produção das oleaginosas (mil toneladas)	Produção (milhões de litros)	Participação (%)	Oferta regional
Soja	55.000	6.221	89,6	Todas
Algodão	1.793	280	4,0	Centro-Oeste/Nordeste
Dendê	n/a	179	2,5	Norte
Mamona	162	73	1,1	Nordeste
Amendoim	172	35	0,5	Sudeste
Colza/Canola	72	29	0,4	Sul
Girassol	94	25	0,4	Centro-Oeste/Sul

Fonte: ABIOVE (2006)

Co-produtos da cadeia produtiva do biodiesel e seu potencial para a alimentação de caprinos e ovinos

A produção de biodiesel, a partir de fontes vegetais de óleo, irá gerar uma quantidade significativa de co-produtos para a alimentação animal. Basicamente estarão disponíveis para a alimentação animal a torta, se a extração do óleo for física (prensagem), ou o farelo, quando o material é submetido à extração química (com solventes) após o processo de extração física. A produção de torta deverá vir da extração de óleo nas unidades de produção, com a utilização de prensas artesanais e o farelo das grandes fábricas com a extração com solventes.

Dependendo do material, podem ainda ficar disponíveis as cascas das amêndoas como é o caso da soja, do algodão ou mesmo da mamona. Em alguns casos, estas cascas são adicionadas à torta/farelo ou comercializadas separadamente. A Figura 1 ilustra o processo básico de obtenção de biodiesel e a geração de co-produtos.

É importante citar também que o glicerol pode ser fermentado no rúmen e gerar energia para animais ruminantes, no entanto o preço de mercado pode inviabilizar sua utilização na alimentação animal. Por isto não foi abordado o uso deste co-produto nesta revisão.

Alguns pontos devem ser considerados quando estamos avaliando co-produtos da extração de óleo. Primeiro, dependendo do método de extração, o teor de óleo no co-produto pode ser bastante variável. Quanto à extração é física, o co-produto vai apresentar um maior conteúdo de óleo e é classificado como torta. Quando o solvente é utilizado, a quantidade de óleo residual é muito baixa e o co-produto é considerado farelo. Se por um lado, a presença do óleo eleva o valor de energia das dietas e, na maioria das vezes, melhora o perfil da gordura presente nos produtos animais. Por outro, pode reduzir o consumo voluntário e a

produção pela interferência na digestão da fibra ou palatabilidade das dietas.

Em pequenos ruminantes níveis máximos de 4% de óleo suplementar devem ser respeitados. Óleos como o do algodão ou da amêndoa do dendê e, possivelmente de coco devem ser utilizados em níveis mais modestos de, no máximo, 3% de inclusão na dieta dos animais.

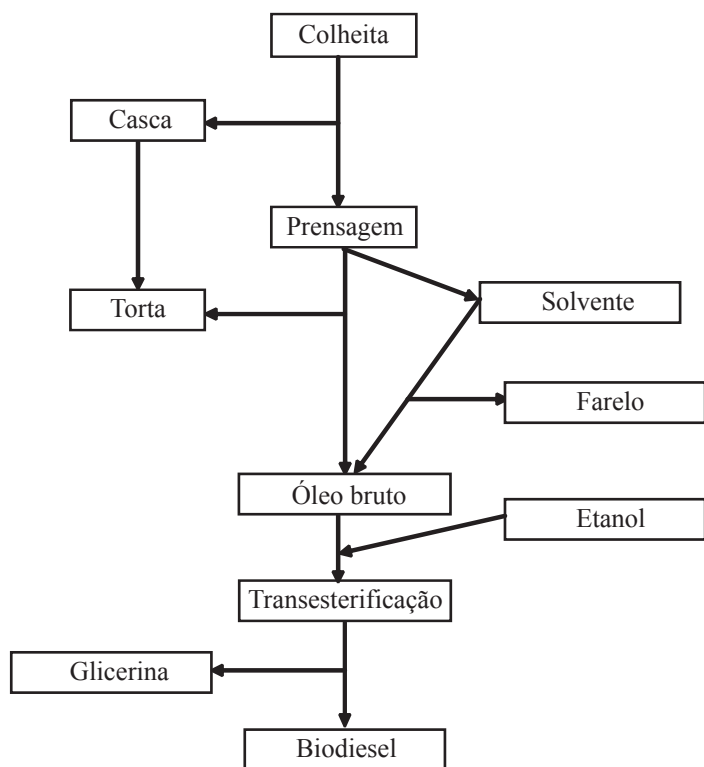


Figura 1. Processo de produção de biodiesel por transesterificação.

Fonte: Adaptado de Embrapa (2006)

Outro fator importante refere-se ao fato de que, normalmente, todas as oleaginosas são ricas em proteínas. No entanto, sua presença em alta concentração não é suficiente para se afirmar que o alimento é uma boa fonte deste nutriente. É importante considerar que o método de extração do óleo pode ter uma importância vital sobre a disponibilidade da proteína. A temperatura usada para aumentar a eficiência da extração do óleo pode “danificar” a proteína do alimento. Neste aspecto, a análise da proteína bruta ligada à fibra em detergente ácido (PIDA) é importante para estes alimentos por fornecer uma estimativa da extensão deste dano.

Por fim, em alguns materiais a casca pode ser retirada e a amêndoa utilizada na extração do óleo gera um co-produto com baixo nível de fibra e, portanto, com maior valor de digestibilidade e energia. No entanto, alimentos nos quais o óleo está localizado dentro de uma matriz fibrosa ou onde a casca não pode ser separada, a proporção de fibra pode ser

tão alta quanto aquela observada para forrageiras, comprometendo, o valor nutritivo destes alimentos.

Os alimentos são classificados como volumosos ou concentrados de acordo com o teor de fibra em detergente neutro (FDN) que apresentam. Alimentos que apresentam uma concentração de fibra (FDN) maior que 50% são volumosos. Os alimentos concentrados são aqueles que possuem níveis baixos de fibra e podem ser subdivididos em protéicos (mais que 20% de proteína bruta (PB)) ou energéticos (<20% de PB) (Lana, 2007). Na Tabela 3, estão apresentados os co-produtos disponíveis no Brasil e sua adequação aos conceitos de classificação de alimentos. Percebe-se que a maior parte dos co-produtos do biodiesel são ricos em proteínas, embora alguns associem também um alto teor de fibra, como é o caso da torta de mamona. Outros apresentam um conteúdo de fibra tão alto que é classificado como volumoso, como é o caso da torta de dendê.

Tabela 3. Classificação dos co-produtos do biodiesel com potencial para alimentação de caprinos e ovinos.

Alimento	Classificação	
	Alimento protéico (>20% PB)	Alimento volumoso (>50% FDN)
Torta de dendê		X
Farelo de Girassol	X	
Torta de Algodão	X	
Farelo de Algodão	X	
Farelo de Babaçu		X
Torta de Babaçu		X
Farelo de canola	X	
Farelo de amendoim	X	
Torta de amendoim	X	
Casca de soja		X
Farelo de coco	X	X
Farelo de mamona	X	
Torta de mamona	X	X
Farelo de gergelim	X	
Nabo forrageiro	X	

Co-produtos da cadeia do biodiesel e seu uso na alimentação de caprinos e ovinos

Torta e farelo de algodão

Segundo estudos do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da ESALQ/USP o biodiesel produzido a partir do caroço de algodão do Nordeste atualmente seria o mais barato do Brasil e o farelo de algodão contribuiu significativamente para este resultado, uma vez que o custo de sua produção foi menor que o valor de comercialização. Além disto, o algodão (*Gossypium hirsutum* L. r *latifolium* Hutch) é a única matéria prima que, ao lado da soja, encontra hoje produção suficiente para abastecer uma fábrica de 100 milhões de litros de biodiesel (CEPEA, 2006).

A cultura do algodão é recomendada principalmente para as regiões nordeste e centro-oeste. No ano de 2004 o Brasil apresentou uma produção de 3,8 milhões de toneladas de algodão herbáceo em caroço em uma área de 1,159 milhões de hectares. O Mato Grosso continua sendo o principal produtor com 48% de participação, mas a Bahia vem se destacando na produção de algodão que no ano de 2004 foi de 700 mil toneladas (Sluszz & Machado, 2006).

O farelo e a torta de algodão são os subprodutos resultantes da extração do óleo, sendo já bastante comercializados no nordeste brasileiro representando também a segunda fonte de proteína mais utilizada no mundo, perdendo apenas para o farelo de soja.

A qualidade destes produtos depende muito da quantidade de casca incorporada do óleo residual e do nível de gossipol. Apresenta de forma geral um alto teor de proteína (32,72%) com teor de fibra médio (33%), embora possa variar bastante em função da inclusão de casca. No caso da torta, o alto teor de óleo (>8%) pode limitar sua utilização em dietas de animais ruminantes.

Torta de algodão na proporção de 4% da dieta para terminação de ovinos, durante 12 semanas com consumo diário de 45 g/(cab.dia) não afetou o consumo ou a digestibilidade para animais alimentados com ingredientes alternativos com ganho médio de 76 g/(cab.dia) (Ahmed & Abdalla, 2005). A limitação do uso de torta/farelo de algodão está relacionado à presença do gossipol e à possibilidade de serem bociogênicos. O teor de gossipol total pode chegar a 1,16 no farelo e 1,09 na torta (Araújo et al., 2003).

A toxicidade do gossipol foi demonstrada em ovinos por Danke et al. (1965) e está relacionada a distúrbios no metabolismo do zinco que pode induzir a mastite e problemas reprodutivos. Por outro lado, estes efeitos estão mais relacionados ao consumo de caroço de algodão do que ao farelo ou à torta, isto porque alta temperatura aumenta a formação da ligação estável do gossipol com outras moléculas, o que o torna fisiologicamente inativo.

A Pelletização e adição de sulfato de ferro podem diminuir a toxicidade do gossipol, assim como o tratamento com amônia. Recomenda-se que o nível de gossipol na MS não ultrapasse 0,1% da dieta. Para ruminantes jovens os dados indicam de 10-20 mg/kg de peso ou 1 g/50 kg de peso (Ezequiel, 2001).

Torta de dendê

A torta de dendê (*Elaeis guineensis*) é um alimento pobre em proteína (13,87% PB), com alta concentração de fibra (>79% FDN). Esta composição é compatível com aquela apresentada por forrageiras como o capim-tifton (*Cynodon spp.*). Portanto, este co-produto deve ser usado como alimento alternativo ao volumoso da dieta animal. Apesar disto, pela alta digestibilidade da sua fibra e alta concentração de óleo (8,54%) apresenta bom conteúdo de energia.

Os trabalhos indicam que a torta de dendê pode ser utilizada em até 30% do concentrado sem alterar a

digestibilidade, a composição ou a produção dos constituintes do leite em cabras leiteiras (Silva et al., 2006b, 2005). A substituição do feno de capim-tifton (*Cynodon spp.*) por torta de dendê em até 45% não modifica o balanço de nitrogênio, nem a digestibilidade, mas a inclusão de níveis maiores que 15% de substituição ao volumoso pode reduzir o consumo de matéria seca, possivelmente pela palatabilidade da dieta (Carvalho et al., 2006, 2007a, b)

Cordeiros podem ter seu volumoso de baixa qualidade substituído por torta de dendê em até 30% sem prejuízo para o consumo de matéria seca (Costa et al., 2007).

Pinhão Manso

Tem-se creditado ao pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) a possibilidade de produção mais promissora de biodiesel pela versatilidade da planta com relação à exigência hídrica, de altitude e tipo de solo. Apesar de não contar ainda com zoneamento agrícola de risco climático, acredita-se que cerca de 90% do território brasileiro poderia produzir óleo com o pinhão manso (Lima, 2007).

Trata-se de uma planta nativa brasileira, possivelmente originária do estado do Ceará, mas que não está cadastrada no Registro Nacional de Cultivares (RNC) e a comercialização de suas sementes está proibida neste momento. Este é um entrave sério, uma vez que o prazo mínimo de pesquisa para uma planta ser cadastrada no RCN é de dois anos, mas a expectativa segundo o Ministério da Agricultura é de cinco anos (Biodiesel, 2007).

Suas amêndoas podem chegar a 50 a 52% de óleo quando extraído por solvente e 32 a 35% quando extraído por pressão (Pinhão Manso, 2006). Assim como a mamona, o co-produto da extração do óleo de pinhão manso (torta ou farelo) é utilizado com fertilizante rico em nitrogênio, fósforo, potássio e matéria orgânica e também apresenta fatores tóxicos para a alimentação animal (Sluszz & Machado, 2006).

Já foram registrados casos de intoxicação com o consumo deste material. A toxidez da torta do pinhão manso se deve principalmente à presença de substâncias como: inibidores de tripsina, lecitinas (curcina), terpenos, saponinas e ácido fítico. Os inibidores de tripsina são substâncias antinutricionais que interfere o processo fisiológico de digestão através da interferência das enzimas pancreáticas proteolíticas, levando à redução da digestibilidade da proteína da dieta causando diminuição severa no crescimento em animais ruminantes jovens.

Portanto, a sua utilização para a alimentação animal depende da destoxificação deste co-produto e, até o momento não há técnica validada para isto e nem recomendações de níveis seguros para sua utilização na alimentação animal.

Torta de nabo forrageiro

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) ainda é pouco explorado no Brasil, mas apresenta potencial para a produção de biocombustíveis pela facilidade de produção em unidade de produção familiar (Sluszz & Machado, 2006).

Seu co-produto, a torta de nabo forrageiro ainda é pouco estudada na literatura, mas é um alimento protéico (>37% PB), com teor de fibra intermediário (29,74% FDN). A presença de alto teor de óleo na torta (>16% EE) confere a este material uma concentração de energia próxima ao do farelo de soja. No entanto devem-se observar os níveis máximos de utilização de óleo para ruminantes.

A torta do nabo forrageiro pode substituir o farelo de soja em dietas para terminação de cordeiros até o nível de 21% de substituição ou 4,1% na dieta total (31 g/(cab.dia), conforme Ribeiro et al. (2007).

Gergelim

Adaptada ao clima tropical e subtropical, o gergelim (*Sesamum indicum*) apresenta tolerância à seca e facilidade de cultivo, podendo ser usado em rotação de culturas, sendo recomendado para as regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. O país apresenta uma produção pequena no contexto mundial, com 15 mil toneladas produzidas em 25 mil hectares e rendimento em torno de 750 kg/ha (FAOSTAT, 2007). Além do cultivo tradicional no Nordeste, o gergelim é cultivado também em São Paulo, que é o maior produtor, Mato Grosso e Minas Gerais (Sluszz & Machado, 2006).

A literatura sobre a utilização de torta de gergelim na alimentação de caprinos ou ovinos é escassa. Sua composição apresenta um teor de proteína intermediário (30%) que a classifica como alimento protéico.

Farelo de coco

O continente asiático é o principal produtor mundial de coco (*Cocos nucifera*), mas o Brasil tem aumentado sua produção que em 2004 produziu 2,708 milhões de toneladas, em uma área de aproximadamente 288.140 hectares. Os principais produtores estão no Nordeste, especialmente a Bahia com 705.732 t (Sluszz & Machado, 2006). Embora seu resíduo possa ser utilizado para a nutrição animal, o aproveitamento para a alimentação humana e para a industrialização pode limitar sua utilização como ingrediente para alimentação animal.

Pela composição apresentada, o farelo de coco, apesar de ser classificado como alimento protéico, contendo 24% deste nutriente, 27% está indisponível pela temperatura a que é exposta durante a extração, especialmente naquela por pressão (González et al., 2001). Por outro lado seu conteúdo em fibra e energia é semelhante ao de outros alimentos volumosos como a silagem de milho ou a leucena. Apresenta um alto teor de óleo (>9% EE) que deve ser considerado na utilização deste alimento para ruminantes.

O farelo de coco pode ser utilizado em dietas de carneiros até 25% de inclusão (77 g/(cab.dia) sem afetar o consumo ou a digestibilidade da dieta (Silva et al., 2006).

Torta e farelo de babaçu

O babaçu (*Orbignya speciosa*) é uma planta originária da região amazônica e da mata atlântica do Brasil. É uma

cultura restrita quase que totalmente ao estado do Maranhão, embora outros estados como Ceará, Piauí e Tocantins possam ter pequenos cocais.

A torta e o farelo de babaçu já são utilizados na alimentação animal. O farelo é um alimento classificado como volumoso (>70% FDN) e com conteúdo de proteína relativamente baixo (20,68% PB). Desta proteína 13% está indisponível à digestão. É um alimento com baixo teor de energia e uma alternativa de substituto para alimentos volumosos.

Para cordeiros em terminação a inclusão de farelo de babaçu reduziu o consumo, o ganho de peso diário e o peso de abate quando substituiu o feno do capim-colonião (*Panicum maximum*). Entretanto, no nível de 10% de inclusão do farelo de babaçu os animais apresentaram ganhos de 161,25 g/(cab.dia), podendo ser utilizados para esta categoria (Carvalho et al., 2007c).

Farelo de girassol

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma planta rústica, se adaptando bem em várias condições edafoclimáticas, sendo especialmente indicada para a região sudeste e sul para a produção na safrinha (Sluszz & Machado, 2006).

Apresenta alto teor de óleo em sua semente e, portanto um alto rendimento de óleo por área. Como resíduos para a produção animal podem ser destacadas o colmo e as folhas residuais da colheita, e a torta ou farelo de girassol (Sluszz & Machado, 2006).

O farelo de girassol apresenta 28,25% de proteína bruta e um alto teor de fibra (>40% FDN), sendo que praticamente 30% desta fibra é composta de lignina, ou seja, indisponível para o animal, comprometendo seu conteúdo de energia. Apesar disto sua proteína apresenta alta digestibilidade total e degradabilidade ruminal (Alcaide et al., 2003).

Existem trabalhos internacionais indicando a possibilidade da substituição total do farelo de soja (FS) por farelo de girassol (FG) para ovelhas lactantes (37,5% da dieta) e carneiros da raça Awassi (34,6% de substituição) sem prejuízo para a digestibilidade dos carneiros ou desempenho das fêmeas (Irshaid et al., 2003).

No entanto, Louvandini et al. (2007), no Brasil, trabalhando com cordeiros da raça Santa Inês em terminação observaram redução no ganho de peso diário obtido com a dieta controle e as dietas contendo 50 e 100% de farelo de girassol foram de 139,84; 101,53 e 88,12 g/dia, respectivamente. Estes resultados sugerem que a utilização deste co-produto deve estar condicionada ao custo em relação ao farelo de soja, uma vez que há redução do desempenho com a substituição deste alimento pelo farelo de girassol.

Níveis mais baixos de inclusão de torta de girassol (4% da dieta) para terminação de ovinos durante 12 semanas, com consumo diário de torta de 44 g/(cab.dia), não afetam o consumo ou a digestibilidade de animais alimentados com ingredientes alternativos. O ganho médio para este grupo foi de 97g/(cab.dia), segundo Ahmed & Abdalla (2005).

A digestibilidade da fibra da torta de girassol pode ainda ser aumentada com a hidrólise alcalina utilizando hidróxido de cálcio por 24 horas, na proporção de 15 g/kg de farelo. Este tratamento pode aumentar a produção de ácidos graxos no rúmen, liberando uma maior quantidade de energia neste compartimento (Campos et al., 2007).

Farelo de canola

A canola (*Brassica napus* L. e *Brassica rapa* L.) é uma alternativa de cultura de inverno no sul do país, possuindo de 40 a 46% de óleo. A área semeada com canola no Brasil, no ano de 2000, segundo informações disponíveis, foi de 18.900 hectares, sendo 10.900 ha no Rio Grande do Sul e 8.000 ha no Paraná (Tomm, 2000).

O farelo de canola apresenta uma boa concentração de proteína (>40% PB) e teor de fibra médio (>30% FDN). Por outro lado, o seu teor de carboidratos não fibrosos é alto o que aumenta seu potencial como fornecedor de energia.

A utilização do farelo de canola na dieta pode reduzir a palatabilidade das rações concentradas para caprinos se utiliza na mistura mais que 45% em farelos de boa qualidade. No entanto, quando o farelo de canola é de baixa qualidade e apresenta alta concentração de glicosinolatos, a partir de 15% de incorporação já pode afetar significativamente o consumo (Morand-Fehr, 2003).

A terminação de cordeiros utilizando 8% de farelo ou torta de canola na dieta total, ou 13% no concentrado não afetou a composição da carcaça e dos componentes não-carcaça (Santos et al., 2007a, b).

Deve-se atentar para a possibilidade do aparecimento de casos de bócio pela presença da goitrina, substância bociogênica derivada dos glicosinolatos que inibem a organificação do iodo nos animais.

Torta, farelo e casca de mamona

A mamona (*Ricinus communis* L.) tem sido considerada a principal oleaginosa para a produção de biodiesel por ser de fácil cultivo, de baixo custo e pela sua resistência à seca. O Zoneamento agrícola já mapeou mais de 600 mil hectares de terras aptas ao cultivo da mamona e a cultura possui um forte componente social sendo cultivada por produtores da agricultura familiar (Sluszz & Machado, 2006).

Os co-produtos resultantes da extração do óleo encontram-se a torta de mamona, que tem sido utilizado tradicionalmente como fertilizante de alta qualidade, o farelo, que é o produto resultante da extração com solvente e a casca da mamona.

No Brasil a produção se concentra na Bahia (62%), seguido pelo Mato Grosso e Ceará com 6 e 5%, respectivamente (IBGE, 2005). As principais limitações da torta de mamona estão na ricina, na ricinina e no complexo alergênico. Entretanto, estes compostos não estão presentes no óleo (Severino, 2005).

Em termos médios, a semente da mamona, é constituída por 65% de amêndoa e 35% de casca; já a semente de alto

rendimento possui mais de 70% de amêndoa (Mendes, 2005). A semente quando é submetida à extração de óleo apresenta rendimento de 50% de óleo e 50% de torta de mamona, que uma vez submetida ao processo de destoxicação pode ser usada na alimentação animal.

O farelo de mamona é um dos co-produtos do biodiesel com maior teor de proteína, ficando atrás apenas do farelo de amendoim, com cerca de 40% de proteína bruta. Apesar disto o seu teor de fibra é alto o suficiente para classificá-lo como alimento volumoso o que compromete o seu potencial de fornecimento de energia. No caso da torta, o teor de óleo aumenta a energia, mas pode limitar seu uso, especialmente porque 89% dos seus ácidos graxos são de um tipo particular, chamado ricinoléico. Dados parciais indicam que pode haver depressão da gordura e influência na aceitação do leite de cabras dependendo do nível presente na dieta.

Tem havido um esforço significativo de vários grupos de pesquisa no Brasil na destoxificação da torta e farelo de mamona e na avaliação deste co-produto na dieta de pequenos ruminantes, entre os quais a Embrapa Caprinos, a Universidade Federal do Ceará, a Universidade Federal de Viçosa e outras.

As linhas de pesquisa tem se concentrado nas estratégias de autoclavagem 15 psi, 60 min, e no uso do hidróxido de cálcio na base de 40 g/kg (Oliveira et al., 2006), todos baseados no trabalho de Anadan et al. (2005). Além destes merece destaque o uso do cloreto de sódio (20 g/kg) que segundo aquele autor elimina 91% da ricina.

No trabalho de Oliveira et al. (2006) a substituição de 100% do farelo de soja pelo farelo de mamona tratado com a cal (fonte de hidróxido de cálcio) e não tratado não afetaram o consumo ou a digestibilidade. Ocorreu na verdade um maior aproveitamento do farelo de mamona tratado em função da hidrólise alcalina. No entanto, o uso de animais com peso inicial de 53 kg, e de um período experimental de apenas 21 dias limitam a inferência destes dados.

Para cada tonelada de semente de mamona processada são gerados 620 kg de casca (Severino, 2005). No ano de 2005, a produção estimada desse co-produto ficou em torno de 130 mil toneladas (Severino, 2005). Este co-produto apresenta grande importância social, pelo fato de não apresentar problemas de toxidez, como a torta da mamona, e por estar disponível na própria propriedade, quando o agricultor comercializa a semente já descascada. Podendo, desta forma, ser utilizada como fonte de alimento alternativo para os rebanhos predominantes na região Nordeste.

A casca de mamona é um alimento volumoso apresentando 72% de FDN, mas sua composição é bastante variada, principalmente em função da participação de fragmentos de sementes, que pode chegar a 13% (Bomfim et al., 2006). Neste caso o conteúdo de óleo pode chegar a 15,48% o que muda completamente a composição deste alimento, não apenas do ponto de vista nutricional porque passa a ser classificando como concentrado energético, mas também do risco de intoxicação pela presença da ricina nos fragmentos de amêndoa. O teor de proteína bruta da casca de mamona pode variar entre 5 e 8%.

A inclusão da casca de mamona em substituição ao milho na dieta de marrãs nos níveis de 0, 33, 66 e 100% reduziu o consumo de matéria seca com o aumento nos níveis de casca de mamona, provavelmente por causa da influência negativa do teor de fibra sobre a digestibilidade, mas o ganho de peso estimado para o maior nível de participação de casca poderia chegar a 115 g/dia provavelmente relacionado ao alto nível de extrato etéreo deste subproduto (Bomfim et al., 2006).

Farelo de amendoim

O Sudeste brasileiro é a região que apresenta condições edafoclimáticas mais apropriadas para a cultura do amendoim (*Arachis hypogaea*), que é utilizado em rotação com canaviais ou para reforma de pastagens. A extração do óleo gera a torta, que é rica em proteína (Sluszz & Machado, 2006).

O Brasil é um dos grandes produtores mundiais. Segundo a CONAB (2007) o país produziu em 2004, 236.488 t numa área de 105.434 ha e o estado de São Paulo é o principal produtor (Sluszz & Machado, 2006).

O farelo de amendoim é o co-produto do biodiesel de melhor composição centesimal. Apresenta baixo teor de fibra (13%), com valores semelhantes ao do farelo de soja e alta degradação da proteína no rúmen (Goes et al., 2000). No entanto, o que chama a atenção deste alimento é a concentração de proteína bruta que chega a 53%. Apesar de não haver na literatura dados de concentração de energia, podemos supor um valor próximo ou até maior que o próprio farelo de soja. Por outro lado, no caso da torta, os dados disponíveis demonstram um nível de óleo bastante alto (>40%) o que limita bastante seu potencial de utilização.

A suplementação de cabritos desmamados, criados em pasto nativo com 0,5% do PV de farelo de amendoim, apresentou um resultado em ganho de peso de 100 g/(animal.dia), segundo Ott et al. (2004).

A torta de amendoim na proporção de 4% da dieta para terminação de ovinos durante 12 semanas, com consumo diário de torta de 44 g/(cab.dia), não afetou o consumo ou a digestibilidade dos nutrientes e propiciou um ganho médio de 73 g/(cab.dia), de acordo com Ahmed & Abdalla (2005).

O farelo de amendoim pode também substituir o farelo de soja em dietas para cordeiros em terminação em até 40% sem efeito negativo sobre os componentes da carcaça (Leão et al., 2007).

Uma restrição do uso do farelo de amendoim é o seu conteúdo em aflatoxina. A avaliação de 120 amostras de amendoim e derivados analisadas no estado de Minas Gerais, 66 (55%) apresentou resultados positivos, com níveis acima dos 20 µg/kg, que é o limite legal permitido pelo Ministério da Agricultura (Oliveira et al., 2002).

Farelo e casca de soja

A soja (*Glycine max*) é considerada uma das principais fontes de proteína e óleo vegetal do mundo. Embora tenha origem em clima temperado, o trabalho de melhoramento permite hoje que esta leguminosa seja cultivada também

tanto em ambiente subtropical quanto tropical. O Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, colhendo cerca de 50 milhões de t/ano, e o Centro-Oeste é hoje a principal região produtora (Sluszz & Machado, 2006).

Historicamente o principal atrativo da produção foi sempre a demanda mundial por farelo que é a fonte de proteína de elevada qualidade para a alimentação animal, notadamente suínos e aves (Plá, 2006). A tendência é que com o aumento da produção de biodiesel a partir da soja, haja um aumento na oferta de farelo e possivelmente uma redução no custo deste produto.

Com relação à soja, os co-produtos são: o farelo e a casca. Quanto ao farelo, trata-se do alimento protéico padrão em todo o mundo. Não há restrições ao seu uso a não ser os de natureza econômica e, portanto, não será abordado neste trabalho.

Ao contrário do que o produtor idealiza a casca de soja não é um alimento concentrado protéico, nem energético, mas sim um volumoso. Na sua composição apresenta nível de fibra superior ao da silagem de milho ou mesmo do feno de leguminosas como a leucena, embora seja um alimento de alta degradabilidade. Seu teor de proteína é relativamente baixo (<12% PB), mas apresenta em sua composição um tipo diferente de carboidrato, a pectina, que é especialmente interessante em dietas ricas em concentrado, podendo, para este fim, compor as dietas em 10% do total. Apesar disto, muitas vezes a casca de soja é comercializada como alimento concentrado mais barato. É preciso analisar o custo: benefício deste alimento com atenção.

Com relação ao seu uso para pequenos ruminantes em confinamento com alto concentrado na dieta, a substituição do milho pela casca de soja em cordeiros de 20 kg de peso vivo, não afetou o ganho de peso, mas aumentou o consumo na proporção de até 30,9% de substituição, apresentando ganhos de 287 g/(an.dia). Neste trabalho o consumo diário foi de 227 g de casca de soja/dia (Ferreira et al., 2007).

Sendo um alimento volumoso, mas com maior digestibilidade que a maioria dos alimentos volumosos, a casca de soja pode ser utilizada na substituição da forragem para dietas de animais confinados, visando aumentar a energia disponível. A substituição na dieta de carneiros adultos reduziu a digestibilidade da proteína, mas aumentou o consumo e a digestibilidade da matéria seca com até 100% de substituição (Araújo et al., 2007). Isto indica que a casca de soja não é uma boa fonte protéica, mas pode ser uma fonte de energia para os ruminantes. A casca de soja pode também substituir 100% do milho para cabritos em terminação, o que corresponde a um nível de 26,5% de casca na dieta (191 g/(cab.dia)), sem prejuízo para o desempenho, em média de 113 g/dia (Carvalho et al., 2007).

O feno de capim-tifton também pode ser substituído por até 25% de casca de soja (12,5% da dieta ou 149 g/(cab.dia)) para ovelhas sem efeito negativo sobre o consumo de alimentos (Castagnara et al., 2007).

Na Tabela 4 é apresentado um resumo das recomendações dos níveis de utilização alimentação de pequenos ruminantes e, na Tabela 5, uma compilação da composição químico-bromatológica dos co-produtos do biodiesel.

Tabela 4. Recomendações de níveis de inclusão de co-produtos do biodiesel na dieta de caprinos e ovinos.

Alimentos	MS (%)	PB (%)	N-FDA (%do N total)	CINZAS (%)	EE (%)	FDN (%)	LIG (%)	CNF (%)	MO (%)	DMS (%)	DPB (% da PB)	NDT (%)
Torta de algodão ¹	89,01	33,83	1,01	5,07	9,67	55,7	-	6,64	94,9	46,9	-	50,9
Farelo de algodão ¹	89,80	32,72	1,52	5,37	1,34	33,42	6,60	31,85	93,94	65,18	88,80	67,77
Torta de dendê ^{2,3,9,11,14}	89,81	13,87	17,25	3,96	8,54	79,86	11,41	3,58	95,86	60,66	-	77,61
Nabo forrageiro ^{1,8}	-	37,63	-	-	16,3	29,7	-	-	-	-	-	79,5
Farelo de gergelim ¹	-	30,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Farelo de coco ¹	89,64	23,38	-	6,29	9,36	50,3	-	45,1	94,7	-	-	60,4
Farelo de babaçu ¹	89,62	20,68	13,54	6,22	2,03	78,5	3,89	1,83	93,6	48,5	75,4	49,4
Torta de Babaçu ¹	91,44	17,51	-	5,82	-	70,9	-	-	92	41,7	-	-
Farelo de girassol ^{4,5,6,7}	90,71	28,26	-	6,40	1,52	41,57	11,50	7,20	94,40	56,60	83,80	-
Farelo de canola ¹	90,14	40,01	-	6,51	1,32	30,7	4,92	44,1	93,9	-	-	-
Farelo de mamona ^{1,15,16}	89,09	44,61	8,1	7,3	2,21	57,1	29,8	23,8	86,2	-	-	57
Torta de mamona ¹²	-	34,72	-	7,21	7,56	51,9	-	-	-	-	-	-
Casca de mamona 13% amêndoa ¹⁷	93,3	8,75	2,06	-	15,48	43,89	6,60	-	-	-	-	73,2
Farelo de amendoim ^{1,10,13}	91,18	53,28	-	6,34	0,32	13,87	-	-	93,66	-	-	-
Torta de amendoim ¹²	-	36,45	-	2,95	44	15,2	-	-	-	-	-	-
Casca de soja ¹	89,9	11,65	7,34	4,34	1,6	68,4	3,43	13,2	94,5	68,7	42	68,8

¹Valadares Filho et al. (2006); ²Silva et al. (2005); ³Silva et al. (2007); ⁴Mendes et al.(2005); ⁵Louvandini et al. (2007); ⁶Irshaid et al. (2003); ⁷Economides (1998); ⁸Ribeiro et al. (2007); ⁹Carvalho et al. (2007a); ¹⁰Goes et al. (2000); ¹¹Silva et al. (2006b); ¹²Evangelista et al. (2004), ¹³Goes et al. (2004); ¹⁴Chumpawadee et al. (2005); ¹⁵Sousa et al., 2006; ¹⁷Bomfim et al., 2006

Tabela 5. Composição químico-bromatológica de co-produtos do biodiesel com potencial para a alimentação de caprinos e ovinos (Base MS).

Co-produtos	Caprinos	Ovinos	Restrição
Torta de algodão	-	4% da dieta de confinamento (45g/(cab.dia))	Substâncias bociogênicas Nível de gossipol
Torta de dendê	Produção de leite – até 30% de inclusão no concentrado	Carneiros – 45% de substituição do volumoso Carneiros – até 15% de substituição do volumoso Cordeiros – 30% de substituição do volumoso	Alto nível de fibra
Torta de nabo forrageiro	-	Terminação – até 15% de substituição do farelo de soja (4,1% da dieta, 31g/dia)	Alto teor de óleo
Farelo de coco	-	Carneiros adultos – 25% da dieta (77g/(cab.dia))	Alto teor de óleo e fibra
Farelo de babaçu	-	Terminação – 10% da dieta (97 g/dia)	Alto nível de fibra
Farelo de girassol	-	4% da dieta de confinamento (44 g/(cab.dia))	Alto teor de fibra e lignina
Farelo de canola	Baixa qualidade – 15% do concentrado	Terminação – 8% da dieta (13% do concentrado)	Substâncias bociogênicas
	Alta qualidade – 45% do concentrado	-	-
Casca de mamona	Produção de leite – até 33% de substituição do feno de capim-tifton	-	Presença de fragmentos de amêndoas
Farelo de amendoim	0,5% do peso vivo em pastagem (100g/an/dia)	4% da dieta de confinamento (45g/(cab.dia))	Presença de aflatoxina Substâncias bociogênicas
Casca de Soja	Terminação – 26% da dieta, 100% subst. do milho (191g/(cab.dia))	Terminação – 21% da dieta com alto concentrado (227 g/(cab.dia)) Ovelhas – até 25% de subst. do feno de capim-tifton (12,5% da dieta (149 g/(cab.dia)))	Alto teor de fibra e baixo conteúdo de proteína

Considerações finais

O cenário atual e futuro da produção de biodiesel no Brasil indica um crescimento significativo do setor até o ano de 2011, com a implantação da obrigatoriedade de inclusão de 5% deste combustível no óleo diesel gerando, por conseguinte, uma grande quantidade de co-produtos com potencial de utilização na alimentação de caprinos e ovinos.

Estes co-produtos poderão subsidiar a produção animal na região onde serão gerados. Dentre os ingredientes, podem ser destacados como fontes de proteína o farelo de

amendoim, de mamona, o nabo forrageiro e o farelo e a torta de algodão. Outros são alimentos alternativos volumosos como a casca de soja e a de mamona, o farelo e torta de babaçu e a torta de dendê.

A pesar deste cenário promissor, deve-se atentar para os níveis adequados de utilização, observando principalmente o teor de óleo dos ingredientes e a presença de fatores tóxicos, especialmente nos co-produtos da mamona e do pinhão manso. Neste contexto, há necessidade de mais investimento público e privado na pesquisa sobre a utilização destes co-produtos na alimentação de ruminantes,

contribuindo para a geração de renda e desenvolvimento não somente para a cadeia produtiva do biodiesel, mas para toda a região onde estão inseridos.

Referências

ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. 2006. Disponível em: <www.agricultura.gov.br/pls/portal/url/ITEM/3185EFEAA7D8E05CE040A8C07502289E>. Acesso em: 04/10/2007.

AHMED, M.M.M.; ABDALLA, H.A. Use of different nitrogen sources in the fattening of yearling sheep. **Small Ruminant Nutrition**, v.56, p.39-45, 2005.

ALCAIDE, E.M.; RUIZ, D.R.Y.; MOUMEN, A.; GARCÍA, A.I.M. Ruminal degradability and in vitro intestinal digestibility of sunflower meal and in vitro digestibility of olive by-products supplemented with urea or sunflower meal: Comparison between goats and sheep. **Animal Feed Science and Technology**, 110, p. 3-15, 2003.

ALVES, M.O.; SOBRINHO, J.N.; CARVALHO, J.M.M. de. **Possibilidades da mamona como fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel no nordeste brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004. 42p.

ANANDAN, S.; ANIL KUMAR, G.K.; GHOSH, J.; RAMACHANDRA, K.S. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal Feed Science and Technology**, 120, p. 159-168, 2005.

ARAÚJO, A.E. et al. **Cultura do algodão herbáceo na agricultura familiar**. Embrapa Algodão Sistemas de Produção, 1 Jan/2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar>>. Acesso em: 06/09/2009.

ARAÚJO, R.C. de; PIRESMA V.; SUSIN, I. et al. Digestibilidade dos nutrientes em cordeiros Santa Inês alimentados com combinações de casca de soja e feno de coastcross (*Cynodon* sp.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007. Jaboticabal. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. CD-ROM.

BIODIESEL. **A proibição do pinhão manso e as possíveis soluções**. Disponível em: <<http://www.biodiesel.com.br>>. Acesso em: 25/09/2007.

BOMFIM, M.A.D.; SEVERINO, L.S.; CAVALCANTE, A.C.R. et al. Avaliação da casca de mamona na alimentação animal de ovinos. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 4, 2006. Petrolina. **Anais...** Petrolina: Sociedade Nordestina de Produção Animal; Embrapa Semi-Árido, 2006. CD-ROM.

CAMPOS, A.F.C.; EZEQUIEL; J.M.B; GALATI, R.L. et. al. Hidrólise alcalina do farelo do girassol nas concentrações ruminais de ácidos graxos voláteis em bovinos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44,

2007. Jaboticabal. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. CD-ROM.

CARVALHO, E.M. de; PEREIRA, M.L.A.; MENDONÇA, S. de S.M. et al. Torta de dendê (*Elaeis guineensis*, Jacq.) em substituição ao feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) na alimentação de ovinos: balanço de nitrogênio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006. João Pessoa. **Anais...** SBZ, 2006. CD-ROM.

CARVALHO, E.M.; PEREIRA, M.L.A.; ALMEIDA, P.J.P. et al. Torta de dendê (*Elaeis guineensis*, Jacq.) em substituição ao feno de Tifton 85 (*Cynodon dactylon* spp.) na alimentação de ovinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 27, 2007a. Londrina. **Anais...** Universidade Estadual de Londrina, 2007a. CD-ROM.

CARVALHO, F.F.R. de; MATOS, M. do S.B.B.; BATISTA, A.M.V. et al. Substituição do milho pela casca de soja para cabritos: desempenho e digestibilidade dos nutrientes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, 2007a. Jaboticabal. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007b. CD-ROM.

CARVALHO, F.F.R. de; XENOFONTES, A.R.B.; BATISTA, A.M.V. et al. Desempenho de ovinos SPRD em crescimento alimentados com diferentes níveis de farelo de babaçu (*Orbignea speciosa*-Jack). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, 2007c. Jaboticabal. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007c. CD-ROM.

CASTAGNARA, D.D.; ARAÚJO, J.S.; LEVISTKI, M.A. et al. **Efeito da substituição do feno de tifton 85 *Cynodon* spp. pela casca de soja nos consumos de água e alimento em ovinos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 27, 2007a. Londrina. **Anais...** Universidade Estadual de Londrina, 2007. CD-ROM.

CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Quanto custa produzir biodiesel?** Disponível em: <www.cepea.esalq.usp.br/pdf/Cepea%20-%20Custos%20Biodiesel.pdf>. Acesso em: 04/10/2007.

CHUMPAWADEE, S.; SOMMART, K.; VONGPRALUB, T. et al. Nutritional evaluation of non forage high fibrous tropical feeds for ruminant using *in vitro* gas production technique. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.4, p.298-303, 2005.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Indicadores Agropecuários**. Disponível: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 04/10/2007.

COSTA NETO, P.R.; ROSSI, L.F.S.; ZAGONEL, G.F.; RAMOS, L.P. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química Nova**, v.24, n.4, 2000.

COSTA, D.A. da; SALIBA, E.O.S.; FERREIRA, L.M.A. et al. Consumo das frações fibrosas da torta de dendê. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 27, 2007. Londrina. **Anais...** Universidade Estadual de Londrina, 2007. CD-ROM.

- DANKE, R.J.; PANCIERRA, R.J.; TILLIMAM, A.D. Gossypol toxicity studies with sheeps. **J. Animal Sci.**, v.24, p.1199-1201, 1965.
- ECONOMIDES, S. The nutritive value of sunflower meal and its effect on replacing cereal straw in the diets of lactating ewes and goats. **Livestock Production Science**, v.65, p.89-97, 1998. EMBRAPA. Agroenergia – FOLHETO, 2006
- EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; PERON, A.J. et al. Avaliação da composição química de tortas de mamona e amendoim obtidas por diferentes métodos de extração de óleo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1, 2004, Campina Grande. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/producao/mamona/publicacoes/trabalhos_cbm1/158.pdf>. Acesso em: 03 de outubro de 2007.
- EZEQUIEL, J.M.B. Uso de caroço de algodão na alimentação animal. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3, 2001. Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2001.
- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **Economics and Statistics**, Disponível em: <<http://www.faostat.org>>. Acesso em: 04/10/2007.
- FERREIRA, E.M.; PIRES, A.V.; SUSIN, I. et al. Substituição do milho pela casca de soja em rações com alto teor de concentrado na alimentação de cordeiros confinados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, 2007. Jaboticabal. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. CD-ROM.
- GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B. et al. Degradação ruminal da matéria seca e da proteína bruta de alimentos concentrados utilizados como suplementos para novilhos. **Ciência e Agrotécnica**, v.28, p.167-173, 2004.
- GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B.; LANA, R.P. et al. Degradação ruminal da matéria seca e proteína bruta de alguns alimentos em novilhos da raça nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, Viçosa, 2000, **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. CD-ROM.
- GONZÁLEZ, J.; ANDRÉS, S.; ALVIR, M.R.; RODRIGUEZ, C.A. Rumen degradability and intestinal digestibility of coconut meal. **Animal Research**, v.50, p.201-204, 2001.
- HOLANDA, A. **Biodiesel e inclusão social**. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de publicações, 2004, 200p. (série caderno de altos estudos, n.1).
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa agrícola municipal**. Disponível: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 04/10/2007.
- IRSHAID, R.H.; HARB, M.Y.; TITI, H.H. Replacing soybean meal with sunflower seed meal in the ration of Awassi ewes and lambs. **Small Ruminant Research**, v.50, p. 109-116, 2003.
- LANA, R.P. **Nutrição e alimentação animal: mitos e realidades**. 2.ed. Viçosa:UFV, 2007, 344p.
- LEÃO, A.G.; SOBRINHO, A.G. da S.; LOUREIRO, C.M.B. et al. Peso e rendimento dos não-componentes da carcaça de cordeiros terminados com dietas contendo níveis crescentes de farelo de amendoim. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, 2007. Jaboticabal. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. CD-ROM.
- LIMA, P.E.R. **O biodiesel no Brasil e no mundo e o potencial do estado da Paraíba**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2007.
- LOUVANDINI, H.; NUNES, G.A.; GARCIA, J.A.S. Desempenho, características de carcaça e constituintes corporais de ovinos Santa Inês alimentados com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.603-609, 2007.
- MENDES, R.A. **Diagnóstico, análise de governança e proposição de gestão para a cadeia produtiva do biodiesel da mamona (CP/BDM): o caso do Ceará**. 2005. 5p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Ceará-UFC.
- MORAND-FEHR, P. Dietary choices of goats at the though. **Small Ruminant Research**, v.49, p.231-239, 2003.
- OLIVEIRA, A.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e indicadores de função hepática em ovinos alimentados com dietas contendo farelo ou torta de mamona tratado ou não com hidróxido de cálcio. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1, 2006, Brasília. Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel. Brasília: MCT/ABIPTI, 2006. p.8-13. Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/rede_arquivos/coProdutos.html>. Acesso em: 24 de maio de 2007.
- OLIVEIRA, M.S. de; PRADO, G.; ABRANTES, F.M. et al. Incidência de aflatoxinas, desoxinivaleno e zearalenona em produtos comercializados em cidades do estado de Minas Gerais no período de 1998-2000. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.61, p.1-6, 2002.
- OTT, J.P.; MUIR, J.P.; BROWN, T.F.; WITTIE, R.D. Peanut supplementation for growing doe kids on woodland range. **Small Ruminant Research**, v.52, p.63-74, 2004.
- PINHÃO MANSO. **Pinhão Manso: uma planta do futuro**. Disponível em <<http://www.pinhaomanso.com.br>>. Acesso em: 04/10/2007.
- PIÁ, J.A. **Aspectos agrônômicos da produção de biodiesel no Brasil**. In: Congresso Brasileiro - Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 3., 2006, Varginha. Disponível em: <<http://www.rbb.ba.gov.br/index.php?id=322&prefixo=det&menu=biblioteca>>. Acesso em: 04/10/2007.
- RIBEIRO, E.L. de A.; SOUSA, C.L. de; PAIVA, F.H.P. de et al. Desempenho de cordeiros alimentados com diferentes níveis de torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 27, 2007. Londrina. **Anais...** Universidade Estadual de Londrina, 2007. CD-ROM.

SANTOS, V.C.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L. et al. Composição centesimal da carne de borregos alimentados com grãos e subprodutos da canola. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, 2007a. Jaboticabal. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007a. CD-ROM.

SANTOS, V.C.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L. et al. Rendimento de cortes e não-componentes da carcaça de borregos alimentados com grãos e subprodutos da canola. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, 2007b. Jaboticabal. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007b. CD-ROM.

SEVERINO, L.S. **O que sabemos sobre a torta de mamona.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 31p. (Embrapa Algodão. Documentos, 134).

SILVA, G.M.; BORGES, I.; NEIVA, J.N.M. et al. Digestibilidade e consumo em ovinos recebendo níveis crescentes de farelo de coco. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. CD-ROM.

SILVA, H.G.O.; PIRES, A.J.V.; CUNHA NETO, P.A. et al. Digestibilidade de dietas contendo silagem de capim elefante amonizado e farelo de cacau ou torta de dendê em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.2, p.499-506, 2007.

SILVA, H.G. de O.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F. da et al. Características físico-químicas e custo do leite de cabras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, p.116-123, 2006.

SILVA, H.G. de O.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F. da et al. Digestibilidade de dietas contendo farelo de cacau ou torta de dendê em cabras lactantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, p.405-411, 2005.

SLUSZZ, T.; MACHADO, J.A.D. Características das potenciais culturas matérias-primas do biodiesel e sua adoção pela agricultura familiar. In: Congresso Internacional sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural, 6., 2006. Campinas, SP. **Anais...** Campinas, SP: AGRENER GD, UNICAMP, 2006. v. único, p. 1-10.

TOMM, G.O. **Situação atual e perspectivas da canola no Brasil. Passo Fundo:** Embrapa Trigo, 2000. 2p. html. 4ilust. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 58). Disponível: <http://www.cnpq.br/biblio/p_co58.htm>.

VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPELLE, E.R. **Tabelas de composição de alimentos para a bovinos.** 2.ed. Viçosa: UFV, DZO, 2006, 329 p.