

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DESENVOLVIMENTO RURAL
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL (PPGCAN)**

LAURA CRISTINA BARRA RAIOL

**RESÍDUO LIPÍDICO DA PRODUÇÃO DE BODIESEL
PROVENIENTE DO ÓLEO DE DENDÊ (*Elaeis guineensis*)
NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS – DIGESTIBILIDADE
APARENTE E COMPORTAMENTO INGESTIVO**

**BELÉM
2011**

LAURA CRISTINA BARRA RAIOL

**RESÍDUO LIPÍDICO DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL
PROVENIENTE DO ÓLEO DE DENDÊ (*Elaeis guineensis*)
NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS – DIGESTIBILIDADE
APARENTE E COMPORTAMENTO INGESTIVO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental. Universidade Federal Rural da Amazônia.

Área de concentração: Produção Animal

Orientador: Prof.Dr. Fernando Kuss

Co-orientação: Prof. Dr. André Guimarães Maciel e Silva

Co-orientação: Prof. Dr. Stefano Juliano Tavares de Andrade

**BELÉM
2011**

LAURA CRISTINA BARRA RAIOL

**RESÍDUO LIPÍDICO DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL
PROVENIENTE DO ÓLEO DE DENDÊ (*Elaeis guineensis*)
NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS – DIGESTIBILIDADE
APARENTE E COMPORTAMENTO INGESTIVO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental. Universidade Federal Rural da Amazônia.

Área de concentração: Produção Animal.

Data da Aprovação. Belém – PA: ____/____/____

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Fernando Kuss
UTFPR / Campus Dois Vizinhos

Prof. Dr. José de Brito Lourenço Junior
Pós-graduação Ciência Animal UFPA / Embrapa Amazônia Oriental / UFRA

Profa. Dra. Kaliandra Souza Alves
UFRA / Campus Parauapebas

A todos que de alguma forma acompanharam, direta ou indiretamente, a realização deste trabalho.

Em especial, KDSS.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus e ao nosso Senhor Jesus por terem me dado a vida e a oportunidade de viver experiências boas nesta caminhada, além de toda a serenidade e paz espiritual necessária para meu crescimento.

Aos meus pais, Dalcy e Joana, por me ensinarem a viver com honestidade, dignidade e caráter e por todos os incentivos dados para o alcance dos meus objetivos.

À minha família agradeço todo o amor, carinho, compreensão e respeito. Em especial, aos meus irmãos, Guilherme e Laureane, pela amizade e alegrias, aos meus avós paternos, Dalcy Raiol (in memoriam) e Laura Pinheiro Raiol, e as minhas avós maternas Joana Barra (in memoriam) e Hilda Mattos, por todo o zelo, apoio e preocupação com o futuro profissional de seus rebentos.

Agradeço muito ao companheirismo dos meus amigos, em especial ao Léo Pacheco, que por muitas vezes me socorreu quando a situação ficava difícil, ao Bosco Lion, pelas palavras de motivação e toda atenção prestada. Vocês são anjos enviados por Deus, que aliviam minha jornada aqui na terra. Obrigada por todos os incentivos e por estarem sempre ao meu lado, em todos os momentos.

Às amizades feitas durante a caminhada em busca deste objetivo. Em especial, às minhas grandes amigas Karla, Alessandra, Kelly e Laurena, pelas boas influências e lealdade.

Agradecimento especial aos professores Fernando Kuss, André Guimarães Maciel e Silva, Sandra Ávila, Stefano Andrade e José Lourenço Júnior. Obrigada pela orientação, pela tão notável paciência e incrível compreensão, assim como, pelo esclarecimento das dúvidas, o qual contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos colegas da pós-graduação, Karla Santana, Bruno Soares e Juliana Colodo, aos graduandos da Faculdade de Medicina Veterinária da UFPA, Roberta, Homero, Eziquiel e Augusto, e aos estagiários da escola agrícola, Luana, Ivanildo e Sillas, pela dedicação e auxílio na execução deste projeto. Assim como a todos os funcionários que, de alguma forma, ajudaram e viabilizaram recursos para o término deste.

Agradeço também aos demais professores do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da UFPA, pelos conhecimentos repassados e conselhos preciosos.

Ao professor de Economia Rural da UFRA, Marcos Antônio Souza dos Santos, por acreditar em mim me deixando sentir na pele um pouco da experiência diária da docência.

À Universidade Federal Rural da Amazônia, por ter proporcionado a utilização do Laboratório de Nutrição Animal, em especial ao professor Kedson Souza e ao técnico Ricardo.

À Universidade Federal do Pará – Faculdade de Medicina Veterinária, pela cessão dos estagiários e pela permissão na utilização do laboratório de Nutrição, em especial ao professor Felipe Nogueira.

À Universidade Federal de Minas Gerais, pela realização de parte das análises, pelo Laboratório de Nutrição Animal.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA, campus Castanhal, pela cessão do espaço físico e dos estagiários, em especial à professora Célia.

À Empresa AGROPALMA pela disponibilização do resíduo lipídico do processamento do biodiesel e óleo de dendê, assim como pelas informações repassadas sobre a produção do biodiesel.

À CAPES, pelo apoio financeiro, por meio da bolsa de mestrado, que foi crucial para minha manutenção durante o desenvolvimento desta pesquisa. E à FAPESPA pelo financiamento do experimento.

Ao Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, pelo apoio prestado durante esta trajetória.

Aos professores membros da banca, Kaliandra Alves e José Lourenço Júnior, pela disposição e sugestões para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Meu muito obrigada!

*“Tudo aquilo que você vividamente imaginar, ardentemente desejar,
sinceramente acreditar e, sobre o qual, entusiasticamente agir,
inevitavelmente acontecerá.”*

William Shakespeare

RESUMO

Este estudo buscou avaliar o efeito da inclusão de resíduo do processamento do biodiesel do óleo de dendê (*Elaeis guineensis*) na dieta, sobre a digestibilidade e comportamento ingestivo de cordeiros confinados. Vinte e cinco ovinos machos, sem raça definida, castrados, com peso vivo médio de 20kg, submetidos a dietas com 5% de suplementação lipídica proveniente de níveis crescentes de substituição 0, 25, 50, 75 e 100% de óleo de dendê por resíduo do biodiesel do dendê. Os animais foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, sendo o peso dos animais os blocos, com cinco tratamentos e cinco repetições. O período experimental foi de vinte e dois dias, com quinze dias de adaptação às dietas, dois dias de adaptação ao indicador externo de digestibilidade, Lignina Purificada e Enriquecida (LIPE), e cinco dias de coletas fecais. As dietas experimentais consistiram de 31% de feno de capim massai (*Panicum maximum* cv. Massai); 64% de concentrado, a base de milho e farelo de soja; e 5% de fonte lipídica (óleo de dendê e/ou resíduo do biodiesel). O arraçoamento foi dividido em duas refeições diárias, pela manhã (7h) e a tarde (16h). O comportamento ingestivo foi determinado mediante observação visual, ocorrido durante 24 horas, a intervalos de 5 minutos, para se determinar o tempo despendido em ingestão, ruminação e ócio. A utilização do resíduo do biodiesel do dendê como fonte lipídica apresentou resultados significativos de consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), bem como o coeficiente de digestibilidade de EE. Os níveis crescentes de substituição de resíduo do biodiesel não influenciaram ($P>0,05$) nos tempos despendidos em alimentação, ruminação e ócio. Assim como não alterou as eficiências de ingestão e ruminação da matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN). Não houve efeito da inclusão de resíduo do biodiesel sobre os consumos e coeficientes de digestibilidade da FDN e FDA.

Palavras-chave: Nutrição. Dendê. Ingestão. Ruminação.

ABSTRACT

*This study sought to evaluate the effect of including the processing of waste oil biodiesel palm (*Elaeis guineensis*) in the diet on digestibility and feeding behavior of lambs. Twenty-five male sheep, mixed breed, neutered, with average live weight of 20kg, submitted to diets with 5% supplemental lipid from increasing levels of substitution 0, 25, 50, 75 and 100% palm oil waste by palm oil biodiesel. The animals were distributed in randomized blocks, with the weight of the animal blocks with five treatments and five replications. The experimental period was twenty-two days, fifteen days adaptation to the diets, two days of adaptation to external indicator of digestibility, purified and enriched Lignin (LIPE), and five-day fecal collections. The experimental diets consisted of 31% grass hay Massai (*Panicum maximum* cv. Massai) 64% concentrate, from corn and soybean meal and 5% of fat source (palm oil and / or residue from biodiesel). Diets were fed in two meals daily in the morning (7am) and late (16h). The ingestive behavior was determined by visual observation, occurred during 24 hours at intervals of 5 minutes, to determine the time spent eating, ruminating and resting. The use of biodiesel in palm oil waste as a source of significant results presented lipid intakes of dry matter (DM), organic matter (OM), ether extract (EE) and crude protein (CP), as well as the digestibility of EE. The increasing levels of substitution of biodiesel residue did not influence ($P>0,05$) in time spent eating, ruminating and resting. Even as did not alter the efficiencies of ingestion and rumination of dry matter (DM) and neutral detergent fiber (NDF). No effect of the inclusion of biodiesel residue on intake and digestibility of NDF and ADF.*

Keywords: *Nutrition. Palm. Eating. Ruminating.*

LISTA DE TABELAS

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Tabela 1	Percentual médio e aplicação de produtos e subprodutos resultantes do fruto do dendezeiro.....	14
Tabela 2	Produção mundial de óleos (milhões de toneladas).....	15
Tabela 3	Área potencial e área plantada com dendê.....	16
Tabela 4	Composição do óleo de palma.....	21
Tabela 5	Ácidos graxos no óleo de dendê.....	21

2 DIGESTIBILIDADE APARENTE E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE OVINOS CONFINADOS ALIMENTADOS COM NÍVEIS CRESCENTES DE RESÍDUO LIPÍDICO DA PRODUÇÃO DO BIODIESEL DO ÓLEO DE DENDÊ (*Elaeis guineensis*) NA DIETA

Tabela 1	Composição bromatológica das dietas experimentais, em % de MS..	35
Tabela 2	Composição bromatológica da dieta total, em % de MS.....	36
Tabela 3	Perfil de ácidos graxos do óleo de dendê, do resíduo do biodiesel e das dietas experimentais provenientes da suplementação lipídica.....	37
Tabela 4	Médias e equações de regressão para os consumos totais (g), em percentagem de peso vivo (PV) e por unidade de tamanho metabólico (UTM), diários da matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB) e extrato etéreo (EE) de dietas com níveis crescentes de substituição do resíduo do processamento do biodiesel.....	39
Tabela 5	Médias dos coeficientes de digestibilidade (%) da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB) e extrato etéreo (DEE) de dietas com níveis crescentes de substituição do resíduo do processamento do biodiesel.....	41
Tabela 6	Médias dos consumos totais (g), em percentagem de peso vivo (PV) e por unidade de tamanho metabólico (UTM), diários da fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), hemicelulose (CHCEL) e celulose (CCEL) de dietas com níveis crescentes de substituição do resíduo do processamento do biodiesel.....	42
Tabela 7	Médias dos coeficientes de digestibilidade (%) da fibra em detergente neutro (DFDN), fibra em detergente ácido (DFDA), hemicelulose (DHCEL) e celulose (DCEL) de dietas com níveis	43

crescentes de substituição do resíduo do processamento do biodiesel.....

- Tabela 8 Tempos médios despendidos pelos animais em ingestão (ING), ruminação (RUM), mastigação total (MT) e ócio, em minutos por dia, em função dos níveis de resíduo do biodiesel do óleo de dendê nas dietas experimentais..... 44
- Tabela 9 Eficiências de ingestão da matéria seca (EI_{MS}) e fibra em detergente neutro (EI_{FDN}) e eficiências de ruminação da matéria seca (ERU_{MS}) e fibra em detergente neutro (ERU_{FDN}), de ovinos alimentados com níveis crescentes de resíduo do biodiesel do óleo de dendê..... 45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	13
2.1	CULTIVO DO DENDÊ (<i>Elaeis guineensis</i>) PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL.....	13
2.2	CENÁRIO PRODUTIVO DO ÓLEO DE DENDÊ.....	15
2.3	PRODUÇÃO DE ÓLEO DE DENDÊ PARA BIODIESEL.....	17
2.4	UTILIZAÇÃO DE LIPÍDEOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES.....	22
2.5	COMPORTAMENTO ANIMAL.....	25
3	DIGESTIBILIDADE APARENTE E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE OVINOS CONFINADOS ALIMENTADOS COM NÍVEIS CRESCENTES DE RESÍDUO DA PRODUÇÃO DO BIODIESEL DO ÓLEO DE DENDÊ (<i>Elaeis guineensis</i>) NA DIETA.....	32
3.1	INTRODUÇÃO.....	32
3.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
3.4	CONCLUSÃO.....	45
	REFERÊNCIAS.....	46
	ANEXO: Correlações de Pearson entre as diferentes variáveis.....	50

1 INTRODUÇÃO

O mundo sofre grandes pressões das insensatas ações humanas, o que ocasiona mudanças, principalmente climáticas. Diante disso, surgem preocupações com questões de ordem ambiental e econômica, e temas como sustentabilidade ambiental e autonomia energética ganham destaque ao longo dos anos.

O Brasil, a partir desse enfoque, tem acompanhado a tendência mundial de substituir o diesel de petróleo pelo biodiesel. Existem duas grandes razões para se produzir biodiesel, a primeira, tem seu respaldo no Protocolo de Kyoto - que é um dos instrumentos jurídicos internacionais mais importantes na luta contra as alterações climáticas, o qual visa limitar ou reduzir a emissão de gases de efeito estufa. E a segunda é uma questão de posicionamento estratégico, uma vez que a instabilidade político e social dos produtores de petróleo desperta, em alguns países, a busca por fontes de energia renovável, levando-os a autossuficiência energética e, em consequência, aumento de atividade industrial, com mais empregos e elevação de renda no campo.

Dezenas de espécies vegetais, no Brasil, têm sido pesquisadas e usadas na produção do biodiesel, entre elas o dendê (*Elaeis guineensis*). O biodiesel é um combustível produzido a partir de óleos vegetais ou de gorduras animais. Nacionalmente, o desenvolvimento desse agrocombustível foi alavancado, em 2005, com a explosão de planos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e novos projetos para a produção de biodiesel, em vários estados brasileiros, desenvolvidos por pesquisadores, investidores, novas usinas de biodiesel e setores do governo.

Atualmente, o Brasil é o terceiro maior produtor de óleo de palma da América Latina, onde se destacam a Colômbia, em primeiro, e o Equador, em segundo lugar. A participação brasileira na produção mundial é de apenas 0,53% (FAOSTAT, 2011). As áreas mais produtoras estão no Pará, Amapá, Amazonas e Bahia, porém é no Pará que se concentra mais de 80% da área plantada, tornando-o o maior produtor brasileiro de óleo de palma (IBGE, 2011).

Por outro lado, a produção do biodiesel gera resíduos que, quando não aproveitados, são lançados no ambiente e podem causar prejuízos nos seus ecossistemas. Para contornar essa situação, busca-se, por meio de pesquisas, a viabilidade de sua inclusão como fonte alimentar alternativa na nutrição animal, por

meio de respostas produtivas e econômicas. No caso do biodiesel, a partir do óleo de dendê, o resíduo gerado é rico em ácidos graxos, acreditando-se que possa ser utilizado como fonte lipídica na alimentação de ruminantes, em complemento à ração.

A composição e níveis adequados de utilização econômica e biológica desse resíduo na produção animal ainda são desconhecidos. O valor nutritivo de um alimento, para ruminantes, é medido por meio de análises bromatológica, desempenho, consumo, ensaios de digestibilidade e comportamento ingestivo, e assim é determinada a qualidade de um alimento. Novas técnicas de digestibilidade surgiram de modo a facilitar a determinação do valor nutritivo. Antigamente, realizava-se coleta total de fezes, hoje se utilizam métodos de coletas parciais, com uso de indicadores internos ou externos, entre os quais a Lignina Purificada e Enriquecida (LIPE[®]) é uma das mais novas opções.

Assim, este estudo visa avaliar o valor nutritivo do resíduo do processamento do biodiesel do dendê, por meio da determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente de rações, com diferentes níveis de substituição, em dietas para ovinos em crescimento, bem como verificar os efeitos dos tratamentos no comportamento ingestivo desses animais.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 CULTIVO DO DENDÊ (*Elaeis guineensis*) PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Quando o assunto é produção de biodiesel, o Brasil possui o maior potencial de competitividade, em relação aos demais países do mundo. São enormes extensões de terras para ampliar a fronteira agrícola, fartura de luz solar e água, recursos humanos, tecnologia agrícola e insumos, que resulta em uma das atividades econômicas mais promissoras a ser desenvolvida no país (FURLAN JÚNIOR et al., 2006).

O dendê (*Elaeis guineensis*) é uma palmeira originária da Costa Ocidental da África, pertencente à família Palmae, que foi trazida ao Brasil pelos escravos, no século XVI, onde se adaptou ao clima tropical úmido do litoral baiano (SEAGRI, 2010). Mas, é na região Norte do Brasil que está concentrado seu maior potencial

produtivo, no qual os estados do Pará, Amazonas e Amapá, são os mais promissores (VIÉGAS; MÜLLER, 2000). Nesta região ocorre maior variação em energia solar, temperatura do ar e umidade atmosférica, além de distribuição de chuvas, que é o elemento climático de maior variação espacial e que mais influencia na produtividade do dendê (BASTOS, 2000).

O dendezeiro é um cultivo perene, com vida econômica útil entre 20 e 30 anos, começa a produzir frutos, a partir do terceiro ano, com produção crescente, até o sétimo ano, permanece estável até o 17º ano, e a partir daí começa a declinar (BARCELOS, et al., 1995). Do dendê se extrai o óleo de palma, obtido da polpa ou mesocarpo, e o óleo de palmiste, retirado da castanha do dendê ou endocarpo (PARENTE, 2003).

O processamento dos frutos de palma fornece, em média, os produtos e subprodutos listados na Tabela 1. Os óleos de palma e palmiste produzidos dessa cultura são largamente utilizados em alimentação, na forma de margarinas, cremes vegetais, gorduras industriais e óleo de cozinha, e é, também, importante matéria-prima na indústria saboeira, de tintas e oleoquímica. A produtividade dos óleos de palma e palmiste são, respectivamente, de 3.500 a 5.000 kg/ha/ano e de 200 a 350 kg/ha/ano (FURLAN JÚNIOR, et al., 2006).

Tabela 1 Percentual médio e aplicação de produtos e subprodutos resultantes do fruto do dendezeiro

Produtos	%	Quantidade*	Aplicação
Óleo de palma bruto	20	-	Alimentação/biodiesel
Óleo de palmiste	1,5	-	Alimentação/biodiesel
Subprodutos			
Torta de palmiste	3,5	3 t	Fertilizante/ração animal
Cachos vazios	22	22 a 25 t	Fertilizante/co-geração de energia
Fibra	12	10 a 12 t	Co-geração de energia
Casca	5	5 t	Co-geração de energia
Efluente líquido	50	55 t	Fertilizante

*A cada 100 toneladas de cachos de frutos processados. Fonte: KALTNER; FURLAN JÚNIOR (2000). VEIGA et al. (2000).

A produtividade máxima do dendezeiro é de 25 toneladas de cachos de frutos frescos/ha/ano, com teor de óleo de palma bruto de 22% e 2% de óleo de palmiste. O ciclo de produção corresponde a produtividade média de quatro toneladas de óleo de palma bruto e uma tonelada de óleo de palmiste/ha/ano, durante o seu ciclo de vida (FURLAN JÚNIOR, et al., 2006).

Em altas produções, o dendezeiro exige temperaturas médias mínimas superiores a 24 °C. A colheita é realizada durante o ano inteiro, utilizando-se ferro de cova e foice para a coleta dos cachos, em função da idade e altura das plantas. O intervalo de colheita é de dez a quinze dias. A cultura da palma é praticada com baixo nível de agressão ambiental, pois pode ser realizada em solos de baixa fertilidade, com rápida cobertura arbórea, protegendo-os contra a lixiviação e erosão (FURLAN JÚNIOR, et al., 2006).

2.2 CENÁRIO PRODUTIVO DO ÓLEO DE DENDÊ

A produção mundial dos principais óleos vegetais, na safra de 2009, foi de 116,0 milhões de toneladas (Tabela 2). O óleo produzido, em maior quantidade, foi o do cultivo do dendezeiro, com produção de 45,1 milhões de toneladas, que superou a de óleo de soja. O dendê se destaca das demais oleaginosas, também, pela maior evolução no volume de produção. Verifica-se aumento de 113,7% na produção de óleo de palma, entre 2000 e 2009, enquanto que a de óleo de soja foi elevada em 42,5% (FAOSTAT, 2011).

Tabela 2 Produção mundial de óleos (milhões de toneladas)

Óleo	Produção 2000	%	Produção 2009	%	Evolução 2000/2009
Palma	21,1	30,0	45,1	38,8	113,7
Soja	25,2	35,8	35,9	31,0	42,5
Canola	14,4	20,5	21,8	18,8	51,4
Girassol	9,6	13,7	13,2	11,4	37,5
Total	70,3	100,0	116,0	100,0	65,0

Fonte: PARENTE (2003), FAOSTAT (2011).

Os maiores produtores mundiais de dendê são os países asiáticos, entre os quais se destacam a Malásia, em primeiro, e a Indonésia, em segundo. O Brasil ocupa a 11^a posição no ranking mundial (FAOSTAT, 2011). No entanto, de acordo com a Tabela 3, o país pode aumentar a produção, devido ao seu potencial de plantio.

Tabela 3 Área potencial e área plantada com dendê

Estado	Potencial para cultivo (há)	Área plantada	Área produção
Acre	2.500.000	-	-
Amapá	1.500.000	2.000	-
Amazonas	50.000.000	1.200	1.200
Bahia	-	6.050	6.050
Maranhão	-	-	-
Mato Grosso	500.000	-	-
Pará	10.000.000	45.213	27.359
Rondônia	1.000.000	-	-
Roraima	4.000.000	-	-
Tocantins	500.000	-	-
Total	70.000.000	54.463	34.609

Fonte: Grupo Agropalma (2000 citado por PARENTE, 2003). IBGE (2011).

O Pará é o segundo estado brasileiro em área potencial para plantio do dendê e o primeiro em área plantada, o que faz com que responda por 85% da produção nacional de óleo de dendê. Essa produção, no Pará, está consolidada em três pólos, que abrangem nove municípios, Moju, Tailândia, Acará, Tomé-Açu, Bonito, Igarapé-Açu, Santo Antônio de Tauá, Santa Izabel do Pará e Castanhal. De acordo com Müller (2000), o Pará já é o maior produtor de óleo de palma do Brasil, concentrando mais de 80% da área plantada, com produção de 916.663 t de cachos de frutos, em 2009 (IBGE, 2011).

Embora com esse potencial produtivo, o Brasil ainda não ocupa posição de destaque, tanto no contexto mundial, quanto no cenário da América Latina, pois está atrás de países como Colômbia, Equador e Honduras, que estão, respectivamente, na quinta, sétima e nona posições (FAOSTAT, 2011).

A produção de óleo de palma, no Brasil, é dominada por uma empresa de grande porte, a Agropalma, fixada no Pará, a qual é responsável por, aproximadamente 72% da produção nacional. Nesse estado, os produtores estão organizados em grandes, médias e pequenas empresas, bem como em sistemas cooperativistas, além das associações comunitárias, onde se destaca a agricultura

familiar (FURLAN JÚNIOR, et al., 2006). O agronegócio da palma é o mais vantajoso em projetos específicos para o mercado, devido seu potencial de absorção de carbono e valor econômico da produção de óleo, conforme sugerido pelo protocolo de Kyoto.

2.3 PRODUÇÃO DE ÓLEO DE DENDÊ PARA BIODIESEL

Os cachos com frutos frescos constituem a matéria-prima, enquanto os óleos de palma e palmiste, o produto final. A produção começa pela esterilização dos cachos, em até 24 horas após a colheita, com objetivo de evitar o desenvolvimento da acidez e facilitar o desprendimento dos frutos do cacho, a fim de não comprometer a qualidade do óleo. Esta etapa produz um efluente líquido utilizado como fertilizante/adubo orgânico (VEIGA et al., 2000).

Na etapa seguinte, os frutos são separados do cacho no debulhador, onde os cachos são utilizados como fonte de energia nas caldeiras do processo e o resíduo da queima aproveitado como adubo orgânico. Depois, no digestor, as estruturas das células da polpa são quebradas, liberando o óleo das células oleíferas dos frutos. A extração do óleo da polpa é feita quando a massa saída do digestor é submetida a um tipo de prensagem, que deixa a semente intacta misturada com as fibras da polpa ou torta da polpa (BARCELOS, et al., 1995).

O óleo obtido da prensagem segue para a classificação, onde passa pelo clarificador, que elimina as matérias coloidais ou mucilagens e as impurezas sólidas, constituídas por fibras, areia, etc., e pelo depurador, onde grande parte da umidade é eliminada; e secagem, a fim de retirar mais umidade. Posteriormente, é realizado o armazenamento e expedição, onde é imediatamente despejado nos tanques para armazenagem, no qual devem ser dotados de aquecimento constante, para evitar a solidificação dos componentes mais densos do óleo (BARCELOS, et al., 1995).

No desfibrador, a torta será separada em fibras e sementes, por ventilação. As fibras são utilizadas como combustível nas caldeiras, e as sementes são levadas ao polidor de cilindros, onde são retirados os restos de fibra. Em seguida, passam por um secador que facilita o desprendimento das amêndoas. Então, as sementes são transportadas para a descascadora centrífuga, onde são quebradas e, as amêndoas são trituradas e prensadas para a extração do óleo de palmiste, que é depurado e armazenado em tanques apropriados. A torta de palmiste é ensacada

logo após a secagem, e pode ser usada como fertilizante ou componente de ração para animais, pois possui de 14 a 18% de proteínas (BARCELOS, et al., 1995) (Figura 1). Assim como as fibras, as cascas, também, podem ser utilizadas como combustíveis nas caldeiras, por apresentarem poder calorífico maior que o das fibras da polpa, ou servir de revestimento das estradas da plantação.

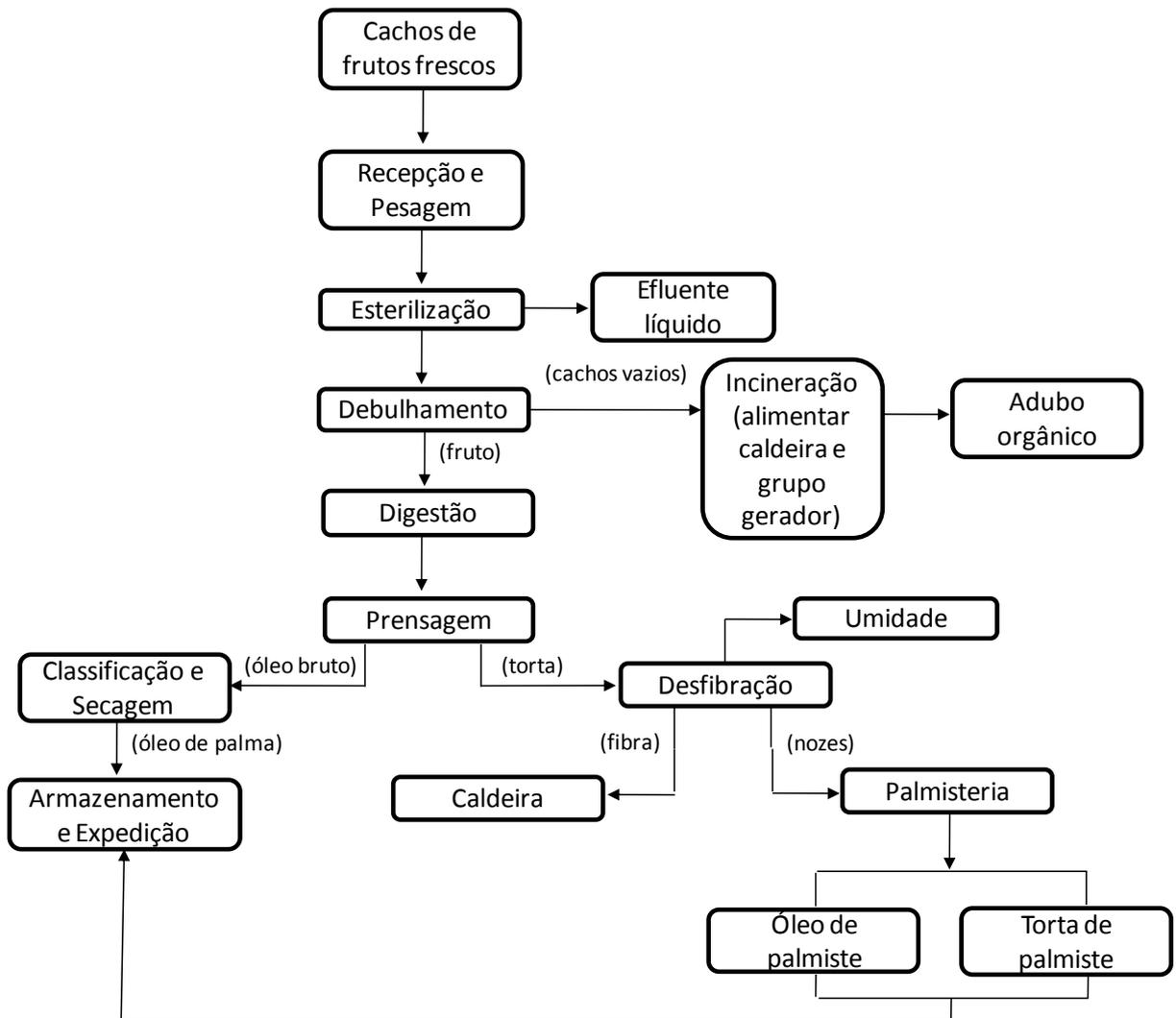


Figura 1 Fluxograma do processo de extração e beneficiamento do óleo de palma.
Fonte: PARENTE (2003).

O óleo de dendê contém cerca de 50% de ácidos graxos saturados, com predominância do palmítico, e 50% de ácidos graxos insaturados, sobretudo, oléico e linoléico. Sua cor avermelhada deve-se à presença do caroteno ou pró-vitamina A, considerada a maior fonte natural dessa vitamina. É totalmente líquido a 30 °C e sólidos a temperaturas inferiores a 15 °C. A moderna tecnologia de refino permite

separar, por fracionamento, a parte fluida ou oleína, rica em caroteno e em ácidos graxos insaturados, usada como óleo fino de mesa, da parte sólida que se deposita e que é constituída de glicerídeos de ácidos graxos saturados, como estearina e palmistina, usada entre outros fins, no preparo de margarinas alimentares (BARCELOS, et al., 1995).

O recente incentivo à produção de biodiesel decorre da necessidade de diminuição de emissão de CO₂ na atmosfera, pois o emprego do biodiesel no óleo de diesel de petróleo polui menos o ambiente (JARDINE et al., 2009). A Lei nº 11.097/05 estabeleceu percentuais mínimos de mistura de biodiesel ao diesel e fixou datas para a inserção do novo combustível no mercado, em caráter autorizativo e, a partir de 2008, em caráter obrigatório. De 2005 a 2007 foi autorizada a mistura de 2% de biodiesel ao diesel, de 2008 a 2012, essa mistura será obrigatória e de 2013, em diante, será obrigatório a mistura de 5% de biodiesel ao diesel (ANP, 2011).

No processo convencional de produção de biodiesel (Figura 2), o produto final é o biodiesel e do rejeito se obtém a glicerina, como subproduto. Além disso, o resíduo, rico em ácidos graxos, resultante da destilação da glicerina bruta ou resíduo glicérico, tem a possibilidade de ser utilizado como fonte energética na alimentação animal (PARENTE, 2003).

O biodiesel é produzido por meio de reações de transesterificação, na qual a glicerina é separada da gordura ou óleo vegetal. De acordo com Abdalla et al. (2008), nesse tipo de reação, o óleo vegetal e o álcool, na presença de um catalisador ácido ou básico, resultam na obtenção de um éster metílico ou etílico, mais fino e com menor viscosidade, ou seja, o biocombustível e glicerina; além de resíduos, tais como torta, farelos, ácidos graxos, etc., que podem constituir outras fontes de renda para os produtores.

De acordo com a Agência Nacional do Petróleo (ANP), em conformidade com a Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, e com a Resolução de Diretoria nº 447, de 2 de setembro de 2003, o biodiesel é definido como um “combustível renovável, produzido a partir de óleos de origem vegetal ou animal e álcool, a ser utilizado em mesclas com óleo diesel”. De outra forma, é uma mistura de mono-ésteres de ácidos graxos de cadeia linear.

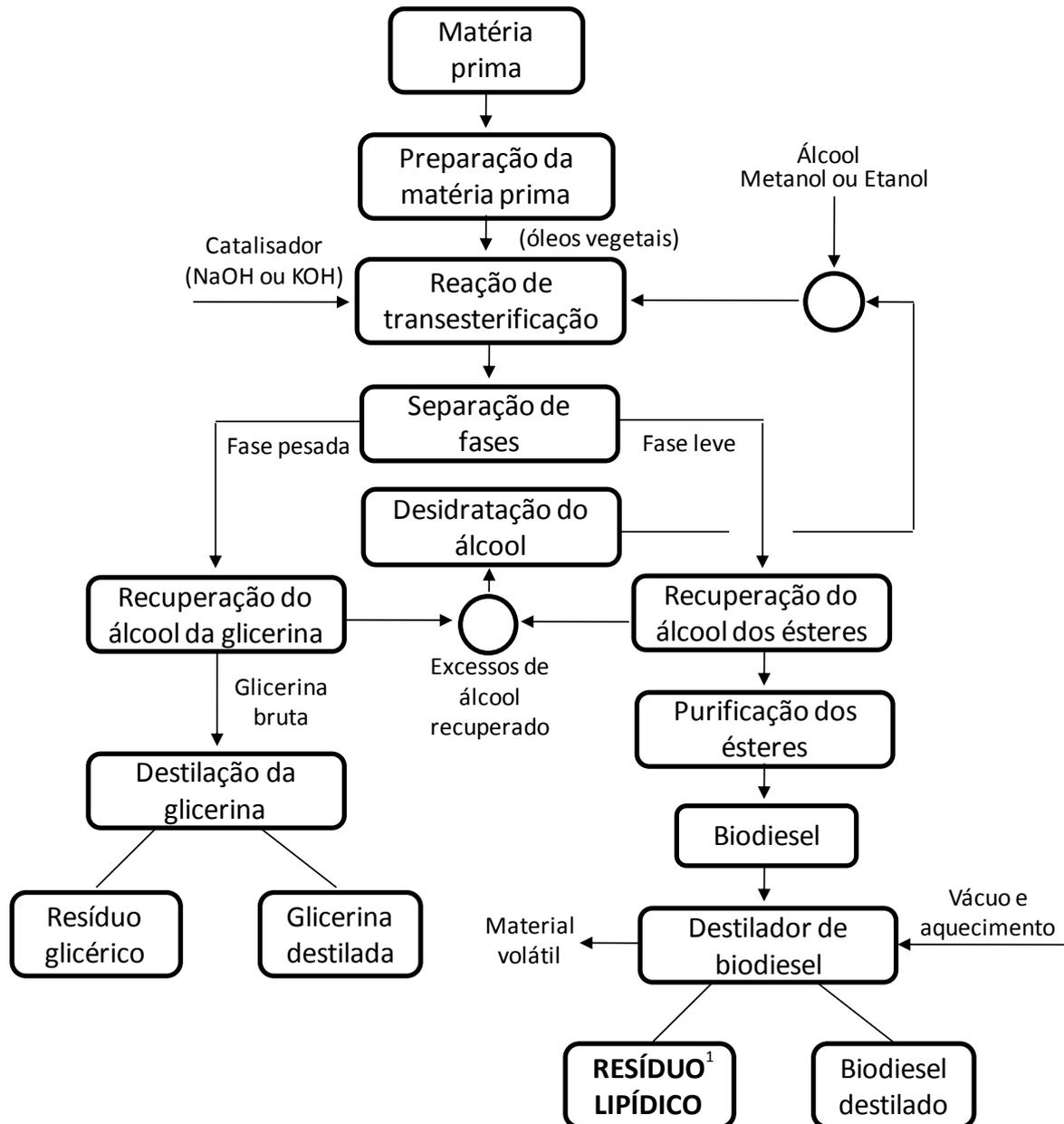


Figura 2 Fluxograma de produção de biodiesel, a partir de óleos vegetais. ¹ Resíduo lipídico do biodiesel do processamento do dendê. Fonte: PARENTE (2003).

Do ponto de vista de composição química, o óleo de palma bruto caracteriza-se por ter um percentual aproximado de 90% de triglicerídeos e elevada acidez, devido aos ácidos graxos livres, que correspondem a um percentual entre 2% e 5%. Os demais componentes são monoglicerídeos e diglicerídeos (Tabela 4).

Os principais triglicerídeos caracterizam o óleo de dendê como produto que tem como principal característica a relação aproximada de 1:1, entre ácidos graxos saturados e insaturados, no qual se verifica a predominância de ácido saturado palmítico e do ácido insaturado oléico (Tabela 5).

Tabela 4 Composição do óleo de palma

Maior constituinte	(%)	Componente principal
Triglicerídeo	88,7	*POP, POO, POL
Diglicerídeo	6,5	
Monoglicerídeo	0,3	
Ácido graxo livre	3,5	Palmítico e Oléico
Menor Constituinte	<1	
Fosfolipídeo	20-80 ppm	
Glicolipídeo	1000-3000 ppm	Mono-glicosil-diglicerídeo
Carotenóide	500-700 ppm	Beta-caroteno
Esterol	300-600 ppm	Beta-citosterol
4-metilesterol	360 ppm	Gramisterol
Triterpeno álcool	320 ppm	Cicloartenol
Tocoferol	600-1000 ppm	Gamma-tocotrienol

Fonte: Grupo Agropalma (2002). *Palmítico-Oléico-Palmítico (POP), Palmítico-Oléico-Oléico (POO), Palmítico-Oléico-Linoléico (POL).

A cadeia de processamento do dendê apresenta grande potencial para o aproveitamento de resíduos, como complementos para alimentação animal. O primeiro desses, corresponde à torta de palmiste, que vem sendo estudada do ponto de vista nutricional, o segundo resíduo, provém da produção de biodiesel e corresponde ao rejeito produzido após a separação da glicerina. A exploração racional desses resíduos pode resolver problemas ambientais e fornecer mais um elo de aproveitamento do potencial do dendê, de forma a tornar a sua produção cada vez mais competitiva.

Tabela 5. Ácidos graxos no óleo de dendê

Nome trivial	Ácido graxo	CODEX*	ANVISA**
Láurico	C12:0	<0,5	<0,4
Mirístico	C14:0	0,5 – 2,0	0,5 – 2,0
Palmítico	C16:0	39,0 – 47,5	35,0 – 47,0
Palmitoléico	C16:1	-	<0,6
Estearico	C18:0	3,5 – 6,0	3,5 – 6,5
Oléico	C18:1	36,0 – 44,0	36,0 – 47,0
Linoléico	C18:2	9,0 – 12,0	6,5 – 15,0
Linolênico	C18:3	0,5	<0,5
Araquídico	C20:0	-	<1,0

Fonte: *CODEX STANDARD FOR NAMED VEGETABLE OILS 210 – 1999. **ANVISA – RDC nº 482/1999.

2.4 UTILIZAÇÃO DE LIPÍDEOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

Lipídeos são substâncias orgânicas insolúveis em água, extraídas das células por solventes não polares, tais como clorofórmio, éter e benzeno. O armazenamento de lipídeos ocorre em muitas sementes e estão predominantemente presentes como triglicerídeos, ácidos graxos esterificados com glicerol (TAMMINGA; DOREAU, 1991). Os ácidos graxos são os principais componentes dos lipídeos, aos quais conferem suas propriedades gerais. Geralmente, os óleos de origem animal são ricos em ácidos graxos saturados, e podem variar conforme a dieta do animal, e os de origem vegetal em ácidos graxos insaturados (BEORLEGUI; FERREIRA, 1990).

Os animais possuem exigências específicas de ácidos graxos como componente das membranas celulares e precursores das moléculas regulatórias. A adição de lipídeos em rações, além de aumentar a capacidade de absorção de vitaminas lipossolúveis, também, fornecem ácidos graxos essenciais para as membranas de tecidos e atuam como precursores da regulação do metabolismo. Geralmente, essas necessidades podem ser supridas com a participação de 1% de ácidos graxos da matéria seca da ração (PALMQUIST; MATTOS, 2006).

Os lipídeos possuem 2,25 vezes mais conteúdo energético que os carboidratos, por isso têm sido utilizados para aumentar a densidade energética das dietas, principalmente de animais em lactação (SIMAS, 1998). Os aspectos positivos da inclusão desses alimentos na dieta animal estão no aumento da ingestão energética, pela elevação da concentração e melhoria da eficiência de utilização da energia, pela redução do incremento calórico (HORTON et al., 1992). Como o incremento calórico de lipídeos é mais baixo do que de carboidratos e proteínas, o aumento da ingestão de lipídeos pode elevar a ingestão de energia, principalmente, em ambientes quentes (PALMQUIST; MATTOS, 2006).

De acordo com Baldwin et al. (1980), a eficiência energética se eleva a um leve aumento no consumo de ácidos graxos, devido a deposição direta de ácidos graxos dietéticos nos tecidos animais substituir os passos metabólicos da conversão de carboidratos ou ácidos graxos voláteis (AGV), em ácidos graxos, com respectiva perda de calor. Entretanto, o fornecimento de lipídeos, em níveis superiores a 7%, geralmente, causa decréscimo no consumo voluntário do alimento e digestibilidade

dos nutrientes, principalmente da fibra (VAN SOEST, 1994). Provavelmente, isso ocorre devido aos limites metabólicos de utilização da gordura, tanto para oxidação, como para armazenamento nos tecidos (PALMQUIST; MATTOS, 2006).

Os efeitos negativos na fermentação ruminal em dietas com inclusão de lipídeos, acima do limite crítico, são decorrentes: do efeito tóxico direto dos ácidos graxos aos microrganismos, sendo as bactérias gram (+), metanogênicas e protozoários os mais susceptíveis, e do efeito físico pelo recobrimento das partículas alimentares com gordura, com conseqüente redução do contato destas com agentes de digestão (PALMQUIST; MATTOS, 2006).

O uso de óleo em rações para ruminantes apresenta efeitos desejáveis, como inibição da produção de metano, redução da concentração de NH_3 ruminal, aumento na eficiência da síntese microbiana e, em animais lactentes, aumenta o ácido linoléico conjugado (CLA) no leite, considerado importante agente anticarcinogênico. No entanto, o óleo, também, apresenta efeitos indesejáveis, como a redução na digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e celulose, e na relação acetato: propionato, com conseqüente diminuição da gordura do leite (LIN et al., 1995). Pois, lipídeos insaturados estimulam bactérias produtoras de propionato, o que causa aumento da proporção molar, devido ao acréscimo da produção e, concomitante, redução da produção de acetato e butirato (VAN NEVEL; DEMEYER, 1988).

Os principais ácidos graxos da gordura dos ruminantes são os ácidos palmítico, esteárico e oléico (WATKINS; GERMAN, 1998). Ácidos graxos de cadeia média (10 a 14 átomos de carbono) e poliinsaturados de cadeia longa são tóxicos aos microrganismos ruminais. Essa toxicidade está relacionada a natureza anfifílicas dos ácidos graxos, isto é, aqueles que são solúveis, tanto em solventes quanto em água, são mais tóxicos. Sendo assim, microrganismos do rúmen desenvolvem um mecanismo de autodefesa, chamado de biohidrogenação, que converte ácidos graxos insaturados em ácidos graxos saturados (PALMQUIST; MATTOS, 2006).

Os lipídeos fornecidos aos animais sofrem modificações no ambiente ruminal, basicamente em dois processos: a hidrólise e a biohidrogenação. No primeiro, os microrganismos hidrolisam os lipídeos até ácidos graxos e glicerol, ou a outros compostos, em função do lipídeo consumido (CHURCH, 1998). O glicerol é rapidamente fermentado a ácidos graxos voláteis, ou seja, liberado pela hidrólise, o glicerol é utilizado pelas bactérias para a produção de ácidos graxos voláteis, porém

as bactérias não conseguem utilizar estes ácidos graxos para produzir energia, pois são compostos extremamente reduzidos. Mas, podem incorporá-los no seu citoplasma, como ácidos graxos livres ou utilizarem em sua membrana citoplasmática como fosfolipídeos (PALMQUIST; MATTOS, 2006).

A biohidrogenação consiste na adição de hidrogênio aos ácidos graxos nos locais de suas duplas ligações, que aumenta seu grau de saturação. A isomerização é como um passo intermediário da biohidrogenação dos ácidos graxos. Nesse ponto, algumas ligações cis das cadeias lipídicas são convertidas a ligações trans, devido à ação de isomerases produzidas pelos microrganismos, os locais e a conformação geométrica dessas ligações (CHURCH, 1998).

Sob condições normais de alimentação, a maior parte dos ácidos graxos insaturados ingeridos, linoléico e linolênico, são biohidrogenados, acima de 80% e 90%, respectivamente, pois a taxa de biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos é mais alta à medida que o grau de insaturação aumenta (DOREAU; FERLAY, 1994). Embora os ácidos graxos sejam em grande parte biohidrogenados, os ruminantes conseguem satisfazer suas necessidades de ácidos graxos essenciais (PALMQUIST; MATTOS, 2006).

Dois importantes intermediários no processo de biohidrogenação são o ácido vaccênico (*trans 11, C18: 1*), formado a partir de ácido linoléico e linolênico e ácido linoléico conjugado – CLA (*cis 9, trans 11*), formado na biohidrogenação do ácido linoléico. Esses intermediários estão presentes em quantidades significativas na gordura dos ruminantes, em uma relação de 3:1 (CLA: VA), mas no rúmen o CLA é transitório, ao contrário do ácido vaccênico que se acumula no rúmen. Essa relação é devido a maior parte do CLA (*cis 9, trans 11*) encontrado na gordura dos ruminantes se originar nas glândulas mamárias e tecido adiposo, pela síntese endógena, que envolve a enzima Δ -9 dessaturase com o ácido vaccênico do rúmen, usado como substrato (BAUMAN et al., 2003).

Essa descoberta é de fundamental importância no desenvolvimento de alimentos nutracêuticos, pois o CLA está entre os mais potentes anticarcinogênicos naturais (LOCK; BAUMAN, 2003). Na realidade, os ácidos graxos responsáveis por promover perfil de lipídeos no plasma e favorecer aterosclerose são os ácidos láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0), que compõem menos de 30% da gordura bovina e ovina, e menos de 40% da gordura do leite. Alto teor de CLA (4 a 5% dos ácidos graxos da gordura do leite) é observado em animais confinados

que recebem rações composta por quantidades limitadas de volumoso e suplementados com óleos ricos em ácido linoléico (PALMQUIST; MATTOS, 2006). As principais fontes alimentares de ácido linoléico conjugado (CLA) são alimentos derivados de ruminantes, 70% provenientes de produtos lácteos e 25% de carne vermelha (RITZENTHALER et al., 2001).

2.5 COMPORTAMENTO ANIMAL

O estudo do comportamento ingestivo é uma ferramenta importante para o desenvolvimento de modelos que sirvam de suporte a pesquisa e possibilitem ajustar técnicas de manejo e alimentação para melhorar o desempenho zootécnico dos animais (PENNING et al., 1991). A avaliação do comportamento ingestivo de animais submetidos a ambientes controlados faz-se necessária por propiciar o entendimento das respostas animais e possibilitar ajustes de manejo alimentar para obtenção do melhor desempenho produtivo (MARQUES et al., 2006).

De acordo com Arnold (1985), os ruminantes procuram ajustar o consumo alimentar às suas necessidades nutricionais, principalmente energia. Segundo Faverdin et al. (1995), os fatores que influenciam no comportamento ingestivo estão ligados ao animal, ao alimento e ao ambiente. Os ruminantes apresentam um padrão diurno de alimentação, tanto em pastejo (FORBES, 1986), como confinados (RAY; ROUBICEK, 1971), ainda que o horário de distribuição do alimento e a quantidade fornecida possam influenciar o momento dos picos de ocorrência da atividade ingestiva (CHASE et al., 1976; JASTER; MURPHY, 1983). Deswysen et al. (1993) observaram que ovinos e bovinos, alimentados duas vezes ao dia, apresentaram um importante período de ruminação, no início da tarde, além do pico de atividade noturna.

Entretanto, existem diferenças entre indivíduos quanto à duração e repartição das atividades de ingestão e ruminação, que parecem estar relacionadas com o apetite dos animais, as diferenças anatômicas (DULPHY; FAVERDIN, 1987; DESWYSEN et al., 1993) e a distribuição temporal do consumo de alimentos e da cinética digestiva (CORBETT; PICKERING, 1983). Para os ruminantes, a atividade de ruminar é um processo que possibilita que o bolo alimentar seja remastigado e ensalivado, até atingir tamanho adequado para então ser fermentado no rúmen. A

duração e os padrões de distribuição dos ciclos de ruminação são influenciados pelas atividades de ingestão, pela forma física da dieta, pelo teor de parede celular dos volumosos, frequências de alimentação e quantidade e qualidade de alimento consumido (ARNOLD; DUDZINSKI, 1978; VAN SOEST, 1994; FERREIRA, 2006).

O tempo gasto com a ruminação é altamente correlacionado com o consumo de FDN. A ruminação é a atividade que mais se altera perante modificações da dieta, sejam estas químicas e/ou físicas, resultando em variadas situações no desempenho animal (VAN SOEST, 1994). Isto se comprova com as observações feitas por Dado; Allen (1995) e Bürger et al. (2000), que observaram aumento linear no tempo médio de alimentação e ruminação à medida que os níveis de FDN da dieta aumentaram.

O tempo destinado ao ócio ou descanso consome cerca de dez horas diárias. Um animal está em ócio quando ele não está ingerindo água, e/ou alimento ou ruminando, podendo permanecer em pé ou deitado. Geralmente, os animais em ócio permanecem em pé nas horas mais quentes do dia, e deitados durante a noite (ALBRIGHT, 1993). De acordo com Fraser (1984), a maior parte do tempo que o animal permanece deitado é destinada a ruminação, facilitada pelo incremento da pressão abdominal. De acordo com Coe et al. (1990), os estímulos da ruminação permitem o descanso fisiológico e a recuperação física dos animais.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, A. L. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v 37, suplemento especial p. 258-260, 2008.
- ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.2, p.485- 498, 1993.
- ANP – Agência Nacional de Petróleo. **Legislação**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=8946>. Acesso em: 20 Jan. 2011.
- ARNOLD, G. W. Ingestive behavior. In: FRASER, A. F. **Ethology of farm animals, a comprehensive study of the behavioral features of the common farm animals**. New York, Elsevier, 1985. p. 183-200.
- ARNOLD, D. W.; DUDZINSKI, M. L. **Ethology of free-ranging domestic animals**. Amsterdam, Elsevier, 1978. 198 p.
- BALDWIN, R. et al. Manipulating metabolic parameters to improve growth rate and milk secretion. **Journal Animal Science**, v. 51, p. 1416-1428, 1980.
- BARCELOS, E. et al. **A cultura do dendê**. Embrapa – Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia oriental – Brasília: EMBRAPA-SPI, 1995.68p. (Coleção plantar, 32).
- BASTOS, T. X. Aspectos agroclimáticos do dendezeiro na Amazônia Oriental. In: VIEGAS, I. de J. M., MÜLLER, A. A. **A cultura do dendezeiro na Amazônia Brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p.48-60.
- BAUMAN, D. E. et al. New perspectives on lipid digestion and metabolism in ruminants. **Proceeding of the Cornell Nutrition Conference**. pp. 175-189, 2003.
- BEORLEGUI, C. B.; FERREIRA, W. M. **Digestión y metabolismo de las grasas**. Madrid, ETSIA, 37 p., 1990.
- BÜRGER, P. J. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 236-242, jan./fev. 2000.

CODEX STANDARD FOR NAMED VEGETABLE OILS. CODEX STAN 210-1999. 13p.

COE, B. L. et al. Postural adjustments in holstein dairy calves and cows. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 257, 1990.

CORBETT, J. L.; PICKERING, F. S. Estimation of daily flows of digesta in grazing sheep. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 34, n. 2, p. 193-210, 1983.

CHURCH, D. C. **El ruminant: fisiología digestiva y nutrición** Zaragoza. Acribia., 1998. 630p.

CHASE, L.E. et al. Feeding behavior of steers fed a complete mixed ration. **Journal of Dairy Science**, v. 59, n. 11, p.1923-1928, 1976.

DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 1, p. 118-133, jan. 1995.

DESWYSEN, A. G. et al. Nycterohemeral eating and ruminating patterns in heifers fed grass or corn silage: analysis by finite Fourier transform. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 10, p. 2739-2747, oct. 1993.

DOREAU, M.; FERLAY, A. Digestion and utilization of fatty-acids by ruminants. **Animal Feed Science and Technology**. v.45: 379-396, 1994.

DULPHY, J. P.; FAVERDIN, P. L. L'ingestion alimentaire chez les ruminants: modalités et phénomènes associés. **Reproduction Nutrition Development**, v.7, n.1B, p.129-155, 1987.

FAOSTAT - Agriculture. **Food and Agricultural commodities production**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em: 20 Jan. 2011.

FAOSTAT. **Production - Crops processed**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/636/DesktopDefault.aspx?PageID=636#ancor>. Acesso em: 23 Jul. 2011.

FAVERDIN, P. et al. **Control and prediction of feed intake in ruminants**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE NUTRITION OF HERBIVORES, 4. 1995, Paris: INRA, 1995. p. 95-120.

FERREIRA, J. J. **Desempenho e comportamento ingestivo de novilhos e vacas sob freqüências de alimentação em confinamento**. 2006. 80 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

FORBES, J. M. **The voluntary food intake of farm animals**. Londres: Butterworth and Co, 1986. 206 p.

FRASER, A. F. **Comportamiento de los animales de granja**. Zaragoza, Acribia, 1984. 282p.

FURLAN JÚNIOR, J. et al. **Biodiesel: porque tem que ser dendê**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental; Palmasa, 2006. 205p.

GRUPO AGROPALMA. **Óleo de palma: um produto natural**. Belém: G. A. Editora, 2002.

HORTON, G. M.; et al. Rumen protected lipid for lactating ewes and their nursing lambs. **Small Ruminant Research**. v. 9, p. 27-36, 1992.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=t&o=11&i=P>. Acesso em: 20 jan. 2011.

JARDINE, J. G. et al. **Considerações sobre o biodiesel como biocombustível alternativo ao diesel**. Campinas, SP: Embrapa Informática Agropecuária, 2009.

JASTER, E.H; MURPHY, M.R. Effects of varying particle size of forage on digestion and chewing behavior of dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, v. 66, n. 4, p. 802-810, 1983.

KALTNER, J. F; FURLAN JÚNIOR, J. Processamento industrial de cachos de dendê para a produção de óleos de palma e palmiste. In: VIEGAS, I de J. M.; MÜLLER, A. A. (Eds). **A cultura do dendezeiro na Amazônia Oriental**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. 374p. Cap. 14, p. 356-374.

LIN, H. et al. Survey of the conjugated linoleic acid contents of dairy products. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.11, p.2358-2365, 1995.

LOCK, A. L.; BAUMAN, D. E. Dairy products and milk fatty acids as functional food components. Proceeding of the **Cornell Nutrition Conference**. p.159-173, 2003.

MARQUES, J. A.; et al. Comportamento ingestivo de tourinhos Nelore e Mestiços com diferentes tipos de volumosos em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. 17 p. CD-ROM.

MÜLLER, A. A. **A cultura do dendezeiro na Amazônia Brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p.73-88.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. de. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.

PARENTE, E. J. S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza: Unigráfica, Brasil, 2003.

PENNING, P.D. et al. Intake and behavior responses by sheep to changes in sward characteristics under continuous stoking. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.46, p.15-28, 1991.

RAY, D. E.; ROUBICEK, C. B. Behavior of feedlot cattle during two seasons. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 33, p. 72-76, 1971.

REGULAMENTO TÉCNICO PARA FIXAÇÃO DE IDENTIDADE E QUALIDADE DE ÓLEOS E GORDURAS VEGETAIS. Resolução nº 482, de 23 de setembro de 1999, Anvisa, Brasil, 1999.

RITZENTHALER, K. L. et al. Estimation of conjugated linoleic acid intake by written dietary assessment methodologies underestimates actual intake evaluated by food duplicate methodology. **Journal of Nutrition**. v.131, p. 1548-1554, 2001.

SEAGRI - Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária. Cultura do Dendê. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/Dende.htm>. Acesso em: 22 dez. 2010.

SIMAS, J. M. C. Como utilizar gordura em dieta de vacas leiteiras. **Revista Balde Branco**, v.34, n.401, p.26-30, 1998.

TAMMINGA, S.; DOREAU, M. Lipids and rumen digestion. In: JOUANY, J. P. **Rumen microbial metabolism and ruminant digestion**. INRA Editions, Paris, 1991, 151-163.

VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P.N. (Ed.) **The rumen microbial ecosystem**. Essex: Elsevier, 1988. p. 387- 443.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed., Cornell University Press, Ithaca, New York, 1994, 476p.

VEIGA, A. S. et al. Avaliação do dendezeiro como opção para o seqüestro de carbono na Amazônia. In: VIÉGAS, I. de J. M., MÜLLER, A. A. (Eds). **A cultura do dendezeiro na Amazônia Brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p.125-144.

VIÉGAS, I. de J. M., MÜLLER, A. A. **A cultura do dendezeiro na Amazônia**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p.48-60.

WATKINS, S. M.; GERMAN, J. B. Omega Fatty Acids. In: AKOH, C. C.; MIN, D. B. **Food Lipids: Chemistry, Nutrition and Biotechnology**. Ed. Marcel Dekker Inc. New York, 1998. 463 – 493p.

3 DIGESTIBILIDADE APARENTE E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE OVINOS CONFINADOS ALIMENTADOS COM NÍVEIS CRESCENTES DE RESÍDUO LIPÍDICO DA PRODUÇÃO DO BODIESEL DO ÓLEO DE DENDÊ (*Elaeis guineensis*) NA DIETA

3.1 INTRODUÇÃO

O biodiesel, atualmente, está no centro das atenções e interesses, devido à crescente preocupação mundial com o ambiente, juntamente com a busca por fontes renováveis. Várias espécies de oleaginosas são estudadas para a produção de biocombustível, dentre elas a palma do dendê (*Elaeis guineensis*), que oferece oportunidade para a integração entre indústria, agricultura familiar e combate à pobreza. Tudo isso, ao lado da conquista de novo padrão energético: sustentável, ambientalmente responsável e economicamente dinâmico (FERREIRA; CRISTO, 2006).

No entanto, a produção de biodiesel do dendê gera um resíduo, com alto teor de ácidos graxos, que pode ser utilizado como suplementação lipídica na dieta de ruminantes. O consumo, a digestibilidade e a resposta animal são considerados os maiores parâmetros do valor nutritivo dos alimentos. O valor nutricional tem sua importância reconhecida quando se tem o objetivo de alcançar o potencial máximo produtivo e reprodutivo dos animais. O consumo é uma variável importante, pois engloba a ingestão de todos os nutrientes e determina a resposta animal (BARROS et al., 1997). A digestibilidade também deve ser considerada, pois é a partir da absorção dos nutrientes que os animais mantêm suas funções vitais, necessidades energéticas e formação de produtos (VILLAÇA et al., 1999).

A utilização de lipídios na alimentação de ruminantes é realizado principalmente para aumentar a densidade energética das dietas, pois o valor energético desses lipídios é 2,25 vezes maior que o dos carboidratos (SIMAS, 1998). A presença de lipídios insaturados em rações proporciona efeitos desejáveis, como inibição da produção de metano e amônia no rúmen e aumento na eficiência de síntese microbiana, e efeitos indesejáveis, como redução na digestibilidade de MS, MO e celulose (HARFOOT; HAZLEWOOD, 1997).

O teor de ácidos graxos encontrados em rações animais é relativamente baixo, mas, em sementes de oleaginosas, varia entre 18% e 40%. O tipo de ácido graxo, também, varia muito: a maioria dos lipídeos dos vegetais é altamente insaturada. Em cereais e na maioria das sementes oleaginosas há predominância de ácido linoléico (18:2 n-6), no caso do resíduo do processamento do biodiesel do dendê, há predominância dos ácidos palmítico (saturado), oléico e linoléico (insaturados). Por outro lado, mesmo com o processo de biohidrogenação, níveis elevados de lipídeos podem reduzir o consumo e a digestibilidade, motivo pelo qual as concentrações de extrato etéreo na matéria seca da dieta de ruminantes não deveria ultrapassar a 7% (PALMQUIST; MATTOS, 2006).

O nível de ingestão de alimento está relacionado à digestibilidade da dieta (VAN SOEST, 1994) e ao padrão comportamental dos animais (ALBRIGHT, 1993), e pode haver certa ligação entre esses fatores. Assim, a compreensão dos aspectos que influenciam no comportamento dos animais nas diferentes fases da vida e sistemas de criação, também, são de grande importância para avaliação de dietas, possibilitando ajustar o manejo alimentar dos animais para obtenção de melhor desempenho produtivo (SILVA et al., 2004; CARDOSO et al., 2006).

As diversidades de objetivos e condições experimentais originaram várias opções de técnicas de registro de dados, na forma de observações visuais e registros semiautomáticos e automáticos. Os parâmetros mais estudados são as descrições do comportamento ingestivo: tempo de alimentação ou ruminação, número de alimentações, períodos de ruminação e eficiência de alimentação e ruminação (DULPHY et al., 1980; FORBES, 1995).

Mensurar o comportamento de alimentação e ruminação diária do animal pode proporcionar mecanismo de auxílio para análises de componentes como, número de refeições consumidas por dia, duração média das refeições e velocidade de alimentação de cada refeição, que contribuem para o consumo diário de alimentos. No entanto, cada processo é o resultado da interação metabolismo do animal com as propriedades físico-químicas da dieta, que estimulam receptores de saciedade. No mais, a taxa de alimentação de cada refeição está mais relacionada ao consumo de MS do que ao número de refeições (DADO; ALLEN, 1995).

Alimentos concentrados e fenos finamente triturados ou peletizados reduzem o tempo de ruminação, enquanto volumosos com alto teor de parede celular tendem a elevar o tempo de ruminação. O aumento do consumo tende a reduzir o tempo de ruminação por grama de alimento, fator provavelmente responsável pelo aumento do tamanho das partículas fecais, quando os consumos são elevados (VAN SOEST, 1994).

Por isso, há necessidade de estudar a viabilidade de inclusão desse resíduo na dieta dos animais, bem como quantificar as respostas animais em termos produtivos e econômicos. Assim, este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o valor nutritivo do resíduo do processamento do biodiesel do dendê, bem como os coeficientes de digestibilidade aparente de rações, com diferentes níveis de substituição e comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo do processamento do biodiesel do dendê.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, no período de outubro a novembro de 2009, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA, Campus Castanhal, Castanhal, Pará (1°18'17,9" S e 47°56'30,2" W), com temperatura média anual de 30 °C e umidade média relativa em torno de 96% (UFPA, 2011). O clima de Castanhal enquadra-se na categoria do equatorial megatérmico úmido, que corresponde ao tipo Ami, segundo a classificação de Köppen (INFORMAÇÕES CLIMÁTICAS, 2011).

Foram utilizados 25 ovinos machos, sem raça definida, castrados, com peso vivo médio de 20 kg, submetidos a dietas com 5% de suplementação lipídica proveniente de diferentes níveis de substituição 0, 25, 50, 75 e 100% de óleo de dendê, por resíduo lipídico do biodiesel do dendê. Os animais previamente vermifugados, foram alojados em galpão coberto, de alvenaria, onde em baias individuais, forradas com cama de serragem, tinham acesso a comedouro, com divisão para volumoso e concentrado, e bebedouros individuais, onde a água era “*ad libitum*”, em período experimental de 22 dias, com 15 dias de adaptação às dietas, dois dias de adaptação ao indicador externo de digestibilidade, Lignina Purificada e Enriquecida (LIPE), e cinco dias de coletas fecais.

As dietas experimentais consistiram de 31% de feno de capim massai (*Panicum maximum* cv. Massai), picado com peneira de crivo de um milímetro; 64% de concentrado, a base de milho e farelo de soja; e 5% de fonte lipídica (óleo de dendê e/ou resíduo lipídico do biodiesel de dendê). O fornecimento das dietas aos ovinos era dividido em duas refeições diárias, pela manhã (7h) e tarde (16h). A composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais e da dieta total, em % de MS, estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

O resíduo lipídico do biodiesel do dendê e o óleo foram incorporados e homogeneizados ao concentrado, manualmente, de acordo com os níveis de substituição, dentro da faixa de 5% da fonte lipídica na dieta total, nos seguintes tratamentos: T0: 100% óleo de dendê; T25: 75% óleo de dendê e 25% resíduo do biodiesel; T50: 50% óleo de dendê e 50% resíduo do biodiesel; T75: 25% óleo de dendê e 75% resíduo do biodiesel; e T100: 100% resíduo do biodiesel.

Tabela 1. Composição bromatológica das dietas experimentais, em % de MS.

Fração (%)	Feno (%)	Concentrado em função do nível de resíduo na suplementação lipídica*				
		0%	25%	50%	75%	100%
MS ¹	87,47	84,07	84,66	84,44	84,06	84,79
MO ¹	94,80	97,87	97,52	97,10	97,34	97,02
MM ¹	5,20	1,41	2,15	2,59	1,64	2,37
PB ²	5,04	15,24	14,89	14,96	15,04	15,84
EE ¹	1,79	14,62	16,16	17,04	16,56	14,18
FDN ³	60,28	16,90	19,04	15,88	18,97	15,62
FDA ³	51,59	7,74	8,14	7,73	8,10	7,70
LIG ³	6,12	2,42	1,74	1,47	1,53	1,66
HCEL	8,69	9,16	10,90	8,15	10,87	7,92
CEL	45,47	5,32	6,40	6,26	6,57	6,04

*Ingredientes (milho, farelo de soja, uréia, amiréia e minerais). MS = Matéria seca; MO = Matéria orgânica; MM = Matéria mineral; PB = Proteína bruta; EE = Extrato etéreo; FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; LIG = Lignina; HCEL = Hemicelulose; e CEL = Celulose. ¹ Conforme metodologia de Silva & Queiroz (2002). ² Conforme metodologia de Cunniff (1995). ³ Conforme metodologia de Robertson e Van Soest (1981); sendo a determinação da FDN, FDA e LIG feita em saquinhos de poliéster (KOMAREK, 1993).

Tabela 2. Composição bromatológica da dieta total, em % de MS.

Fração (%)	Concentrado em função do nível de resíduo na suplementação lipídica*				
	0%	25%	50%	75%	100%
MS ¹	85,12	85,53	85,38	85,12	85,62
MO ¹	96,92	96,68	96,39	96,55	96,33
MM ¹	2,58	3,10	3,40	2,74	3,25
PB ²	12,08	11,84	11,88	11,94	12,49
EE ¹	10,64	11,71	12,31	11,98	10,34
FDN ³	30,35	31,82	29,64	31,78	29,46
FDA ³	21,33	21,61	21,33	21,58	21,31
LIG ³	3,57	3,10	2,91	2,95	3,04
HCEL	9,01	10,21	8,32	10,19	8,16
CEL	17,77	18,51	18,42	18,63	18,26

*Ingredientes (milho, farelo de soja, uréia, amiréia e minerais). MS = Matéria seca; MO = Matéria orgânica; MM = Matéria mineral; PB = Proteína bruta; EE = Extrato etéreo; FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; LIG = Lignina; HCEL = Hemicelulose; e CEL = Celulose. ¹ Conforme metodologia de Silva & Queiroz (2002). ² Conforme metodologia de Cunniff (1995). ³ Conforme metodologia de Robertson e Van Soest (1981); sendo a determinação da FDN, FDA e LIG feita em saquinhos de poliéster (KOMAREK, 1993).

As dietas foram fornecidas de modo a permitir sobras de aproximadamente 10% do total ofertado (em matéria seca), por meio de reajustes diários. O perfil de ácidos graxos do óleo de dendê e do resíduo lipídico do processamento do biodiesel de dendê avaliado está na Tabela 3. Assim como, o teor de ácido graxo suplementar nas dietas experimentais, calculado em função do teor de cada ácido graxo presente no óleo de dendê ou no resíduo do biodiesel, e da proporção das fontes lipídicas, nos diferentes tratamentos experimentais.

Para estimativa da excreção fecal foi utilizado o indicador externo Lignina Purificada e Enriquecida (LIPE[®]), administrado na dosagem diária de 0,1 g em cápsulas de gelatina, fornecido, pela manhã, a cada animal, uma vez por dia, durante seis dias, com dois dias para adaptação e quatro dias, durante o período de coletas, administrados antes da alimentação, por sonda.

As coletas fecais foram realizadas, diariamente, direto da ampola retal, no período da manhã (8h), durante cinco dias, para avaliar a produção fecal, através de espectrometria de infravermelho, conforme Saliba et. al, (2003).

Tabela 3 Perfil de ácidos graxos do óleo de dendê, do resíduo do biodiesel e das dietas experimentais provenientes da suplementação lipídica.

Ácido graxo	Fórmula	Nível de resíduo na suplementação lipídica (%)				
		0	25	50	75	100
Caprílico	C8:0	0	0,05	0,10	0,15	0,21
Cáprico	C10:0	0	0,05	0,10	0,15	0,20
Láurico	C12:0	0,24	0,71	1,18	1,65	2,12
Mirístico	C14:0	0,78	0,86	0,94	1,02	1,11
Palmítico	C16:0	38,37	38,37	38,37	38,37	38,38
Palmitoléico	C16:1	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15
Margárico	C17:0	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15
Estearico	C18:0	5,03	4,94	4,85	4,76	4,67
Oléico	C18:1	43,04	41,69	40,34	38,99	37,64
Linoléico	C18:2	11,36	11,78	12,21	12,63	13,06
Linolênico	C18:3	0,31	0,42	0,53	0,64	0,75
Araquídico	C20:0	0,34	0,35	0,37	0,39	0,41
Total		99,71	99,49	99,28	99,06	98,85
Saturado		44,86	45,45	46,05	46,65	47,25
Insaturado		54,85	54,03	53,22	52,41	51,60
Relação S:I*		0,81	0,84	0,86	0,89	0,91

*Relação saturado:insaturado.

O consumo foi medido pela pesagem diária do oferecido e das sobras. Durante o período experimental foram coletadas amostragens diárias das dietas, sobras e fezes. Os alimentos oferecidos eram amostrados antes da refeição matinal e as sobras coletadas e pesadas.

As amostras foram acondicionadas em sacos de plástico, identificados e conservados em freezer a -20 °C. No final do período experimental, foram descongeladas à temperatura ambiente, homogeneizadas, para confecção das amostras compostas. Seqüencialmente, pesadas e pré-secas, em estufa com ventilação forçada, regulada à temperatura de 65 °C, por 72 horas, moídas em moinho tipo Willye – TE 650, em peneira com crivo de 1 mm e armazenadas à temperatura ambiente, para posteriores análises laboratoriais.

As análises laboratoriais foram realizadas nas dependências dos Laboratórios de Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária da UFPA, da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), e da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

As amostras dos alimentos fornecidos, sobras e fezes foram analisadas para matéria seca (MS), em estufa a 65 °C, por 48 horas e a 105 °C, até peso constante, matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), segundo o AOAC (1995) e Silva; Queiroz (2002). Nas análises de nitrogênio foi utilizado o método Kjeldahl, proteína bruta (PB), de acordo com CUNNIFF (1995). A determinação das frações fibrosas, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e lignina (LIG) foi efetuada pelo método seqüencial de Robertson e Van Soest (1981), utilizando-se saquinhos de poliéster (TNT), gramatura 100. As amostras foram desengorduradas, ou seja, foram colocadas no saquinho de TNT durante a análise de extrato etéreo, tendo como seqüência a determinação das frações fibrosas (KOMAREK, 1993).

Os animais foram submetidos à observação visual, para avaliação do comportamento ingestivo, a cada cinco minutos, durante vinte e quatro horas, para determinação do tempo despendido em ingestão, ruminação e ócio, conforme metodologia citada por Johnson; Combs (1991). As observações foram registradas por uma equipe, que se revezava, entre si, a cada hora. Durante a noite o ambiente era mantido com iluminação artificial, por meio de lâmpadas incandescentes, durante todo o período experimental, o que facilitava as observações noturnas.

Os resultados referentes aos fatores do comportamento ingestivo foram obtidos utilizando-se as seguintes equações: $EI_{MS} = CMS/TI$, em que EI_{MS} (g MS ingerida/h) = eficiência de ingestão; CMS (g) = consumo diário de matéria seca; e TI = tempo gasto em ingestão diária. $ERU_{MS} = CMS/TRU$, em que ERU_{MS} (g MS ruminada/h) = eficiência de ruminação; e TRU = tempo gasto em ruminação diariamente. $TMT = TI + TRU$, onde TMT (min/dia) = tempo de mastigação total (CARDOSO et al., 2006).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, sendo o peso dos animais os blocos, com cinco tratamentos e cinco repetições por tratamento. Os resultados foram analisados por meio de análises de variância, em nível de 5% de probabilidade, pelo *software SAS (2001)*, com as médias comparadas pelo procedimento GLM. Foi realizado teste de correlação e regressão polinomial.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os crescentes níveis de resíduo de biodiesel do dendê influenciaram ($P < 0,05$) os consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB) e extrato etéreo (CEE), expressos em grama por dia, percentual de peso vivo e em unidade de tamanho metabólico (Tabela 4).

Tabela 4 Médias e equações de regressão para os consumos totais (g), em percentagem de peso vivo (PV) e por unidade de tamanho metabólico (UTM), diários da matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB) e extrato etéreo (EE) de dietas com níveis crescentes de substituição do resíduo do processamento do biodiesel.

Variável	Nível de substituição do resíduo (%)					ER*
	0	25	50	75	100	
CMS (g)	665,39	765,41	943,06	761,61	946,52	1
CMS (PV)	2,81	3,33	4,07	3,32	4,06	2
CMS (UTM)	61,61	72,63	89,11	72,46	88,89	3
CMO (g)	645,89	751,50	932,99	731,36	854,24	4
CMO (PV)	2,72	3,27	4,02	3,17	3,67	5
CMO (UTM)	59,86	71,40	88,06	69,32	80,46	6
CPB (g)	88,38	101,14	123,24	100,86	124,38	7
CPB (PV)	0,36	0,43	0,53	0,44	0,52	8
CPB (UTM)	8,06	9,45	11,54	9,64	11,47	9
CEE (g)	78,67	102,83	127,44	109,69	111,35	10
CEE (PV)	0,33	0,45	0,56	0,47	0,48	11
CEE (UTM)	7,40	9,69	12,17	10,34	10,48	12

*Equação de regressão. 1 CMS= $0,1009 + 0,0259\text{PINI} + 0,0022\text{NIV}$ ($R^2 = 0,53$; $P = 0,0147$); 2 CMSPV= $3,8553 - 0,0359\text{PINI} + 0,0099\text{NIV}$ ($R^2 = 0,27$; $P = 0,0104$); 3 CMSUTM= $65,4644 + 0,0273\text{PINI} + 0,2168\text{NIV}$ ($R^2 = 0,27$; $P = 0,0111$); 4 CMO= $0,0858 + 0,0266\text{PINI} + 0,0016\text{NIV}$ ($R^2 = 0,52$; $P = 0,0541$); 5 CMOPV= $3,4767 - 0,0303\text{PINI} + 0,0264\text{NIV} - 0,0002\text{NIV}^2$ ($R^2 = 0,29$; $P = 0,0835$); 6 CMOUTM= $58,3276 + 0,1059\text{PINI} + 0,5715\text{NIV} - 0,0041\text{NIV}^2$ ($R^2 = 0,29$; $P = 0,0881$); 7 CPB= $0,0003 + 0,0040\text{PINI} + 0,0003\text{NIV}$ ($R^2 = 0,60$; $P = 0,0115$); 8 CPBPV= $0,4757 - 0,0036\text{PINI} + 0,0013\text{NIV}$ ($R^2 = 0,28$; $P = 0,0080$); 9 CPBUTM= $7,9752 + 0,0283\text{PINI} + 0,0279\text{NIV}$ ($R^2 = 0,29$; $P = 0,0087$); 10 CEE= $0,0119 + 0,0029\text{PINI} + 0,0013\text{NIV} - 0,000009\text{NIV}^2$ ($R^2 = 0,62$; $P = 0,0070$); 11 CEEPV= $0,4811 - 0,0060\text{PINI} + 0,0058\text{NIV} - 0,00004\text{NIV}^2$ ($R^2 = 0,45$; $P = 0,0058$); e 12 CEEUTM= $8,1276 - 0,0302\text{PINI} + 0,1257\text{NIV} - 0,0009\text{NIV}^2$ ($R^2 = 0,45$; $P = 0,0061$).

Os consumos de matéria seca (CMS) e proteína bruta (CPB), e de matéria orgânica (CMO), expressos em g/dia, apresentaram efeito linear positivo, o que indica tendência de aumento com elevação dos níveis de resíduo na dieta. Os consumos de matéria orgânica, em % PV e em $\text{g/kg}^{0,75}$, juntamente com os consumos de extrato etéreo (CEE), apresentaram efeito quadrático, que indica decréscimos no consumo desses nutrientes. A média dos consumos de MS, em %PV, estão aquém dos citados pelo NRC (2007), que preconiza valores próximos de 5% de PV, para ovinos, com exceção do tratamento T50 e T100, que apresentaram, respectivamente, 4,07 e 4,06% de consumo de MS.

Esses aumentos no consumo podem ser devido ao perfil dos ácidos graxos, conforme os níveis de resíduo aumentam na suplementação lipídica, a dieta apresenta-se mais rica em ácidos graxos saturados, não implicando em limitação de consumo. Segundo Palmquist; Mattos (2006) ácidos graxos saturados possuem baixa atividade inibitória microbiana, contudo possuem baixa digestibilidade, comparados aos ácidos graxos insaturados.

A literatura indica que a redução no consumo de MS, comumente verificada em trabalhos com fontes suplementares de lipídios na dieta, pode estar relacionada à concentração plasmática dos ácidos graxos oléico e linoléico, resultantes do metabolismo dessas fontes, o que, também, pode explicar os efeitos quadráticos do consumo de EE. Estes ácidos graxos compõem em consideráveis teores o perfil de ácidos graxos do óleo de dendê e resíduo do biodiesel. Assim, em pesquisa realizada com ovinos alimentados com dietas ricas em ácidos graxos insaturados, Jenkins; Thies (1997) verificaram redução no consumo de MS, como consequência da maior concentração plasmática de ácido linoléico.

Entretanto, em vacas alimentadas com 3,5% de fontes de óleo protegidas, Jenkins et al. (1996) não observaram redução na ingestão de MS, mesmo quando os animais apresentaram altas concentrações plasmáticas de ácido linoléico. Por outro lado, Kelly et al. (1998) avaliaram fontes de óleos vegetais ricas em ácidos graxos poliinsaturados (oléico, linoléico e linolênico) na dieta de vacas leiteiras e verificaram que a ingestão de MS não foi alterada pela fonte de lipídio adicionada à dieta. Embora o óleo de dendê seja de origem vegetal, possui um perfil rico em ácidos graxos saturados, característica encontrada em fontes lipídicas de palmáceas.

Os níveis crescentes de resíduo do biodiesel do dendê não alteraram significativamente os coeficientes de digestibilidade da MS, MO e PB. No entanto, o coeficiente de digestibilidade do EE apresentou efeito linear negativo (Tabela 5).

Tabela 5 Médias dos coeficientes de digestibilidade (%) da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB) e extrato etéreo (DEE) de dietas com níveis crescentes de substituição do resíduo do processamento do biodiesel.

Variável	Nível de substituição do resíduo (%)					ER*
	0	25	50	75	100	
DMS	74,67	70,46	75,99	70,16	73,94	ns**
DMO	75,43	72,07	77,18	70,68	73,42	ns**
DPB	70,34	62,89	72,54	60,61	67,99	ns**
DEE	81,78	74,41	78,99	66,38	65,95	1

*Equação de regressão. **ns = não significativo. 1 DEE= $77,2961 + 0,1758\text{PINI} - 0,1585\text{NIV}$ ($R^2=0,54$; $P < 0,0001$).

A digestibilidade do EE apresentou efeito linear decrescente, com relação inversa ao consumo. Geralmente o consumo está diretamente relacionado à digestibilidade, no entanto, sistemas nutricionais como os do National Research Council (NRC, 2007) estabelecem que a digestibilidade seja inversamente relacionada ao consumo do alimento. Van Soest, et al. (1992); Faichney (1993) relatam que o aumento no consumo alimentar, normalmente, eleva a taxa de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal e diminui sua digestibilidade. De outra maneira, quanto maior o consumo, menor é o tempo de retenção e maior é a taxa de passagem do alimento pelo trato digestivo e, conseqüentemente, as partículas ficarão menos tempo em contato com as bactérias, o que proporciona menor potencial de digestibilidade do alimento.

De acordo com Silva et al. (2007), a insaturação dos ácidos graxos contribuem para o aumento no coeficiente de digestão e absorção, em razão da formação de monoglicerídios no intestino, que atuam como agente emulsificante, facilitando a formação de micelas. Contrapondo-se a situação deste estudo, no qual se tem dietas com relação de saturados maior que insaturados.

Os consumos de FDN, FDA, HCEL e CEL (Tabela 6) não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos níveis de suplementação lipídica, expressos em grama por dia, percentual de peso vivo e em unidade de tamanho metabólico.

Tabela 6 Médias dos consumos totais (g), em percentagem de peso vivo (PV) e por unidade de tamanho metabólico (UTM), diários da fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), hemicelulose (CHCEL) e celulose (CCEL) de dietas com níveis crescentes de substituição do resíduo do processamento do biodiesel.

Variável	Nível de substituição do resíduo (%)					ER*
	0	25	50	75	100	
CFDN (g)	167,17	206,00	244,66	192,49	221,66	ns**
CFDN (PV)	0,71	0,88	1,04	0,83	0,96	ns**
CFDN (UTM)	15,54	19,38	22,85	18,27	20,92	ns**
CFDA (g)	100,16	121,10	165,26	106,96	144,50	ns**
CFDA (PV)	0,44	0,53	0,71	0,45	0,60	ns**
CFDA (UTM)	9,69	11,63	15,68	9,89	13,26	ns**
CHCEL (g)	62,04	80,72	75,51	90,00	81,71	ns**
CHCEL (PV)	0,27	0,35	0,33	0,38	0,35	ns**
CHCEL (UTM)	5,86	7,74	7,17	8,37	7,66	ns**
CCEL (g)	83,62	103,00	143,33	89,23	120,81	ns**
CCEL (PV)	0,35	0,45	0,61	0,38	0,51	ns**
CCEL (UTM)	7,81	9,75	13,48	8,39	11,15	ns**

*Equação de regressão. **ns = não significativo.

A não alteração pode estar relacionado às dietas, que possuíam valores de fibra muito próximos, suplementação lipídica em nível de 5% e alta relação de saturado : insaturado. Segundo Palmquist; Mattos (2006), suplementação lipídica superior a 5% da matéria seca compromete o consumo, seja por mecanismos regulatórios que controlam a ingestão de alimentos, seja pela capacidade limitada dos ruminantes de oxidar os ácidos graxos.

Os coeficientes de digestibilidade da FDN, FDA, HCEL e CEL (Tabela 7) acompanharam a tendência de seus consumos, ou seja, não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos níveis de suplementação lipídica da dieta. Resultados semelhantes aos encontrados por Villaça et al. (1999), que avaliaram o efeito da adição de óleo de soja, em 2,9% da ração total, em ensaio de digestibilidade in vitro, não notaram alteração na digestibilidade da FDN quando a gordura foi introduzida na forma de óleo; porém, houve decréscimo na digestibilidade com a utilização de sementes oleaginosas inteiras.

Tabela 7 Médias dos coeficientes de digestibilidade (%) da fibra em detergente neutro (DFDN), fibra em detergente ácido (DFDA), hemicelulose (DHCEL) e celulose (DCEL) de dietas com níveis crescentes de substituição do resíduo do processamento do biodiesel.

Variável	Nível de substituição do resíduo (%)					ER*
	0	25	50	75	100	
DFDN	47,51	45,28	52,27	41,53	47,89	ns**
DFDA	26,74	24,11	39,60	19,30	34,49	ns**
DHCEL	86,61	86,07	79,81	84,14	82,80	ns**
DCEL	27,73	22,61	45,23	12,21	32,01	ns**

* Equação de regressão. **ns = não significativo.

Uma característica positiva das dietas, se verifica no aumento da relação ácidos graxos saturados : insaturados, conforme aumentam os níveis de substituição de óleo de dendê por resíduo do biodiesel. Com o aumento dos níveis de substituição, a dieta apresenta-se mais rica em ácidos graxos saturados, que causam menos efeitos deletérios sobre a digestibilidade da fibra, quando comparados aos insaturados. Pois, ácidos graxos insaturados possuem efeito antimicrobiano sobre a fermentação ruminal, sendo tóxicos para as bactérias Gram-positivas, cujo mecanismo pode envolver uma alteração na permeabilidade da membrana celular, que reduz a capacidade da célula regular o pH intracelular e a captação de nutrientes, conseqüentemente, reduz a fermentação ruminal da fibra (PALMQUIST; MATTOS, 2006).

O comportamento ingestivo dos animais, em relação aos níveis crescentes de resíduo do biodiesel na dieta, não alterou significativamente ($P>0,05$) os tempos despendidos em ingestão, ruminação, tempo de mastigação total e ócio dos animais, cujos valores médios foram, respectivamente, 36,36; 83,20; 119,56; e 168,43 minutos/dia (Tabela 8).

Da mesma forma, Ferreira (2006) não observou diferença significativa nessas variáveis comportamentais, no período de 24 horas, entre novilhos e vacas de descarte, terminados em confinamento, que receberam dieta com teor médio de 3,8% de extrato etéreo.

Tabela 8. Tempos médios despendidos pelos animais em ingestão (ING), ruminação (RUM), mastigação total (MT) e ócio, em minutos por dia, em função dos níveis de resíduo do biodiesel do óleo de dendê nas dietas experimentais.

Variável	Nível de substituição do resíduo (%)					ER*
	0	25	50	75	100	
Ingestão	35,64	35,04	40,17	37,68	33,26	ns**
Ruminação	84,57	80,57	88,88	79,12	82,85	ns**
Mastigação Total	120,21	115,62	129,05	116,80	116,11	ns**
Ócio	168,78	173,38	159,94	172,19	172,88	ns**

*Equação de regressão. **ns = não significativo.

Animais confinados gastam em torno de uma hora consumindo alimentos ricos em energia, ou até mais de seis horas, para fontes com baixo teor de energia e alto em fibra, enquanto o tempo despendido em ruminação é influenciado pela natureza da dieta e, provavelmente, é proporcional ao teor de parede celular dos volumosos (VAN SOEST, 1994). Entretanto, em confinamento, os animais são estimulados a procurar o alimento nos momentos da oferta (DAMASCENO et al., 1999).

Animais confinados tendem a apresentar comportamento semelhante, devido à permanência em baias individuais e semelhança entre fontes de nutrientes na dieta, onde os teores fibrosos foram equivalentes, o que pode explicar a similaridade entre os tempos dessas atividades. As alterações nos tempos despendidos em alimentação e ruminação são frequentemente observadas em trabalhos cujas dietas experimentais apresentam variações nos teores de fibra (BEAUCHEMIN, 1991). Do mesmo modo, Carvalho et al. (2006), ao fornecerem níveis crescentes de FDN da forragem em dietas para cabras leiteiras, verificaram aumento nos tempos de alimentação e ruminação e diminuição no de ócio.

Resultados semelhantes aos deste trabalho, que não constataram diferenças significativas, em relação aos aspectos comportamentais, foram citados por Fisher et al. (2001), ao fornecerem à vacas em lactação, três dietas com diferentes fontes de gordura (farelo de arroz + sebo, sais de cálcio e óleo de palma, e sebo).

Os crescentes níveis de suplementação lipídica, também, não influenciaram ($P>0,05$) nas eficiências de ingestão e ruminação da MS e FDN, expressa em gramas de MS ou FDN/h (Tabela 9).

Tabela 9 Eficiências de ingestão da matéria seca (EI_{MS}) e fibra em detergente neutro (EI_{FDN}) e eficiências de ruminação da matéria seca (ERU_{MS}) e fibra em detergente neutro (ERU_{FDN}), de ovinos alimentados com níveis crescentes de resíduo do biodiesel do óleo de dendê.

Variável	Nível de substituição do resíduo (%)					ER*
	0	25	50	75	100	
EI_{MS} (g MS/h)	1.131,70	1.339,50	1.459,42	1.327,57	1.716,36	ns**
EI_{FDN} (g FDN/h)	282,68	358,46	375,62	335,91	403,04	ns**
ERU_{MS} (g MS/h)	474,77	592,59	665,39	608,55	713,78	ns**
ERU_{FDN} (g FDN/h)	119,21	115,62	129,05	116,80	116,11	ns**

*Equação de regressão. **ns = não significativo.

Segundo Van Soest (1994), a eficiência alimentar com que o animal capta o alimento está relacionada ao tempo destinado ao consumo e ao seu peso específico. De outra maneira, Silva et al. (2005) afirmaram que a eficiência de alimentação depende da magnitude de variação do teor dos componentes fibrosos da dieta. No entanto, no presente estudo não houve grande variação no teor de FDN das dietas.

3.4 CONCLUSÃO

A utilização de resíduo do biodiesel do dendê, até 100% na suplementação lipídica para ovinos, influencia positivamente o consumo, sem efeito na digestibilidade aparente da matéria seca e fibra, e comportamento ingestivo.

REFERÊNCIAS

- ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.2, p.485- 498, 1993.
- AOAC - **Association Official Analytical Chemists**. Official methods of analysis. 16 ed. Washington D.C.: AOAC, 2000 p. 1995.
- BARROS, N. N. et al. **Utilização de forrageiras e resíduos agroindustriais por caprinos e ovinos**. Sobral: EMBRAPA – CNPC, 1997. 28p. (Documentos, 26).
- BEAUCHEMIN, K. A. Effects of dietary neutral fiber concentration and alfafa hay quality on chewing, rumen function, and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.9, p.3140-3151, 1991.
- CARDOSO, A. R. et al. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.604-609, mar - abr, 2006.
- CARVALHO, S. et al. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.562-568, 2006.
- CUNNIFF, P. **Official methods of AOAC International**. 16. ed. Arlington: AOAC International, v. 1. 1995.
- DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 1, p. 118-133, jan. 1995.
- DAMASCENO, J. C. et al. Respostas comportamentais de vacas holandesas com acesso a sombra constante ou limitada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 709-715, abr. 1999.
- DULPHY, J. P. et al. Ingestive behavior and related activities in ruminants. In: **Digestive physiology and metabolism in ruminants**. Connecticut, A.V.I., Publ. Co., Inc. Wesport, 1980. p.103-122.

FAICHNEY, G. J. Digesta flow. In: FORBES, J. M.; FRANCE, J. **Quantitative aspects of ruminants digestion and metabolism**. Wallingford : CAB International, 1993. p. 53 - 85.

FERREIRA, J. J. **Desempenho e comportamento ingestivo de novilhos e vacas sob frequências de alimentação em confinamento**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2006. 80p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

FERREIRA, J. R.; CRISTO, C. M. P. N. **O futuro da indústria: biodiesel – coletânea de artigos**. Brasília: MDIC-STI/IEL, 2006. 145p.

FISCHER, V. et al. Comportamento ingestivo de vacas Jersey na fase inicial de lactação alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de gordura - ano II. In: REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO LATINO AMERICANA DE PRODUÇÃO ANIMAL, 17., 2001, Havana. **Anais ...** Havana: Associação Latino Americana de Produção Animal, 2001.

FORBES, J. M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Wallingford: CAB, 1995. 532p.

HARFOOT, C. G.; HAZLEWOOD, G. P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Eds.) **The ruminal microbial ecosystem**. London: Chapman & Hall, 1997. p. 382-426.

Informações Climáticas. **Clima brasileiro – Região Norte**. Disponível em: <http://www.climabrasileiro.hpg.ig.com.br/norte.htm>. Acesso em: 20 Jan. 2011.

JENKINS, T. C. et al. Butylsoyamide increases unsaturation of fatty acids in plasma and milk of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.585-590, 1996.

JENKINS, T.C.; THIES, E. Plasma fatty acids in sheep fed hydroxyethylsoyamide: a fatty acylamide that resist biohydrogenation. **Lipids**, v.32, p.173-178, 1997.

JOHNSON, T. R.; COMBS, D. K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.3, p.933-944, 1991.

KELLY, M. L. et al. Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. **Journal of Nutrition**, v.128, p.881-885, 1998.

KOMAREK, A. R. A fiber bag procedure for improved efficiency of fiber analyses. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.250, 1993.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient requirement of small ruminants: Sheep, goats, cervids and new camelids. Washington: National Academy Press, 2007. 384p.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. de. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.

ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. S. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: JAMES. W. P. T.; THEANDER, O. **The analysis of dietary fiber in food**. New York: Marcel Dekker, p.123-128. 1981.

SALIBA, E. O. S. et al. Lignin from *Eucalyptus grandis* as indicator for rabbits in digestibility trials. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.3, n.1-3, 2003.

SILVA, M. M. C. et al. Efeito da suplementação de lipídios sobre a digestibilidade e os parâmetros da fermentação ruminal em cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.246-256, 2007.

SILVA, R. R. et al. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês suplementadas em pastejo de *brachiaria decumbes*. Aspectos metodológicos. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.5, n.10, p.1-7, 2004.

SILVA, R. R. et al. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês x zebu confinadas. **Archivos de Zootecnia**, v.54, p.75-85, 2005.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. – Viçosa: UFV, 235p. 2002.

SIMAS, J. M. C. Como utilizar gordura em dieta de vacas leiteiras. **Revista Balde Branco**, ano 34, n.401, p.26-30, 1998.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS, Institute Incorporation. **SAS Language Reference**. Version 6. Cary, NC: SAS institute, 1042 p., 2001.

UFPA. **Localização de Castanhal**. Disponível: <http://www.ufpa.br/cebran/pages/localizacao.htm>. Acesso em: 20 Jan. 2011.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2ed. Ithaca: Cornell, 1994. 476p.

VAN SOEST, P. J. et al. Discounts for net energy and protein, fifth revision. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE, 1992, Ithaca, New York. **Proceedings**...Ithaca: Cornell University, 1992. p. 40 - 68.

VILLAÇA, M. et al. Efeito de sementes de oleaginosas inteiras e óleo de soja sobre a digestibilidade in vitro e os padrões ruminais de bezerros Holandeses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.654-659, 1999.

ANEXO – Correlações de Pearson entre as diferentes variáveis

	NÍVEL	DMS	DEE	DPB	DMO	DFDN	DFDA	DHCEL	DCEL	CMS	CEE	CPB	CMO	CFDN	CFDA	CHCEL	CCEL
NÍVEL	1,00																
DMS	0,09	1,00															
DEE	-0,73	0,32	1,00														
DPB	-0,02	0,79	0,46	1,00													
DMO	0,02	0,97	0,33	0,82	1,00												
DFDN	0,11	0,91	0,24	0,64	0,89	1,00											
DFDA	0,19	0,66	0,15	0,43	0,59	0,66	1,00										
DHCEL	-0,10	0,23	-0,04	-0,02	0,20	0,34	0,06	1,00									
DCEL	0,09	0,74	0,32	0,66	0,72	0,82	0,71	-0,07	1,00								
CMS	0,51	0,81	-0,05	0,54	0,74	0,84	0,74	0,22	0,72	1,00							
CEE	0,49	0,72	-0,08	0,45	0,69	0,74	0,60	0,17	0,55	0,92	1,00						
CPB	0,51	0,80	-0,07	0,62	0,77	0,79	0,64	0,16	0,63	0,94	0,91	1,00					
CMO	0,43	0,82	-0,01	0,61	0,80	0,85	0,72	0,18	0,73	0,97	0,94	0,96	1,00				
CFDN	0,38	0,71	0,00	0,45	0,65	0,83	0,74	0,3	0,77	0,93	0,85	0,81	0,91	1,00			
CFDA	0,35	0,61	0,02	0,42	0,55	0,72	0,78	0,15	0,83	0,85	0,71	0,69	0,82	0,94	1,00		
CHCEL	0,45	0,56	-0,19	0,25	0,52	0,67	0,32	0,42	0,30	0,74	0,81	0,75	0,72	0,71	0,45	1,00	
CCEL	0,33	0,61	0,04	0,44	0,56	0,72	0,77	0,14	0,84	0,83	0,70	0,68	0,82	0,94	0,99	0,44	1,00
CMSPV	0,47	0,45	-0,01	0,29	0,36	0,45	0,58	-0,07	0,48	0,71	0,68	0,59	0,64	0,62	0,63	0,44	0,61
CEEPV	0,40	0,37	-0,06	0,23	0,33	0,34	0,44	-0,16	0,31	0,60	0,73	0,55	0,60	0,50	0,45	0,46	0,45
CPBPV	0,50	0,47	-0,05	0,38	0,43	0,41	0,48	-0,16	0,39	0,66	0,71	0,67	0,66	0,50	0,47	0,46	0,46
CMOPV	0,38	0,46	0,05	0,39	0,43	0,45	0,55	-0,14	0,49	0,67	0,70	0,62	0,68	0,58	0,60	0,40	0,59
CFDNPV	0,32	0,34	0,05	0,20	0,26	0,47	0,60	0,06	0,55	0,65	0,60	0,46	0,59	0,72	0,76	0,42	0,76
CFDAPV	0,20	0,31	0,14	0,25	0,25	0,42	0,66	-0,04	0,67	0,57	0,46	0,37	0,53	0,68	0,83	0,16	0,82
CHCELPV	0,37	0,22	-0,14	-0,01	0,16	0,32	0,15	0,26	0,02	0,45	0,57	0,40	0,40	0,42	0,22	0,76	0,21
CCELPV	0,24	0,30	0,11	0,24	0,24	0,41	0,65	-0,05	0,67	0,58	0,48	0,38	0,54	0,70	0,84	0,18	0,83
CMSUTM	0,51	0,59	-0,02	0,39	0,50	0,60	0,67	0,02	0,58	0,85	0,80	0,74	0,79	0,76	0,73	0,56	0,72
CEEUTM	0,45	0,50	-0,02	0,31	0,47	0,49	0,52	-0,08	0,41	0,73	0,85	0,69	0,74	0,63	0,56	0,59	0,56
CPBUTM	0,54	0,62	-0,06	0,48	0,58	0,57	0,56	-0,06	0,50	0,80	0,82	0,82	0,81	0,64	0,58	0,59	0,56
CMOUTM	0,42	0,61	0,03	0,49	0,59	0,61	0,64	-0,04	0,60	0,81	0,83	0,78	0,83	0,73	0,71	0,53	0,71
CFDNUTM	0,36	0,48	0,04	0,29	0,41	0,61	0,68	0,13	0,65	0,77	0,72	0,60	0,73	0,85	0,86	0,54	0,86
CFDAUTM	0,24	0,42	0,12	0,32	0,36	0,53	0,72	0,01	0,75	0,68	0,56	0,49	0,64	0,79	0,91	0,25	0,91
CHCELUTM	0,41	0,35	-0,15	0,08	0,29	0,46	0,22	0,32	0,12	0,58	0,68	0,53	0,53	0,55	0,32	0,87	0,31
CCELUTM	0,27	0,39	0,09	0,30	0,33	0,51	0,71	0,09	0,79	0,67	0,56	0,48	0,64	0,79	0,91	0,26	0,91
INGMIN	-0,02	0,03	0,06	0,30	0,11	0,01	-0,01	0,05	0,01	0,01	0,09	0,06	0,09	0,06	0,02	0,03	0,06
INGHOR	-0,02	0,03	0,06	0,29	0,11	0,01	-0,11	0,05	0,01	0,01	0,08	0,05	0,08	0,06	0,02	0,02	0,06
RUMMIN	-0,01	0,04	0,12	0,44	0,10	0,05	-0,15	0,06	0,07	-0,03	-0,04	0,01	0,04	0,01	0,01	-0,09	0,01
RUMHOR	-0,01	0,04	0,12	0,43	0,1	0,05	-0,15	0,06	0,07	-0,03	-0,04	0,01	0,04	0,01	0,01	-0,10	0,01
OCIMIN	0,01	-0,04	-0,11	-0,44	-0,12	-0,04	0,15	-0,06	-0,06	0,02	-0,01	-0,03	-0,06	-0,03	-0,02	0,06	-0,03
OCIHOR	0,01	-0,04	-0,11	-0,43	-0,11	-0,04	0,15	-0,06	-0,05	0,02	0,01	-0,03	-0,06	-0,03	-0,01	0,06	-0,03
EIMS	0,46	0,57	-0,14	0,18	0,46	0,63	0,63	0,12	0,53	0,76	0,68	0,68	0,62	0,68	0,63	0,61	0,68
EIFDN	0,36	0,50	-0,11	0,11	0,40	0,64	0,64	0,19	0,58	0,73	0,64	0,60	0,66	0,76	0,72	0,59	0,76
ERUMS	0,40	0,58	-0,11	0,13	0,48	0,61	0,66	0,12	0,51	0,79	0,73	0,69	0,71	0,72	0,64	0,66	0,72
ERUFDN	0,32	0,52	-0,08	0,08	0,43	0,63	0,67	0,20	0,56	0,76	0,71	0,63	0,69	0,79	0,72	0,66	0,79
TMT	-0,01	0,04	0,11	0,44	0,13	0,04	-0,15	0,07	0,06	-0,02	0,01	0,03	0,06	0,03	0,02	-0,06	0,03

DMS: Digestibilidade da matéria seca; DEE: Digestibilidade do extrato etéreo; DPB: Digestibilidade da proteína bruta; DMO: Digestibilidade da matéria orgânica; DFDN: Digestibilidade da fibra em detergente neutro; DFDA: Digestibilidade da fibra em detergente ácido; DHCEL: Digestibilidade da hemicelulose; DCEL: Digestibilidade da

celulose; CMS: Consumo da matéria seca; CEE: Consumo de extrato etéreo; CPB: Consumo de proteína bruta; CMO: Consumo de matéria orgânica; CFDN: Consumo de fibra em detergente neutro; CFDA: Consumo de fibra em detergente ácido; HCEL: Consumo de hemicelulose; CCEL: Consumo de celulose; CMSPV: Consumo de matéria seca em relação ao peso vivo; CEEPV: Consumo de extrato etéreo em relação ao peso vivo; CPBPV: Consumo de proteína bruta em relação ao peso vivo; CMOPV: Consumo de matéria orgânica em relação ao peso vivo; CFDNPV: Consumo de fibra em detergente neutro em relação ao peso vivo; CFDA PV: Consumo de fibra em detergente ácido em relação ao peso vivo; HCELPV: Consumo de hemicelulose em relação ao peso vivo; CCELPV: Consumo de celulose em relação ao peso vivo; CMSUTM: Consumo de matéria seca em unidade de tamanho metabólico; CEEUTM: Consumo de extrato etéreo em unidade de tamanho metabólico; CPBUTM: Consumo de proteína bruta em unidade de tamanho metabólico; CMOUTM: Consumo de matéria orgânica em unidade de tamanho metabólico; CFDNUTM: Consumo de fibra em detergente neutro em unidade de tamanho metabólico; CFDAUTM: Consumo de fibra em detergente ácido em unidade de tamanho metabólico; HCELPV: Consumo de hemicelulose em unidade de tamanho metabólico; CCELUTM: Consumo de celulose em unidade de tamanho metabólico; INGMIN: Ingestão por minuto; INGHOR: Ingestão por hora; RUMMIN: Ruminação por minuto; RUMHOR: Ruminação por hora; OCIMIN: Ócio por minuto; OCIHOR: Ócio por hora; EIMS: Eficiência de ingestão da matéria seca; EIFDN: Eficiência de ingestão da fibra em detergente neutro; ERUMS: Eficiência de ruminação da matéria seca; ERUFDN: Eficiência de Ruminação da fibra em detergente neutro; TMT: Tempo de mastigação total.