



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE/PRODEMA



***Carthamus tinctorius* L.: ARMAZENAMENTO DE SEMENTES,
VIABILIDADE DO ÓLEO PARA BIODIESEL E DA TORTA
PARA ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

GABRIELLE MACEDO PEREIRA

2013
Natal – RN
Brasil

Gabrielle Macedo Pereira

***Carthamus tinctorius* L.: ARMAZENAMENTO DE SEMENTES,
VIABILIDADE DO ÓLEO PARA BIODIESEL E DA TORTA
PARA ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PRODEMA/UFRN), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Orientadora: **Profa. Dra. Juliana Espada Lichston**

2013

Natal – RN

Brasil

Catálogo da Publicação na Fonte. UFRN / Biblioteca Setorial do Centro de
Biociências

Pereira, Gabrielle Macedo.

Carthamus tinctorius L.: armazenamento de sementes, viabilidade do óleo para biodiesel e da torta para alimentação animal / Gabrielle Macedo Pereira. – Natal, RN, 2013.

98 f.: il.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Espada Lichston.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente/PRODEMA.

1. Biocombustíveis – Dissertação. 2. Cártamo – Dissertação. 3. Oleaginosas – Dissertação. I. Lichston, Juliana Espada. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título.

RN/UF/BSE-CB

CDU 665.75

GABRIELLE MACEDO PEREIRA

Dissertação submetida ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PRODEMA/UFRN), como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovada em: 20 de fevereiro de 2013

BANCA EXAMINADORA:

Prof(a). Dr(a). Juliana Espada Lichston
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PRODEMA/UFRN)

Prof. Dr. Renato Dantas Alencar
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN)

Prof(a). Dr(a). Viviane Souza do Amaral
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PRODEMA/UFRN)

AGRADECIMENTOS

A CAPES-REUNI, pela concessão da bolsa durante todo mestrado.

A Universidade Federal do Rio Grande do Norte, que através da Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Prodema), possibilitou a realização deste trabalho.

A Profa. Juliana Espada Lichston, pela sua valiosa orientação, pela minha formação acadêmica e pessoal, pela dedicação e confiança depositada durante todos esses anos de LANVE-LIMVE. Obrigada pela sua amizade e por tudo que me ensinou e ainda me ensinará.

A Profa. Cristiane Elizabeth Costa de Macêdo, por disponibilizar seu laboratório e, muitas vezes, materiais necessários para realização da pesquisa.

A Profa. Marta Costa, por conceder seu laboratório (LAQOA - UFRN) para realização das análises químicas.

Aos integrantes do Laboratório de Química Orgânica Aplicada (LAQOA), em especial a Camila Carvalho e Anderson Gomes, pela disponibilidade em ajudar e me fazer entender conceitos que até então não faziam parte da minha formação. Obrigada pelas valiosas discussões químicas.

Ao Prof. Henrique Medeiros, pela inquestionável disponibilidade em ajudar no que fosse necessário e pela confiança depositada em mim e no meu trabalho.

Ao Prof. Renato Tigre, pela atenção e disponibilidade em realizar as análises estatísticas deste trabalho.

Ao Laboratório de Nutrição Animal e àqueles que dele fazem parte, em especial ao técnico do laboratório Luiz Antônio, que não mediram esforços para me ajudar com as metodologias desconhecidas.

Aos eternos amigos do LIMVE (os “Limveanos” eternos), em especial Emanuel Araújo, Victor Hugo Moura, Émile Rocha e Marília Negreiros, pela solicitude em ajudar no desenvolvimento desse trabalho e de tantos outros que fizemos e faremos juntos. Pela amizade, compreensão, paciência e muitas risadas.

Aos amigos de turma (PRODEMA 2011), em especial Rafaela França, Mikaele Kaline Costa, Henrique Roque, Wellington Lobato, João Paulo Medeiros, por compartilhar todos os momentos desta caminhada (momentos descontraídos, aperreados), e pela Amizade que foi construída durante esses dois anos.

A Wanessa Kaline Moura e Priscilla Danielle Bezerra, que sempre me incentivaram a fazer esse mestrado, mesmo nas minhas indecisões e resistências. Obrigada pelas palavras de incentivo, pelas risadas e pela amizade que construímos.

Aos amigos da turma de graduação (Biologia 2006.2), Ivanice Bezerra e Iuri Paiva, por compartilhar tantos momentos durante toda esta jornada. Obrigada pela grande amizade.

Aos meus Amigos-Irmãos, Danielson Dantas, Clarissy Diniz, Isabelly Diniz, Luciana Alves, Simone Andrade, Laura Camila, que não mediram esforços para ajudar em qualquer coisa que fosse necessária para a realização desse trabalho. Obrigada pelas preocupações, pelos momentos de descontração (de muitíssimas risadas) e pelas palavras de conforto. Muito Obrigada por vocês fazerem parte da minha vida.

Agradeço de maneira especial,

Aos meus pais, Robson e Gracinha, pelo amor, paciência, compreensão, incentivo e dedicação incondicional em todos os momentos da minha vida. **MUITO OBRIGADA.**

Aos meus irmãos, Rubens e Rodolfo, que compartilham comigo todos os momentos (mesmo nas brigas) e me ajudam com o que for necessário.

Aos meus avós, José Cesário de Macêdo, Francisca Romana dos Santos e Marilene Pereira, pelas sábias palavras de conforto e pelas muitas orações.

A toda a minha família, que direta ou indiretamente, contribuíram para minha formação.

A Deus, por tornar tudo isso possível; pelo dom da minha vida e daquelas pessoas que estão ao meu redor.

A todos que de algum modo me ajudaram neste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Carthamus tinctorius L.: ARMAZENAMENTO DE SEMENTES, VIABILIDADE DO ÓLEO PARA BIODIESEL E DA TORTA PARA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

A crise ambiental que se vivencia hoje tem influenciado uma mudança de paradigmas no desenvolvimento humano. Nesse contexto, uma das principais temáticas é a substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis, como o biodiesel (combustível proveniente da biomassa). Uma oleaginosa promissora para produção de biodiesel é o cártamo (*Carthamus tinctorius* L.). O cártamo pode ser uma alternativa para as regiões semiáridas do Brasil, em virtude da sua resistência à seca, às altas temperaturas, à baixa umidade relativa do ar, e a solos salinos; além de possuir um teor de óleo, em suas sementes, de 30 a 45%. Assim, os objetivos deste trabalho foram: investigar a qualidade morfofisiológica das sementes de cártamo submetidas a diferentes períodos de armazenamento, em dois tipos de embalagens (garrafa “pet” e sacos de polietileno transparentes), durante seis meses e em temperatura natural; bem como, avaliar a viabilidade da reserva oleífera das sementes de cártamo para a produção de biodiesel, e a composição bromatológica do resíduo da extração de óleo (torta) para alimentação animal. As análises histológicas, os testes de condutividade elétrica, teor de umidade e porcentagem de germinação foram realizados no início do experimento (0 meses) e a cada 30 dias, por seis meses. Não houve diferenças histológicas nas sementes de *C. tinctorius* armazenadas nos dois tipos de embalagens e tampouco nos meses do experimento. As sementes armazenadas em garrafa “pet” apresentaram maior qualidade fisiológica que as armazenadas em saco de polietileno. Para as análises químicas realizou-se a extração do óleo das sementes de cártamo com *n*-hexano, que foi analisado em Cromatografia de Camada Delgada e espectrômetro de UV-visível. Ademais, foi feita uma avaliação da composição nutricional do resíduo dessa extração. O óleo de *C. tinctorius* apresentou um perfil graxo adequado para produção de biodiesel. A sua torta (resíduo) possui características nutricionais que a qualifica como potencial fonte de proteína em dieta animal. *Carthamus tinctorius* L. possui características que favorecem sua utilização para produção de biodiesel suplementação na dieta animal, além do grande agregado da espécie.

PALAVRAS-CHAVE: Cártamo, Oleaginosas, Biocombustíveis, Estocagem, Perfil lipídico, Coproduto, Suplemento proteico.

ABSTRACT

Carthamus tinctorius L.: SEED STORAGE, OIL VIABILITY FOR BIODIESEL AND CAKE FOR ANIMAL FEEDING

The environmental crisis lived nowadays has been influencing change of paradigms in human development. In this context, one of the main themes is the replacement of fossil fuels for biofuels, such like the biodiesel (fuel produced from biomass). *Carthamus tinctorius* L. (safflower) is a potential oil crop to be used as a matrix for biodiesel production. The safflower can to be an alternative to the semiarid regions of Brazil, due to its resistance to dry, high temperatures, low relative humidity, and saline soils; also has an oil content in its seeds, 30 to 45%. Thus, the objectives of this study were: to investigate into morphophysiological quality of safflower seeds submitted to different stocking periods in two package types (PET bottles and polyethylene bags), at natural temperature; and also, asses the viability of reserve oleifera seeds safflower for biodiesel production, and to evaluate bromatological composition of the extraction residue (cake), for animal feeding. Anatomical and histological analysis, electrical conductivity tests, moisture level and germination percentage determination were conducted at the experiment beginning (0 months), and then at each 30 days, for six months. There was no anatomical distinction in the seeds stored in both package types, nor in the months in which the experiment was performed. In general, the seeds stored in PET bottles have shown greater physiological quality than the ones stored in polyethylene bags. For chemical analysis, there was performed oil extraction by using *n*-hexane, and then it was analyzed in Thin Layer Chromatography and UV-visible spectrometer. Besides, there was performed a nutritional composition evaluation of the extraction residue. The obtained safflower oil yield was consistent with the literature. This oil presented a fatty acid profile very suitable for biodiesel production. The safflower cake (residue) has nutritious features which qualifies it as a potential protein source in animal feeding. It is concluded that *Carthamus tinctorius* L. has properties favoring its use for functions associated to biodiesel production (storage, cultivation and oil extraction) and supplementation for animal diet.

KEYWORDS: Safflower, Oilseeds, Biofuels, Storage, Lipid Profile, Coproducts, Protein supplement.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Projeção do consumo de energia no setor de transporte entre os anos de 2005 e 2035, no mundo, nos países membros da OECD (Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento) e não membros. 16
- Figura 2: Projeção do consumo mundial de petróleo no setor de transporte e outros setores entre os anos de 2005 e 2035. 16
- Figura 3: Comparativo das emissões do biodiesel com o óleo diesel derivado do petróleo. SO₂ – Dióxido de enxofre; CO – Monóxido de carbono; HC – Hidrocarbonetos; HPAS – Hidrocarbonetos poliaromáticos. 17
- Figura 4: Matérias-primas utilizadas na produção mensal de biodiesel (B100) durante o ano de 2010. 23
- Figura 5: *Carthamus tinctorius* L. 24
- Figura 6: Sementes de *Carthamus tinctorius* L. 25
- Figura 7: Principais atores envolvidos no Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). 30
- Figura 8: Assentamento de Canudos: A - Mini-usina de extração de óleo de girassol; B – Rebanho de caprinos e ovinos em meio a uma plantação de mamão. 34
- Figura 9: Esquema de desinfestação e semeio de sementes em sistema de rolo. 39

Capítulo 1

- Figura 1: Secções transversais de sementes de *Carthamus tinctorius* L. 62

Capítulo 2

- Figura 1: Placa de cromatografia em camada delgada para o óleo extraído de sementes de *Carthamus tinctorius* L. 75
- Figura 2: Espectro de UV-Visível do óleo de sementes de *Carthamus tinctorius* L. 76
- Figura 3: Frações lipídicas extraídas das sementes de *Carthamus tinctorius* L. pelo solvente *n*-hexano. 77
- Figura 4: Resíduo (torta) obtido após a extração do óleo das sementes de *Carthamus tinctorius* L. 77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição (%) majoritária em ácidos graxos dos óleos de cártamo. 26

Tabela 2: Principais diferenças entre agricultura familiar e agricultura patronal. 29

Capítulo 1

Tabela 1: Teor de umidade (%) das sementes de *Carthamus tinctorius* L. submetidas ao armazenamento em embalagens distintas, saco de polietileno e garrafa “pet”, durante seis meses. 63

Tabela 2: Taxa de germinação (%) das sementes de *Carthamus tinctorius* L. submetidas ao armazenamento em embalagens distintas, saco de polietileno e garrafa “pet”, durante seis meses. 65

Tabela 3: Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$) das sementes de *Carthamus tinctorius* L. submetidas ao armazenamento em embalagens distintas, saco de polietileno e garrafa “pet”, durante seis meses. 66

Capítulo 2

Tabela 1: Composição bromatológica (%) da torta de *Carthamus tinctorius* L. após o processo de extração de óleo das sementes. 77

SUMÁRIO

Introdução Geral e Revisão da Literatura/Fundamentação Teórica.....	12
Reflexões sobre Sociedade Natureza e Desenvolvimento.....	12
Mudanças de Paradigmas na Questão Energética.....	13
Inserção do Biodiesel na Matriz Energética.....	15
Importância da Investigação de Matérias-Primas para Produção de Biodiesel.....	21
Potencial Matriz para Produção de Biodiesel: <i>Carthamus tinctorius</i> L.	23
Agricultura Familiar no Contexto da Produção do Biodiesel.....	26
Armazenamento: Etapa Crítica para a Utilização de Sementes para o plantio.....	30
Após a extração do óleo: Utilização de subprodutos da Indústria do Biodiesel.....	33
Matrizes disciplinares necessárias a esse trabalho.....	35
Metodologia Geral.....	38
1. Armazenamento.....	38
2. Análises de Morfofisiologia.....	38
2.1. Teste de Germinação.....	38
2.2. Teste de Condutividade elétrica.....	39
2.3. Determinação de Umidade.....	39
2.4. Delineamento Experimental.....	40
2.5. Microscopia óptica.....	40
2.5.1. Diferenciação tecidual (Anatomia vegetal).....	40
2.5.2. Testes Histoquímicos.....	40
2.5.2.1. Coloração para Proteínas.....	41
2.5.2.2. Coloração para Lipídios.....	41
2.5.2.3. Coloração para Amido.....	41
2.5.3. Análises Microscópicas.....	41
3. Análise Química do óleo de cártamo (<i>Carthamus tinctorius</i> L.).....	42
3.1. Extração do Óleo.....	42
3.2. UV- Visível.....	42

3.3. Cromatografia em Camada Delgada (CCD).....	43
4. Análises Bromatológicas do Resíduo das sementes de <i>Carthamus tinctorius</i> L. após a extração do óleo	43
Referências	44
Capítulo 1: Morfofisiologia das sementes de <i>Carthamus tinctorius</i> L. armazenadas em diferentes embalagens ao longo do tempo.....	56
Resumo.....	56
Abstract.....	57
Introdução.....	58
Materiais e Métodos.....	59
Resultados e Discussão.....	61
Conclusão.....	67
Referências.....	67
Capítulo 2: Caracterização química do óleo das sementes e torta de <i>Carthamus tinctorius</i> : agregando valor à indústria do biodiesel	71
Resumo.....	71
Abstract.....	72
Introdução.....	72
Materiais e Métodos.....	73
Resultados e Discussão.....	75
Conclusão.....	79
Agradecimentos.....	79
Referências.....	79
Considerações Finais	83
Anexo 1: Normas gerais para publicação de artigos na Revista Brasileira de Sementes.....	85
Anexo 2: Normas gerais para publicação de artigos na revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB).....	88

INTRODUÇÃO GERAL E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

REFLEXÕES SOBRE SOCIEDADE, NATUREZA E DESENVOLVIMENTO

Os desequilíbrios na utilização dos recursos naturais pela população mundial e a poluição resultante da forma como esses recursos estão sendo utilizados resultou na crise ambiental que se vivencia atualmente (BRAGA et al. 2005), marcada pela exploração desenfreada da natureza em prol da maximização dos lucros. Este modelo de desenvolvimento se caracteriza em uma estratégia de crescimento econômico, em que o meio ambiente é tratado com externalidade (ABRAMOVAY, 2010). Para Leff (2009) este padrão caracteriza a racionalidade econômica. Neste contexto, surgem debates e reflexões que dominam a cena política e técnico-científica nacional e internacional sobre modelos e alternativas de desenvolvimento, levando à formação de uma nova concepção conhecida como desenvolvimento sustentável. Essa proposta surge como uma resposta ao modelo de crescimento que ameaça a conservação dos recursos naturais e, que apresenta uma instabilidade política e social, devido à profunda desigualdade na distribuição da riqueza e da qualidade de vida.

O conceito de desenvolvimento sustentável foi estabelecido pela Comissão Mundial para o Desenvolvimento e Meio Ambiente (formada na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento), em 1987, que ficou famosa pelo Relatório de Brundtland intitulado “Nosso Futuro Comum”. Neste documento o desenvolvimento sustentável foi conceituado como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades” (CMMAD, 1987).

A transição para o conceito de desenvolvimento sustentável requer uma mudança de paradigmas na sociedade mundial (SACHS, 2000). De acordo com Leff (2009), a crise ambiental marcada pela destruição de recursos naturais, pelo desequilíbrio ecológico, pela contaminação ambiental e pela degradação da qualidade de vida, levou a uma revisão de conceitos morais. Dessa forma, o desenvolvimento sustentável torna possível a mobilização do potencial dos processos ecológicos, da inovação científica tecnológica, assim como da criatividade e participação social, pra construir os meios ecotecnológicos de produção. Este paradigma concerne à racionalidade ambiental proposta por Leff (2009), para um desenvolvimento igualitário, descentralizado, autogestionário, ecologicamente equilibrado e

sustentável, capaz de satisfazer as necessidades básicas da população, de respeitar a sua diversidade cultural e melhorar a sua qualidade de vida.

O desenvolvimento não pode se limitar unicamente aos aspectos sociais e a sua base econômica, ignorando as relações complexas entre as sociedades humana e a evolução da biosfera. A sustentabilidade das sociedades depende da sua capacidade de se submeter aos preceitos de prudência ecológica e de fazer um bom uso do meio ambiente (SACHS, 2004). Além disso, anuncia o limite da racionalidade econômica, exaltando os valores da vida, da justiça social e o compromisso com as gerações futuras (LEFF, 2009). Abramovay (2010) conceitua desenvolvimento sustentável como “processo de ampliação permanente das liberdades substantivas dos indivíduos em condições que estimulem a manutenção e a regeneração dos serviços prestados pelos ecossistemas às sociedades humanas”.

Nesse cenário, a questão energética se desponta e está sendo bastante discutida atualmente. Quanto a esta temática, houve um processo expressivo da redução da pobreza e da desigualdade no Brasil nos últimos anos, no entanto, isso não tem como base o crescimento econômico centrado no menor uso de energia e materiais; o país não está acompanhando a inovação tecnológica contemporânea, a qual coloca a ciência a serviço de sistemas produtivos que poupam materiais e energia, e contribuem para a regeneração da biodiversidade. O Brasil não está diante de uma questão ambiental somente, mas sim do desafio de formular uma estratégia de desenvolvimento sustentável (ABRAMOVAY, 2010).

MUDANÇAS DE PARADIGMAS NA QUESTÃO ENERGÉTICA

A questão energética tem uma grande representatividade no contexto ambiental e na busca do desenvolvimento sustentável. Além disso, tem influenciado muitas discussões sobre mudanças de paradigma no desenvolvimento humano (REIS et al., 2012). Laponche (2007) *apud* Sachs (2007) ressalta que o desenvolvimento sustentável não é compatível com o paradigma energético atual.

A energia tornou-se um fator crucial para humanidade continuar seu crescimento econômico e manter seu alto padrão de vida, especialmente após a Revolução Industrial no final do século XVIII e início do século XIX (ATABANI et al., 2012). Levando-se em consideração o cenário energético atual, o mundo necessitará de 50% a mais de energia em 2030, dos quais 45% serão utilizados pela China e Índia (INTERNACIONAL ENERGY AGENCY, 2007; SAHID; JAMAL, 2009). Tendo em vista esse contexto, ver-se a

necessidade de mudanças de paradigmas, no que concerne ao crescimento do consumo energético e a transição da utilização de fontes não renováveis de energia para as renováveis.

Para Sachs (2007), nenhuma das transições energéticas do passado foram feitas em virtude do esgotamento de uma fonte de energia, diferentemente, elas ocorreram graças à identificação de novas fontes de energia com qualidades superiores e custos inferiores. A história da humanidade pode ser resumida como a história da produção e destinação do excedente econômico, ritmada por revoluções energéticas sucessivas.

O modelo de desenvolvimento adotado mundialmente teve como base fontes energéticas fósseis. As principais fontes energéticas mundiais, petróleo, carvão e gás natural, apresentam uma participação de 80% da sua matriz energética (36% de petróleo, 23% de carvão e 21% de gás natural). No Brasil, a participação do petróleo é da ordem de 43% (BRASIL, 2006).

Os combustíveis fósseis foram a base de grandes transformações na sociedade mundial, mudaram o acesso a diferentes bens de consumo e meio de transporte. No entanto, essas transformações também foram negativas no que se refere ao meio ambiente decorrente do uso desses combustíveis (SILVA, 2012).

O uso desses combustíveis tem sido responsável pelas crescentes emissões dos gases de efeito estufa que são liberados durante sua combustão, pelo descarte de resíduos e acidentes com derramamento no mar e no solo (INTERNACIONAL ENERGY AGENCY, 2006). Além disso, essas fontes energéticas são limitadas (PERES et al., 2005), e não são raros os períodos em que o consumo excede a oferta (INTERNACIONAL ENERGY AGENCY, 2006). Esse cenário motivou a busca por fontes alternativas de energia que provoquem menor impacto ambiental.

A revolução energética do século XXI é desencadeada pelo alto preço do petróleo e condicionada por três fatores: o consumo do petróleo maior do que a descoberta das reservas, necessidade de “redução do consumo das energias fósseis para evitar mudanças climáticas deletérias ou irreversíveis” e ameaça à paz resultante da geopolítica do petróleo. Essa revolução dependerá da capacidade dos estados nacionais e da Organização das Nações Unidas de definir políticas públicas de âmbito nacional e internacional. As ações devem ser voltadas para redução da demanda energética, do aumento da eficiência na produção e uso final das energias, e da substituição das energias fósseis por energias renováveis, mediante a captura dos gases do efeito estufa (SACHS, 2007).

Sachs (2005) defende que o Brasil se tornou, nos últimos anos, um ator internacional decisivo do atual processo que está conduzindo para o “fim da civilização do petróleo”.

INSERÇÃO DO BIODIESEL NA MATRIZ ENERGÉTICA

Nos últimos trinta anos, o setor de transporte tem experimentado um crescimento constante devido ao aumento do número de carros em todo o mundo. É esperado um aumento médio de 1,8% ao ano entre 2005 e 2035 do uso global de energia neste setor (Figura 1). Globalmente, o setor de transporte é o segundo maior consumidor de energia depois do setor industrial, e conta com 30% da demanda mundial de energia, dos quais 80% são de transporte rodoviário. Acredita-se que este setor é responsável por aproximadamente 60% da demanda mundial de petróleo, e essa demanda é crescente (Figura 2) (ATABANI et al., 2012). Conseqüentemente, este setor também é responsável por grande parte das emissões dos gases do efeito estufa. Em 2008 foi responsável por aproximadamente 22% do total de emissões mundiais de dióxido de carbono (ATABANI et al., 2011). A associação da questão energética com os problemas ambientais causados pela queima dos combustíveis fósseis, a alta do preço do petróleo e a escassez de novas reservas no futuro, tornaram a biomassa uma fonte interessante de energia alternativa. Estes fatores têm incentivado muitos pesquisadores a investigar o uso dessas fontes, dentre elas se destaca o biodiesel (SENSOZ et al., 2000; RAMADHAS et al., 2005, ATABANI et al., 2012). Segundo Goldemberg (2009), os biocombustíveis representam a melhor das opções do uso da energia proveniente da biomassa.

O uso do biodiesel gera menos poluentes que o uso dos combustíveis fósseis (HU et al., 2008) e minimiza a pressão sobre a extração de recursos naturais. Esse biocombustível é a atual alternativa para o diesel do petróleo, pois é exequível tecnicamente, economicamente competitivo, aceitável do ponto de vista ambiental e facilmente disponível (DERMIBAS, 2009). Além de reduzir as emissões de gases do efeito estufa, promovem desenvolvimento regional e fortalece a estrutura social, principalmente em países em desenvolvimento (DERMIBAS; DERMIBAS, 2007).

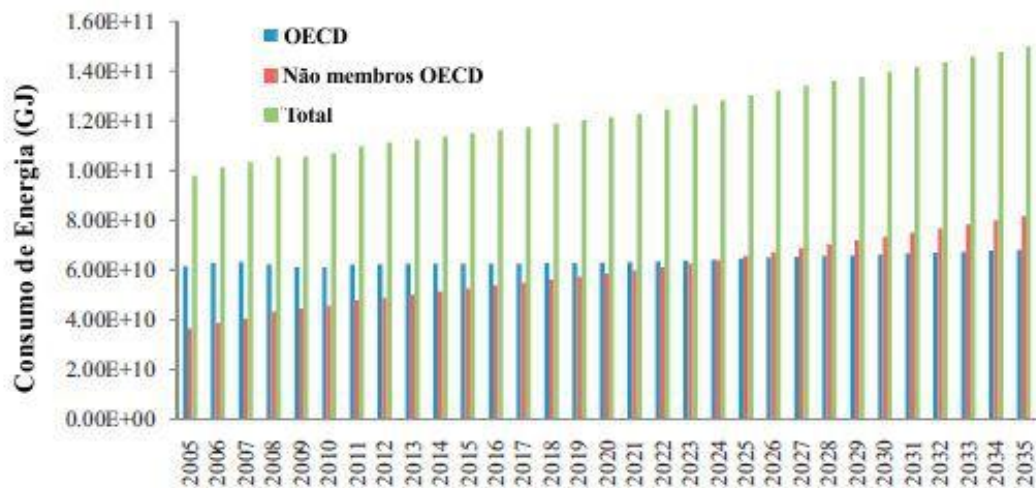


Figura 1: Projeção do consumo de energia no setor de transporte entre os anos de 2005 e 2035, no mundo, nos países membros da OECD (Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento) e não membros. Fonte: THE INTERNATIONAL ENERGY OUTLOOK (2011) *apud* ATABANI et al. (2012); ATABANI et al. (2011) – adaptado

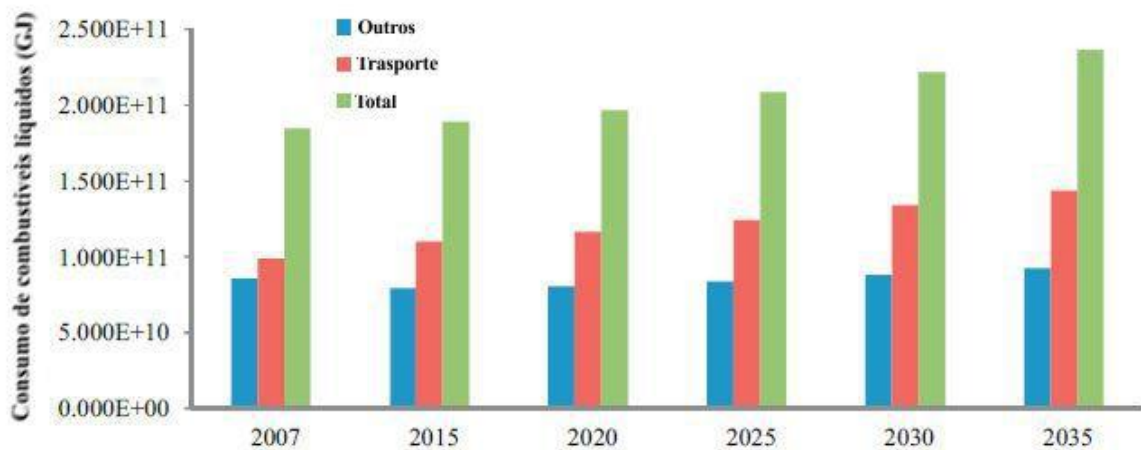


Figura 2: Projeção do consumo mundial de petróleo no setor de transporte e outros setores entre os anos de 2005 e 2035. Fonte: THE INTERNATIONAL ENERGY OUTLOOK (2011) *apud* ATABANI et al. (2012); ATABANI et al. (2011) - adaptado.

O biodiesel é seguro, biodegradável, renovável, atóxico, possui lubricidade inerente e, ainda reduz a dependência de combustíveis fósseis importados, que continuam a decrescer em disponibilidade (AZAM; NAHAR, 2005; RASHID et al, 2008).

A utilização desse combustível está associada com alguns impactos ambientais positivos para o ambiente. Barnwal e Sharma (2005) analisaram a emissão de gases poluentes pela combustão de biodiesel e de óleo diesel de petróleo, e obtiveram resultados favoráveis para esse biocombustível. Esse estudo concluiu que o óxido de enxofre (SO₂) - responsável pela ocorrência de chuvas ácidas - é totalmente eliminado, os materiais particulados tem uma redução de 60%, o monóxido de carbono e os hidrocarbonetos reduzem em 50%. Além disso, os hidrocarbonetos poliaromáticos são reduzidos em mais de 70 %, o que é bastante significativo para a saúde humana, uma vez que esses poluentes orgânicos mesmo em pequenas quantidades são cancerígenos, mutagênicos e genotóxicos (AGARVAL et al, 2011); e os gases aromáticos diminuem em 15% (Figura 3).

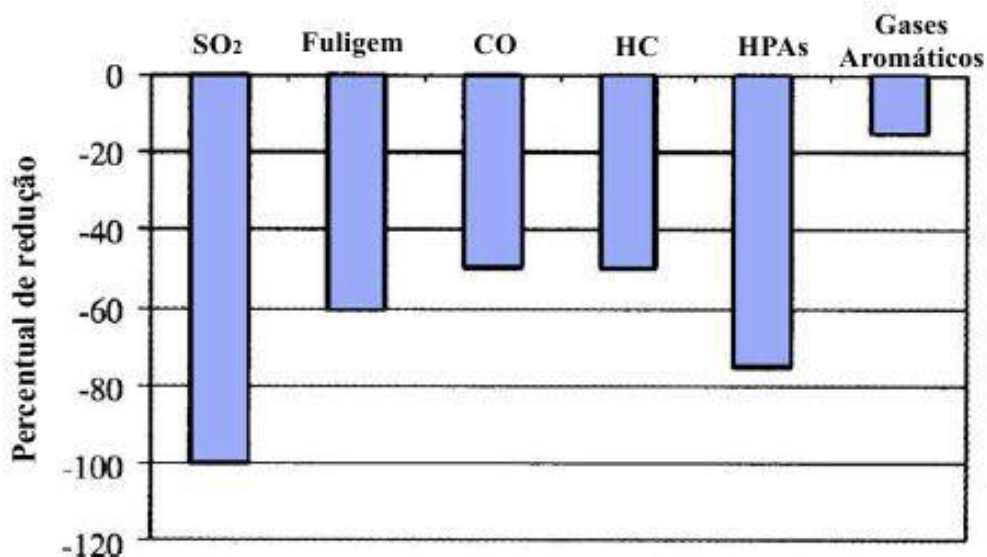


Figura 3: Comparativo das emissões do biodiesel com o óleo diesel derivado do petróleo. SO₂ – Dióxido de enxofre; CO – Monóxido de carbono; HC – Hidrocarbonetos; HPAS – Hidrocarbonetos poliaromáticos. Fonte: BARNWAL; SHARMA (2005) – adaptado.

Silva e Freitas (2008) citam um estudo realizado pelo Departamento de Agricultura (USDA) e de energia (USDE) dos Estados Unidos sobre a emissão de dióxido de carbono (CO₂) pelo biodiesel produzido a partir de soja, desde a produção agrícola até a queima pelo motor, e do diesel de petróleo, da extração à combustão. Os resultados indicam que as emissões de CO₂ pelo B20 (mistura de 20% de biodiesel e 80% de óleo diesel mineral) e pelo B100 (biodiesel puro) foram, respectivamente, 15,7% e 78,5% menores que as do óleo diesel derivado do petróleo. No entanto, os estudos citados relataram que a emissão de alguns gases é maior durante a combustão do biodiesel, como a de óxidos de nitrogênio (NO_x), cuja soma

aumenta em 2,6% na mistura de B20 e em 13,3% no B100; e a de ácido clorídrico (HCl), que aumenta em 2,8% no B20 e em 13,6% no B100. Um agravante dessa emissão de óxido de nitrogênio é que ele pode estar envolvido em uma série de reações que produzem fumaça fotoquímica (RANGEL; CARVALHO, 2003; LOUREIRO, 2005), chuva ácida e ozônio na troposfera (ONURSAL et al., 1997; BAIRD, 2011). Segundo Holanda (2004), o biodiesel pode reduzir em 78% as emissões de gás carbônico, em 90% as emissões de fumaça e, praticamente eliminar as emissões de óxido enxofre.

A toxicidade de um poluente no solo depende das suas propriedades, das atividades biológicas, do tipo específico da biota existente, da longevidade dos poluentes, como também da mobilidade do ar e da água nesse solo. De posse dessas informações, Lapinskiené et al. (2007) avaliaram a toxicidade do biodiesel e do diesel no solo em concentrações de 1 a 12% de massa de solo. No solo contaminado com biodiesel, as atividades respiratórias dos microrganismos e das enzimas desidrogenases aumentaram em concentrações até 12%. Diferentemente de solos contaminados com o óleo diesel, em que essas atividades aumentaram em concentração até 3%.

A eficiência energética do biodiesel depende de fatores como gastos energéticos na produção e teor de óleo dos grãos utilizados. Silva e Freitas (2008) citam um estudo realizado pelo USDA e USDE, em 1998, no qual houve uma perda de 19,4% para o biodiesel produzido a partir de soja. De acordo com esse estudo, o sistema agrícola adotado, com maior ou menor número de operações de preparo de solo, por exemplo, é fundamental para um balanço energético favorável. Ademais, o balanço energético depende de fatores que podem somar à energia do biocombustível a energia contida em subprodutos como, por exemplo, o farelo da soja, o que diminui as perdas do processo.

O cultivo de oleaginosas para a produção do biodiesel pode ocorrer em sistemas integrados de produção de alimento e energia adaptados aos diferentes biomas. Por exemplo, a integração biodiesel-pecuária, na qual os resíduos provenientes da extração do óleo constituem uma ração para o gado; o esterco processado nos biodigestores produz adubos e energia aproveitável na usina do biodiesel; além do uso do sebo bovino para a produção desse biocombustível. O interesse no desenvolvimento de sistemas integrados que permitem a coprodução de matéria-prima energética com outro produto agrícola, como meio de atingir economias significativas no custo e benefícios ambientais (GOLDEMBERG, 2009). Sachs (2007) destaca, ainda, o uso de áreas degradadas para a produção de óleos combustíveis, áreas inviáveis para os cultivos alimentares.

Nesse sentido surge uma nova discussão: o papel da agricultura familiar na produção de biodiesel. Diferentemente do etanol, cuja política pública foi formulada em reação à crise de 1973, o biodiesel surge com a perspectiva de inclusão social que a produção de matéria-prima de origem vegetal oferece, por meio da agricultura e em regiões deprimidas como, por exemplo, as regiões de clima semiárido.

Em dezembro de 2003 e novembro de 2004, deu-se início aos esforços do Governo Federal para introduzir o biodiesel na matriz energética nacional. Para tanto, foram instituídos uma Comissão Executiva Interministerial e o Grupo Gestor do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) (MONTEIRO, 2007). As discussões a respeito da necessidade de estimular a produção de biodiesel orientaram os trabalhos técnicos, de maneira que se evitasse aquilo que o Governo considera como distorções sociais e ambientais do PROÁLCOOL e se garanta aos agricultores familiares, sobretudo os do Nordeste, parte da oferta de matérias-primas para produção do biodiesel (ABRAMOVAY; MAGALHÃES, 2007). Esta fase culminou no lançamento deste programa em 2004 pelo Decreto nº. 5.297. O programa apresenta as seguintes diretrizes:

- Introdução do biodiesel na matriz energética brasileira de forma sustentável;
- Geração de emprego e renda, especialmente no campo, com a produção de matérias-primas oleaginosas (inclusão social);
- Atenuar disparidades regionais;
- Reduzir as emissões de poluentes;
- Reduzir a importação de diesel de petróleo;
- Não privilegiar rotas tecnológicas;
- Conceder incentivos fiscais e implementar políticas públicas (financiamento, assistência técnica) para conferir sustentabilidade econômica, social e ambiental do biodiesel (MONTEIRO, 2007).

Segundo Abramovay e Magalhães (2007), o PNPB foi formulado em um ambiente que abre possibilidades bem diferentes das que foram adotadas pelo PROÁLCOOL - mercado por cultivos em planícies, a conseqüente monotonia da paisagem agrícola e as condições degradantes de trabalho nas lavouras de cana-de-açúcar (MORAES SILVA, 2005)- e, que tiveram como conseqüências problemas sociais e ambientais de grande magnitude. Diferentemente da cana-de-açúcar, a participação dos agricultores familiares na produção da matéria-prima do biodiesel é significativa e muitas vezes majoritária. Mesmo quando se trata da soja, no Rio Grande do Sul, metade da oferta é proveniente de unidades familiares de produção, fato que não ocorre com a cana-de-açúcar.

O PNPB foi concebido com o objetivo de firmar um novo mercado para os agricultores familiares e assentados da reforma agrária, conciliando tal produção com os requerimentos da proteção ambiental. Para isso, salienta o autor, que é necessário o esforço de todo um conjunto de instituições organizadas em rede tais como: pesquisas agrônômicas, tecnológicas e industriais; organização social da produção; associações e cooperativas de agricultores; empresas; organizações não governamentais, órgãos governamentais de fomento, regulamentação e fiscalização; representações de populações tradicionais; universidades, centros de pesquisa e outros órgãos gestores (PEIXOTO, 2008).

O aspecto mais controverso dos agrocombustíveis (biodiesel e etanol) gira em torno dos seus impactos sobre a segurança alimentar. No entanto, um documento recente da CEPAL (Comissão Econômica para América Latina e o Caribe) em conjunto com a FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), ao resumir uma pesquisa sobre a situação na América Latina e Caribe, em relação aos quatro aspectos de segurança alimentar (disponibilidade, acesso, estabilidade e utilização) e a sua compatibilidade com o programa de agrocombustíveis, defende a sua viabilidade com uma série de condicionantes e cautelas. O relatório conclui que os impactos negativos sobre os preços de alimentos serão de curto prazo, e que os cultivos para fins energéticos, se acompanhados de políticas públicas e programas bem definidos, podem trazer benefícios a um grande número de pequenos produtores rurais que atualmente se encontram em condições de exclusão, sem comprometer a segurança alimentar da região (WILKINSON; HERRERA, 2008).

A respeito disso, Abramovay e Magalhães (2007) comentam que já existem bases científicas sólidas para a concepção de sistemas integrados de produção de energia e alimentos que podem sobrepor os principais problemas da maneira convencional de se colocar o impasse entre energia e alimentos. Peixoto (2008) também destaca a necessidade de adotar um enfoque regional para efetivação do PNPB, de tal forma que os projetos sejam adaptados às condições de solo e clima de cada região dos estados, assim como em diferenças sociais existentes.

A diversificação de sistemas produtivos dos agricultores familiares, para o cultivo de diversas oleaginosas visando a produção de biodiesel no semiárido do Nordeste brasileiro – onde há mais de 50% de representação de estabelecimentos de agricultura familiar –, consiste em um fator que contribui para a sustentabilidade dessa atividade (MONTEIRO, 2007). Tilman (2006) demonstra que os grandes problemas da oferta de biocombustíveis frente aos produtos dominantes da agricultura norte-americana são quase inteiramente superados quando se passa a utilizar terras degradadas e quando se explora a diversidade de produtos pouco

exigentes em relação a insumos agrícolas. Dessa forma, o PNPB está voltado para integração dos agricultores familiares à oferta de biocombustíveis e ao incentivo do uso de matérias-primas até então pouco empregadas.

IMPORTÂNCIA DA INVESTIGAÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Um rápido aumento da capacidade de produção do biodiesel e os programas governamentais para o uso desse biocombustível em torno de todo o mundo, nos últimos anos, exigiram a investigação de matérias-primas alternativas para atender o aumento da demanda (MOSER, 2009). Conforme Gui et al., 2008, a matéria-prima para produção de biodiesel compõe de 60-80% do preço final do combustível.

As características desejáveis para uma matéria-prima voltada para produção do biodiesel incluem adaptabilidade às condições do local de crescimento (precipitações, tipo de solo, salinidade, latitude, seca), viabilidade regional, alto teor de óleo, perfil graxo favorável, compatibilidade com a infraestrutura agrícola existente, baixa utilização de insumos agrícolas (fertilizantes, pesticidas), uniformidade na maturação das sementes, mercados potenciais para subprodutos agrícolas, e a capacidade de se desenvolver em áreas não agricultáveis e/ou no período de entressafra das culturas das matérias-primas convencionais. Segundo esse mesmo autor, a produção do biodiesel a partir de matérias-primas que atendam a maioria desses critérios será mais promissora como alternativa para o petrodiesel (MOSER, 2009).

Para Parente (2003), as matérias-primas com potencialidades para produção do biodiesel podem ter origem de óleos vegetais, gordura animal, óleos e gorduras residuais (resultantes de processamentos domésticos, comerciais e industriais). Chisti (2007) acrescenta o óleo proveniente de microalgas como promissor para a produção desse biocombustível. Muitos estudos têm sido desenvolvidos com os combustíveis obtidos a partir de óleos vegetais (DERMIBAS; DERMIBAS, 2007). Em pesquisa executada por Azam et al., (2005), foram analisadas perfis de ácido graxos de 75 espécies de plantas, as quais possuíam teor de óleo de 30% ou mais em suas sementes. Este estudo concluiu que 26 espécies, dentre elas o Nim indiano (*Azadirachta indica* Juss.) e o pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), contêm óleos propícios à produção do biodiesel de acordo com os padrões da Organização de Padrões dos Estados Unidos e Europa.

O potencial brasileiro para a produção do biodiesel se encaminha para a região Nordeste, onde é possível cultivar mamona, amendoim, gergelim, babaçu, entre outras

oleaginosas. No Norte, o dendê se configura como uma grande opção; a soja, o girassol o algodão e a canola despontam como principais alternativas para o Centro-Oeste, o Sudeste e o Sul do Brasil. Apesar de todo esse potencial, é necessário efetuar uma avaliação da capacidade de produção de oleaginosas no país, De acordo com as características de cada região. Com isso, pode-se prever a expansão de oleaginosas com domínio tecnológico (amendoim, mamona, soja, dendê), o incentivo ao extrativismo sustentável de espécies de palmeiras nativas, bem como o incentivo ao cultivo de oleaginosas perenes, que possuam domínio tecnológico como, por exemplo, o dendê (PERES; BELTRÃO, 2006)

Segundo Gärtner e Reinhardt (2006), as condições predominantes em cada região (especialmente fertilidade do solo, o clima) e a infraestrutura local ajudam a determinar qual a melhor matéria-prima para a produção de biodiesel. Garcez e Vianna (2009) ressaltam o aspecto da não especificidade do PNPB, ou seja, o biodiesel produzido no Brasil não deve ser limitado á matérias-primas ou processo industrial. De acordo com esses autores, essa posição tem mantido a política do programa permitindo que o biodiesel seja produzido a partir de várias fontes oleaginosas.

No Brasil, a matéria-prima para produção de óleo encontra-se fortemente concentrada na cultura da soja. Cerca de 90 % dos atuais seis milhões de toneladas de óleo vegetal produzidos anualmente originam-se dessa oleaginosa. Outras oleaginosas tradicionais como mamona, algodão, girassol, canola e amendoim contribuem com pequenas quantidades de óleo, assim como o dendê, devido à pequena área plantada na atualidade (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2007). A figura 4 demonstra os dados de utilização do óleo da soja para obtenção do B100 (biodiesel puro) no ano de 2010.

O descobrimento de oleaginosas não convencionais potencialmente utilizadas na produção do biodiesel é de extrema importância para a economia mundial. A perspectiva para os próximos anos é aumentar em 50 vezes a área no Brasil destinada ao cultivo de oleaginosas (SCHLESINGER, 2004).

Para que a ampliação da oferta dessa matéria-prima seja bem sucedida, é necessário desenvolver um conjunto de conhecimentos que permitam a obtenção de maior qualidade fisiológica e conservação das sementes, para que as culturas de oleaginosas não convencionais possam fazer frente a outras opções como a soja, o amendoim e o girassol, cuja tecnologia de produção é mais aprimorada (FANAN et al., 2009).

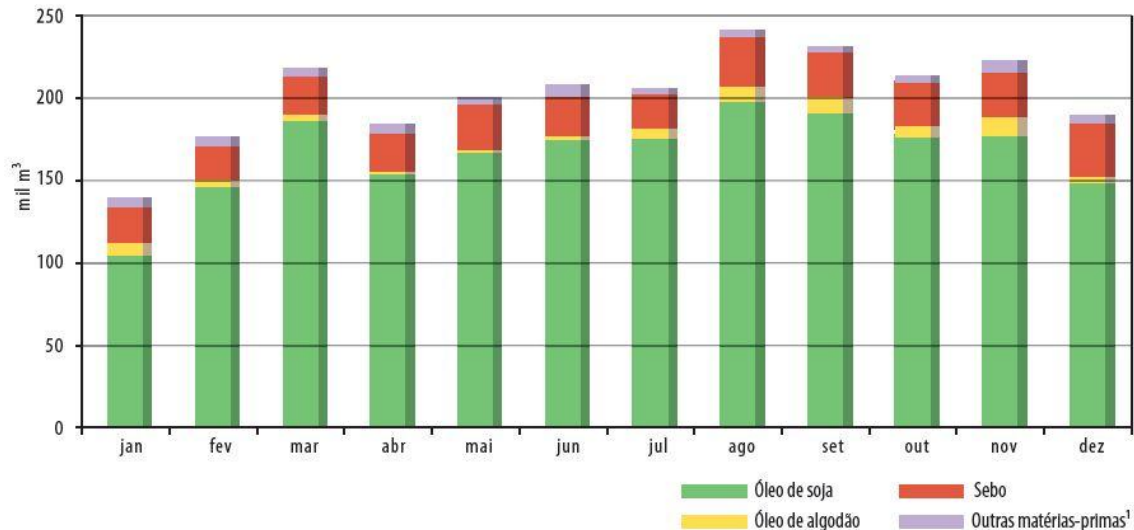


Figura 4: Matérias-primas utilizadas na produção mensal de biodiesel (B100) durante o ano de 2010. ¹Outras matérias-primas: óleos de palma, amendoim, girassol, sésamo e nabo forrageiro, óleos e gorduras residuais. Fonte: ANP, 2010.

A discussão sobre as diversas oleaginosas que podem ser utilizadas para produção de biodiesel no Brasil não é matéria frequente na literatura técnica, nem tampouco a viabilização dos processos necessários à cadeia produtiva como, por exemplo, o armazenamento das sementes e a qualidade do óleo após esse processo, como também a utilização dessa matéria-prima após a extração do óleo, objetos de trabalho desse estudo.

POTENCIAL MATRIZ PARA PRODUÇÃO DE BODIESEL: *Carthamus tinctorius* L.

Tendo em vista este cenário, observa-se a necessidade de estudos mais aprofundados a respeito de estocagem de sementes oleaginosas com a finalidade de apoiar a produção de biodiesel nas regiões brasileiras, principalmente na região Nordeste. Dentre as oleaginosas promissoras e potencial candidata à produção de biodiesel no semiárido nordestino destaca-se o cártamo (*Carthamus tinctorius* L.).

Carthamus tinctorius L. (Cártamo) é uma espécie anual pertencente a família Asteracea (Figura 5); é originário da Ásia, onde foi primeiramente utilizado para tingir seda. Além disso, é bastante apreciado no Oriente pelo óleo rico em ácidos graxos poli-insaturados e monoinsaturados obtidos de suas sementes (POLUNIN, 1991 *apud* ROCHA, 2005). É uma planta extensivamente cultivada na Índia, China, Estados Unidos, México e Turquia (GECGEL et al., 2007). Na Índia, genótipos selecionados para a produção de óleo são usados

em sucessão com a cultura do algodão (MALEWAR et al., 1999). Alguns países na América Latina também o cultivam pelo seu potencial para a produção de óleo, principalmente Argentina e México. Nesses países há crescente demanda por óleos vegetais de alta qualidade (GIAYETTO et al., 1999).



Figura 5: *Carthamus tinctorius* L.

Fonte: <http://todoplantas.blogspot.com.br/2012/04/alazor-o-cartamo.html>

Esse vegetal possui cerca de 150 cm de altura; possui raiz profunda, característica que lhe confere maior eficiência para absorção de água de camadas mais profundas do solo. O caule produz ramificações de 1 a 5 capítulos de cor amarela, laranja ou vermelha. As folhas apresentam tamanhos que podem variar significativamente entre as variedades da espécie, e até mesmo entre os indivíduos; são alternas, dentadas ou lobadas, suas brácteas são involucras, externas e verdes (ROCHA, 2005). O caule e algumas folhas apresentam numerosos espinhos, no entanto, algumas variedades estão sendo desenvolvidas para facilitar a utilização desse vegetal (DAJUE; MÜNDEL, 1996). As sementes de cártamo apresentam tegumento de coloração branca amarelada (Figura 6), e tem como tecido de reserva os cotilédones (embrião ocupando a posição no eixo central). Possui germinação do tipo epígea e a planta é fanerocotiledonar, pois há a liberação dos cotilédones do tegumento da semente e consequentemente a emergência destas (ABUD et al., 2010).

O cártamo apresenta resistência ao estresse hídrico, às altas temperaturas e à baixa umidade relativa do ar, além de ser tolerante a solos salinos. Ademais, é ainda tolerante ao

frio, suportando temperaturas negativas nas primeiras fases do ciclo vegetativo (VIVAS, 2002).



Figura 6: Sementes de *Carthamus tinctorius* L.

O cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) é uma cultura subutilizada e negligenciada. Porém, essa espécie tem um grande potencial a ser explorado e desenvolvido como, por exemplo, uma importante cultura oleaginosa, cultura para flor de corte, utilização com fins medicinais e, ainda ração animal (EMONGOR, 2010).

O teor de óleo nas sementes do cártamo varia entre 20 – 45% (DAJUE; MÜNDEL, 1996; EKIN, 2005; CARVALHO et al., 2006; SACILIK et al., 2007; HAN et al., 2009), alguns autores relatam teores entre 50 a 60% (OPLINGER et al., 1990), sendo 70-75% de ácido linoleico e 20% de ácido oleico (VIVAS, 2002; HOEKMAN et al., 2012), perfil graxo adequado para produção de biodiesel (KUMAR; SHARMA, 2008).

O cártamo é um dos melhores exemplos de cultura com variabilidade na composição dos ácidos graxos no óleo das suas sementes. Existem duas variedades de cártamo que produzem diferentes tipos de óleo: uma com altos teores de ácido oleico (C18:1) e outra com altos em ácido linoleico (C18:2) (Tabela 1) (KNOWLES, 1989 *apud* GECGEL et al., 2007). O conteúdo médio de óleo nas sementes de cártamo pode ser maior do que algumas espécies de oleaginosas convencionais, por exemplo, soja (17 – 21%) e algodão (15-24%), e pode ser equiparado e até superior ao teor médio do girassol (42%).

O óleo do cártamo é rico em ácidos graxos poliinsaturados, e por isso é usado para redução do nível de colesterol no sangue. Esse óleo tem sido cada vez mais utilizado para tratamentos de hiperlipidemia, arteriosclerose, doenças cardíacas coronárias, e eficiência da

microcirculação, já que é capaz de reduzir a lipoproteína de baixa densidade (LDL) sem afetar a lipoproteína de alta densidade (HDL) no sangue (HAN et al, 2009; EMONGOR, 2010).

Tabela 1: Composição (%) majoritária em ácidos graxos dos óleos de Cártamo.

Variedade	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	Outros
Cártamo_{oleico}	4 ~ 8	2.3 ~ 8	73.6 ~79	11 ~ 19	0.8 ~ 1.9
Cártamo_{linoleico}	5.3 ~ 8	1.9 ~ 2.9	8,4 ~ 23.1	67.8 ~ 83.2	1.2 ~ 2.4

Fonte: Knothe et al., 2006.

O ciclo de vida do cártamo é curto com aproximadamente 140 dias, porém, este ciclo pode ser ainda mais reduzido, chegando a 75 dias, quando a espécie é cultivada em temperaturas mais elevadas (ROCHA, 2005). A produção média de sementes por hectare é em torno de uma a três toneladas, de acordo com a tecnologia empregada, e a população, por hectare, é em torno de 180 a 250 mil plantas. Uma boa produção é observada com precipitações entre 300 a 600 mm anuais (VIVAS, 2002; ROCHA, 2005). Considerando que a precipitação média anual no semiárido nordestino é ente 400 a 800 mm anuais (NÓBREGA, 2001), a espécie mostra-se adequada ao plantio na região.

Essa espécie possui um alto valor agregado, visto que todas as suas partes, vegetativas ou produtivas, podem ser utilizadas. Por exemplo, o resíduo das suas sementes pode ser utilizado como suplemento proteico na alimentação animal, pois possui aproximadamente 35% de proteínas (VIVAS, 2002); as flores estéreis são utilizadas como corantes para uso culinário ou para tingir tecidos finos, além de ser utilizada para fins medicinais (DAJUE; MÜNDEL, 1996). Portanto, essa espécie se caracteriza como uma opção de oleaginosa para a agricultura familiar no semiárido nordestino, além disso, o seu cultivo é semelhante ao cultivo do girassol, uma espécie bastante empregada no Programa de Uso e Produção do Biodiesel.

AGRICULTURA FAMILIAR NO CONTEXTO DA PRODUÇÃO DO BIODIESEL

A agricultura familiar é muitas vezes associada com a pequena produção camponesa, voltada para a subsistência da família. No entanto, ela não se apresenta necessariamente neste modelo, podendo recobrir situações extremamente variadas. As diferenças recaem na capacidade de se apropriar dos meios de produção e desenvolvê-los, não sendo assim, a

agricultura familiar um elemento da diversidade, ou seja, das diversas formas as quais a agricultura se apresenta, e sim um conjunto que abrange essa diversidade (LAMARCHE, 1993).

Por abranger diferentes formas de exploração agrícola, o conceito de Agricultura familiar é genérico:

“aquela em que a família, ao mesmo tempo em que é proprietária dos meios de produção, assume o trabalho no estabelecimento produtivo” (WANDERLEY, 1996).

Em colaboração com os conceitos supracitados, a Lei nº 11.326/2006 – Art 3º define o conceito de agricultor familiar como:

- Proprietário, posseiro, arrendatário, parceiro ou concessionário da reforma agrária;
- Residente na propriedade ou em local próximo;
- Detentor, sob qualquer forma, no máximo 4 (quatro) módulos fiscais de terra, quantificados conforme a legislação em vigor e fixados de acordo com cada região;
- Obter no mínimo 80% (oitenta por cento) da renda bruta familiar advinda da exploração agropecuária ou não agropecuária do estabelecimento;
- Aquele que apresenta, como base da exploração do estabelecimento, o trabalho familiar.

Apesar de sua menor produtividade e incorporação tecnológica, o setor agropecuário familiar responde por uma grande parcela da produção (38% do valor bruto da produção agropecuária). Além disso, este setor tem relevante importância social, através da absorção de empregos e da produção de alimentos, principalmente para o autoconsumo das famílias e para o mercado interno (GUILHOTO, 2007).

O setor agrícola desempenha um papel estratégico no universo social, econômico e político. Além de dinâmico, é fortemente heterogêneo, representado por algumas regiões onde o processo de modernização tecnológica se deu de forma rápida, mas também pela predominância de uma agricultura tradicional, de base familiar - a agricultura familiar - em sua maioria praticada por agricultores detentores de um baixo poder aquisitivo (LEITE et al., 2006).

O universo da agricultura familiar é extremamente diversificado e complexo. A diversidade reflete a sua própria natureza, em particular sua capacidade e tentativa de adaptação, nem sempre sustentável, aos ambientes locais, à disponibilidade de recursos, à cultura e história das famílias, assim como às condições impostas pelo mercado e pela sua inserção na sociedade (GUANZIROLI et al., 2001 *apud* LUZ et al., 2004).

No Brasil, em decorrência das pressões sociais vindas do campo, o Governo Federal passou a reconhecer a importância da agricultura familiar como agente propulsor na produção de alimentos, geração de empregos, renda e base de sustentação para a implementação de uma política agrícola que permita minimizar os problemas agrários.

A discussão sobre o papel da agricultura familiar vem ganhando força impulsionada pelos debates embasados no desenvolvimento sustentável e também na geração de emprego e renda. A agricultura familiar absorve 80% da mão-de-obra e produz 60% dos alimentos consumidos pela população brasileira. Além do mais, o setor é responsável por 67% da produção nacional de feijão, 97% do fumo, 84% da mandioca, 31% do arroz, 49% do milho, 52% do leite, 59% de suínos, 40% de aves e ovos, 25% do café, e 32% da soja. Ocupa 30,5% da área total dos estabelecimentos rurais, produz 38% do Valor Bruto da Produção Nacional e ocupa 77% do total de pessoas que trabalham na agricultura (MELLO, 2011).

As vantagens comparativas da agricultura familiar em relação à agricultura patronal (Tabela 2), ou oligarquias fundiárias, são claras. Neste aspecto se denota uma soberania da agricultura familiar em relação à diversificação, versatilidade, perfil distributivo e maleabilidade dos processos decisórios, contra a forte concentração de renda, exclusão social e a especialização proposta pela agricultura patronal (VEIGA, 1996). Ainda de acordo com este autor, a promoção da agricultura como linha estratégica de desenvolvimento rural está entrando na agenda política do Brasil.

Segundo um estudo interministerial, a cada 1% de substituição de óleo diesel por biodiesel produzido com a participação da agricultura familiar pode gerar aproximadamente 45 mil empregos no campo (LIMA, 2004). Em contraposição a agricultura patronal que cria um emprego a cada 100 hectares de terra em produção, a familiar cria um emprego a cada 10 hectares, ou seja, 10 vezes mais. Desse modo, se vê a importância da priorização da agricultura familiar no contexto da produção o biodiesel. Então, o PNPB e principalmente a inserção do Selo Combustível Social, tornam-se importantes recursos para gerar renda e emprego, promovendo a inclusão social e o desenvolvimento regional, o que significa afirmar que o programa deve se desenvolver de forma descentralizada, respeitando os termos de rotas tecnológicas e matérias-primas adaptadas a cada localidade (BRASIL, 2012). De acordo com Abramovay e Magalhães (2007), o PNPB está consolidando a agricultura familiar como ator central do processo de produção de biodiesel.

O agricultor familiar no PNPB está inserido em uma rede como importante ator, pois ele é o beneficiário direto de parte dos incentivos do programa e um dos responsáveis pela produção da matéria-prima. Dessa forma, o programa de uso e produção do biodiesel

incentivou vínculos sociais entre atores que não pertencem ao mesmo universo econômico, político e cultural (ABRAMOVAY; MAGALHÃES, 2007). Observa-se na figura 7 essas relações construídas pelo PNPB.

Tabela 2: Principais diferenças entre agricultura familiar e agricultura Patronal.

Modelo Patronal	Modelo Familiar
Completa separação entre gestão e trabalho;	Trabalho e gestão intimamente relacionados;
Organização centralizada;	Direção do processo produtivo assegurada diretamente pelos proprietários;
Ênfase na especialização;	Ênfase na diversificação;
Ênfase em práticas agrícolas padronizáveis;	Ênfase na durabilidade dos recursos naturais e na qualidade de vida;
Trabalho assalariado predominante;	Trabalho assalariado complementar;
Decisões "de terreno" e "de momento";	Decisões imediatas, adequadas ao alto grau de imprevisibilidade do processo produtivo;
Tecnologias voltadas principalmente à redução das necessidades de mão-de-obra;	Tomada de decisões <i>in loco</i> , condicionada pelas especificidades do processo produtivo;
Pesada dependência de insumos comprados.	Ênfase no uso de insumos internos.

Fonte: Veiga, 1996.

A formação do mercado do biodiesel é o resultado da junção de interesse de três atores: empresa e movimentos sociais, sob a coordenação e fiscalização do Governo Federal. Atores que antes se encontrava apenas em situação de conflitos passaram a ser responsáveis conjuntamente pela formação de um arranjo produtivo (ABRAMOVAY; MAGALHÃES, 2007).

O PNPB teve início a pouco tempo, o que impede uma avaliação rigorosa de seus resultados. No entanto, alguns estudos estão sendo efetuados com vistas para solidificação desse programa. Um exemplo de estudo desse tipo foi o realizado por Girão et al. (2011), o qual avaliou até que ponto as famílias do Assentamento Canudos, localizado no município de Ceará-Mirim-RN, que cultivam plantas oleaginosas para produção de biocombustíveis, nos

moldes do PNPB, foram incluídos socialmente a partir da geração de emprego e renda. Neste trabalho verificou-se que a população analisada obteve melhorias a partir do cultivo do girassol. Segundo esses mesmos autores, a experiência observada em Canudos, a partir do PNPB, pode representar uma oportunidade de ascensão para outras regiões do Nordeste brasileiro. Essa conclusão corrobora com Sachs (2005) quando afirma que esse biocombustível é uma oportunidade para repensar o desenvolvimento rural.

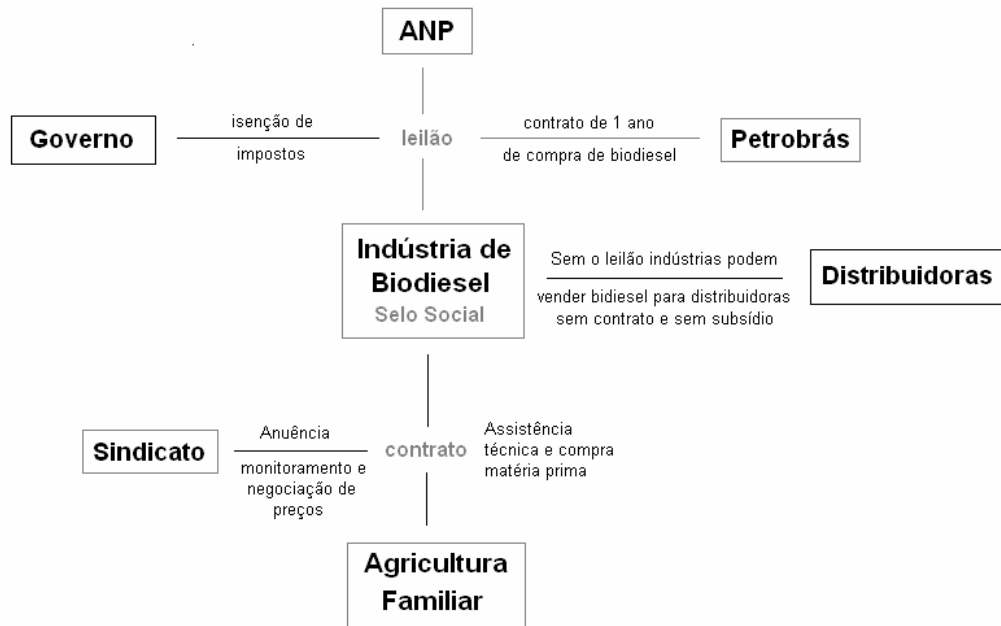


Figura 7: Principais atores envolvidos no Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. Fonte: ABRAMOVAY; MAGALHÃES, 2007.

ARMAZENAMENTO: ETAPA CRÍTICA PARA A UTILIZAÇÃO DE SEMENTES PARA O PLANTIO

Um dos grandes problemas na cadeia produtiva de sementes e, conseqüentemente do biodiesel está na baixa produtividade média de algumas plantas causada pela utilização de sementes com baixa qualidade fisiológica. O avanço da tecnologia e a industrialização da produção agrícola tem aumentado o tempo de armazenamento das sementes (LEKIC, 2003 *apud* BALEŠEVIĆ-TUBIĆ et al., 2010).

A semente tem um papel fundamental na produção de grãos do país, sendo que, a maioria dos pequenos produtores tem como prática guardar parte de sua produção para ser utilizada na nova safra para um plantio. Mas para isto, estas devem ser armazenadas de forma

correta, a fim de manter sua qualidade fisiológica durante todo o período de estocagem. Os problemas de conservação de produtos agrícolas constituem objeto de estudo permanente, visando prolongar a qualidade dos produtos armazenados, sejam eles semente para plantio ou grão para consumo (BRAGANTINI, 2005).

A qualidade fisiológica da semente é caracterizada e avaliada pela sua capacidade de germinação, vigor e longevidade (BEWLEY; BLACK, 1994). O vigor é o reflexo de um conjunto de propriedades que determinam o desempenho das sementes quando expostas a um largo espectro de condições ambientais (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). A longevidade das sementes é bastante influenciada pelas condições de armazenamento, sobretudo pelo teor de água e pela temperatura ambiental (FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

As sementes são classificadas tendo como base o conteúdo de água no seu interior. A dessecação ou desidratação do equilíbrio da umidade com o ambiente é o estágio final do seu desenvolvimento. Elas passam por diversos níveis críticos de umidade que afetam a atividade metabólica e podem causar danos aos tecidos intolerantes à desidratação. Em algumas sementes, a desidratação ocorre rapidamente durante apenas alguns dias, essas são chamadas de sementes ortodoxas. Em outras, sobretudo naqueles do interior de frutos carnosos, a desidratação ocorre durante um período mais prolongado, podendo ser bem menos acentuada, essas são chamadas sementes recalcitrantes. As sementes recalcitrantes, em geral, têm períodos de vida muito limitados no armazenamento, perdendo a viabilidade devido à secagem (FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

Outro fator que pode diminuir o potencial de estocagem das sementes para o plantio é a sua composição química. As sementes oleaginosas apresentam menor potencial de armazenamento que as amiláceas (os cereais, por exemplo), devido a menor estabilidade química dos lipídios em relação ao amido, uma vez que uma elevação moderada da temperatura, já é o suficiente para a decomposição dos triacilgliceróis e a elevação da taxa de deterioração (FANAN et al., 2009; BALEŠEVIĆ-TUBIĆ et al., 2010). A deterioração das sementes envolve uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas e físicas que, eventualmente, causam a morte do embrião. Dentre as principais alterações envolvidas na deterioração das sementes, destacam-se o esgotamento das reservas alimentares, a alteração da composição química, como oxidação dos lipídios e a quebra parcial das proteínas, a alteração das membranas celulares, com redução da integridade, aumento da permeabilidade e desorganização, e as alterações enzimáticas e nucleotídeos (FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

A maioria das sementes tende a sofrer variações em seu grau de umidade durante o período de armazenamento em ambiente não controlado, acompanhando as flutuações da umidade relativa do ar. Essas variações são prejudiciais à conservação da germinação e do vigor, principalmente quando acompanhadas de acréscimo da temperatura ambiente (SISMAN, 2005). A preservação da qualidade fisiológica de sementes sob determinadas condições ambientais de temperatura e umidade relativa do ar é influenciada também pelo tipo de embalagem utilizada. As embalagens, quanto à permeabilidade ao vapor de água, podem ser classificadas em permeáveis, semipermeáveis e impermeáveis (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). A permeabilidade das embalagens pode promover maior troca de umidade das sementes com o meio. Sementes armazenadas em embalagens permeáveis (por exemplo, papel juta, algodão e plástico trançado), podem variar seu teor de umidade conforme as variações da umidade do ar, em virtude desses organismos serem higroscópicos, ou seja, organismos que absorvem água. Em embalagens semipermeáveis (sacos plásticos finos ou de polietileno, de 0,075 a 0,125mm de espessura, e sacos de papel multifoliado laminados com polietileno) há alguma resistência às trocas, no entanto não impede completamente a troca de umidade. Por fim, nas embalagens impermeáveis (sacos plásticos com mais de 0,125mm de espessura selados ao calor, pacotes de alumínio e latas de alumínio, garrafa “pet”, quando bem vedados) não há influência da umidade do ar externo sobre as sementes.

Visando estudar a qualidade de sementes armazenadas em diferentes tipos de embalagens e diferentes condições de temperatura, Gondin et al. (2012), utilizando sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.), constataram que estas apresentam qualidade fisiológica satisfatória durante 180 dias de armazenamento à temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e 60% UR) e acondicionada em sacos de polietileno. Pereira et al. (2012), ao estudarem o efeito de diferentes embalagens e ambientes de armazenamento da germinação de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), durante 12 meses de armazenamento em ambientes controlados. Concluíram que o menor vigor das sementes foi obtido para as sementes mantidas em embalagens de papel *kraft* e naquelas armazenadas em câmara fria em tambor de papelão seguidas pelas armazenadas em polipropileno trançado.

De acordo com Sisman (2005), a umidade, temperatura e tempo de armazenamento são os fatores mais importantes que afetam o indivíduo na qualidade do produto armazenado.

APÓS A EXTRAÇÃO DO ÓLEO: UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA DO BIODIESEL

No semiárido nordestino a pecuária tem representado, historicamente, um fator de segurança alimentar e econômica para os agricultores familiares na região. A criação de bovinos, caprinos, ovinos, suínos e aves, isolada ou conjuntamente, representou e representa nos sertões, uma significativa forma de acumulação de riqueza ou poupança desses produtores. Em função de sua resistência à seca, a pecuária tem se constituído em um dos principais fatores para a garantia da geração de emprego e renda na região. Porém, devido a grande variação na oferta de forragens nos períodos de chuva e de seca, o desempenho produtivo é baixo (principalmente nos períodos de seca em que a disponibilidade de alimento é bastante baixa). É importante considerar que os sistemas de produção da agricultura familiar no semiárido são bastante diversificados e, muitas vezes, a pecuária se constitui apenas uma das atividades que compõe a renda familiar. Por isso, são necessários estudos sobre a integração de cultivos e pecuária, ou seja, cultivos resistentes às condições de sequeiro e que tenham potencial para ser inseridos na alimentação animal. A integração e modernização de vários sistemas, envolvendo animais e plantas na agricultura familiar, são fundamentais para adaptação dos agricultores a um manejo mais ecológico e sustentável (LIMA et al., 2009). Além disso, é importante que outros setores que tenham como fonte primária a agricultura procurem integrar seus sistemas de produção para agregar valor ao produto inicial, por exemplo, a indústria de biodiesel.

Aliada a preocupação ambiental de reduzir o uso de combustíveis fósseis e, conseqüentemente, as emissões de gases estufa com o uso do biodiesel, há uma motivação para o fortalecimento da cadeia produtiva desse biocombustível, em que se preveem benefícios econômicos, especialmente para o setor primário. Estes benefícios não estão atrelados somente à agricultura, mas também à pecuária que pode se beneficiar dos coprodutos resultantes do processamento da matéria-prima (BOMFIM et al., 2012).

Os estudos enfocando os subprodutos da indústria agrícola de biocombustíveis estão apenas começando a emergir, porém é importante salientar que a máxima utilização de todos os produtos gerados durante a produção de biodiesel seria economicamente viável, e aumenta o poder competitivo desse combustível renovável frente ao óleo mineral (OLIVEIRA et al., 2012).

A utilização de todos os produtos pode ter início na propriedade rural em que se processa a matéria-prima. Isso se daria pelo incentivo de um cenário, extensivamente aplicado

à indústria, que poderia ser adaptado e reproduzido em pequenas propriedades rurais, as “biorrefinarias rurais”. Por exemplo, Girão (2011) em trabalho com os agricultores familiares do Assentamento da Agrovila Canudos (Figura 8), localizado na região de Ceará-Mirim – RN, observou a utilização de uma mini-usina para extração de óleo (Figura 8), na qual é extraído o óleo das sementes de girassol, cultivado pelos próprios assentados, e toda biomassa produzida após esse processo (a torta) é reutilizada para alimentação do rebanho de caprinos e ovinos dos lotes. Além da torta, a autora demonstra que as outras partes da planta também são utilizadas como ração animal após a colheita.

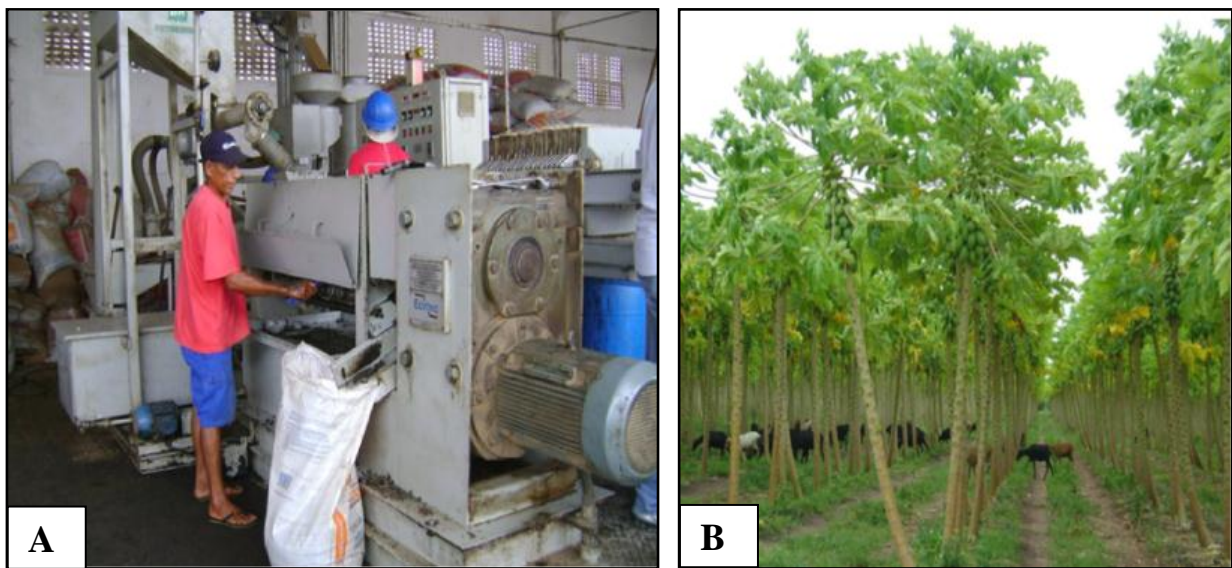


Figura 8: Assentamento de Canudos: A - Mini-usina de extração de óleo de girassol; B – Rebanho de caprinos e ovinos em meio a uma plantação de mamão. Fonte: Girão, 2011.

O conceito de Biorrefinaria é bastante recente no Brasil. Este parte de uma perspectiva de mobilização de esforços voltados para o aproveitamento otimizado das matérias-primas, com o intuito de agregar valor às cadeias produtivas de biomassa e reduzir possíveis impactos ambientais causados por elas (VAZ JUNIOR, 2011). Segundo Berndt (2010), o uso de tortas pode auxiliar na política de redução de metano, o que é um compromisso global para reduzir o efeito estufa.

O uso adequado dos subprodutos é frequentemente dificultado pela falta de conhecimento das suas características e valores nutricionais, e ainda seus efeitos em animais quando utilizado na sua alimentação (MENEGHETTI; DOMINGUES, 2008). Os subprodutos obtidos após a extração de óleo das sementes, por meio de solvente orgânico ou prensa mecânica, são a torta e o farelo. A utilização desses subprodutos em ruminantes reduz o custo

de alimentação e, geralmente não afeta a produtividade e qualidade do produto final, por exemplo, leite e carne (OLIVEIRA et al., 2012).

A maioria das tortas e farelo das oleaginosas que vêm sendo utilizadas para a produção de biodiesel no Brasil pode ser aplicada na alimentação animal, porém, cada uma com suas particularidades no que diz respeito a cuidados anteriores ao fornecimento para os animais; devido a algumas propriedades tóxicas ou antinutricionais que possuem, quantidades máximas dentro da formulação das dietas dos animais e práticas de armazenamento (ABDALLA et al, 2008).

Um exemplo de torta já aplicada na alimentação animal é a torta de girassol. Mendes et al. (2005) adicionando 20% de torta de girassol (27,8% de proteína, segundo Chung et al., 2009) na dieta relatou a ingestão de 9,17 Kg de matéria seca (MS) resultando em um aumento de peso médio de 1,15 Kg. Outro exemplo de insumo bastante consolidado e já utilizado na alimentação animal durante muito tempo é a torta e o farelo de soja, característico pelo seu alto teor de proteína. O Cártamo apresenta um teor médio de 35% de proteína em suas sementes e, por isso, é uma espécie potencial para ser introduzida na alimentação animal como subproduto da indústria de biocombustíveis. Essa temática é pouco relatada na literatura e, portanto, se faz necessários estudos e, principalmente se tratando de uma espécie que ainda não foi introduzida na região Nordeste do Brasil.

MATRIZES DISCIPLINARES NECESSÁRIAS A ESSE TRABALHO

De acordo com o referencial exposto, é notória a carência de estudos utilizando matérias-primas não convencionais para a produção de biodiesel. Alguns autores (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2007; GUI et al., 2008; FANAN et al., 2009; OLIVEIRA, 2012) demonstram que são necessárias maiores esforços na investigação de matérias-primas (estudos que favoreçam o conhecimento da espécie a ser utilizada) e identificação das potencialidades da biomassa após a extração de óleo (utilização de subprodutos), o que pode agregar valor à cadeia produtiva desse biocombustível, beneficiando todos que dela fazem parte, principalmente os responsáveis pelo setor primário de produção, os pequenos agricultores.

Além disso, é muito importante o uso de plantas adaptadas a cada região como, por exemplo, no semiárido nordestino brasileiro o uso de plantas adaptadas a sequeiro e solos pobres diminui os investimentos em irrigação e insumos agrícolas, e ainda valoriza os recursos naturais disponíveis na própria região.

Todos esses pontos justificam a escolha da espécie em estudo, *Carthamus tinctorius* L., dentro da temática “Matrizes para produção de biodiesel” e suas potencialidades após a extração do óleo das suas sementes. Vê-se, então, que são necessários estudos relacionados às sementes de cártamo em diferentes áreas do conhecimento, a fim de integrá-los no objetivo comum de fundamentar a utilização da espécie para diversos fins.

Algumas dessas áreas são identificadas no presente trabalho como ferramenta para compreensão dos resultados gerados e a contribuição para a viabilização dos processos necessários à cadeia produtiva do biodiesel. A anatomia Vegetal é a primeira delas. Essa área se caracteriza como ramo da botânica que estuda a estrutura interna dos organismos vegetais (APPEZZATO-DA-GLÓRIA & CARMELLO-GUERREIRO, 2006). Os estudos anatômicos podem auxiliar no entendimento da fisiologia do vegetal, da produtividade e formas adequadas de manejo de plantas de interesse econômico (SILVA et al., 2005). A organização histológica também reflete diversos aspectos funcionais e adaptativos, fornecendo indicativos da relação ambiente-planta. Dessa forma, a anatomia vegetal torna-se uma importante ferramenta no trabalho. Além dessa, utiliza-se a histoquímica, ou seja, a identificação de reservas (proteínas, lipídios, carboidratos) e de mobilização dessas nos tecidos dos vegetais.

Outro campo importante para compreensão dos danos do envelhecimento natural de sementes é a Fisiologia Vegetal, ramo da botânica que estuda o funcionamento vital dos vegetais, desde a germinação das sementes até a senescência destes.

A Química tem sido útil no estudo dos óleos provenientes de espécies vegetais que podem ser matrizes para produção de biodiesel. Essa ciência permeia toda a cadeia do biodiesel, sendo indispensável para sua viabilização econômica, ambiental e tecnológica, tanto nas áreas rurais como industriais (QUINTELLA et al., 2009). Além dessas áreas mencionadas, outro ramo de conhecimento que ainda faz parte desse estudo são as análises bromatológicas, que visam à alimentação animal, realizadas com a finalidade de varrer todas as utilizações das sementes de cártamo.

Dessa forma, percebe-se que a problemática exposta neste trabalho engloba uma cadeia de processos biológicos, fisiológicos, químicos, bioquímicos que acarretam uma resposta para a sociedade, de modo a contribuir com a construção de uma racionalidade ambiental, que, para Leff (2009), se configura em valores e práticas que considera fundamental transformar os modos de produção e as relações sociais objetivando o desenvolvimento sustentável.

Tendo em vista essas considerações, a hipótese a ser trabalhada neste estudo é: o cártamo é uma oleaginosa potencial para a produção de biocombustível, mesmo após o

armazenamento, e viável para a alimentação animal como coproduto agrícola da indústria de biodiesel. Com isso, a pesquisa apresenta como objetivo investigar a qualidade morfofisiológica das sementes de *Carthamus tinctorius* L. submetidas a diferentes períodos de armazenamento em dois tipos de embalagens, e em temperatura natural. Bem como, avaliar a viabilidade da reserva oleífera dessas sementes para a produção de biodiesel, e a composição bromatológica dos resíduos da extração (torta) para alimentação animal. Os objetivos específicos que serão trabalhados no primeiro artigo dessa dissertação são: verificar a morfologia, anatomia e histoquímica das sementes de *Carthamus tinctorius* L. antes e após o armazenamento; avaliar o vigor das sementes de *C. tinctorius*; analisar o potencial de germinação das sementes de *C. tinctorius*. No segundo capítulo serão trabalhados os seguintes objetivos específicos: Avaliar a quantidade e a qualidade do óleo extraído das sementes de cártamo e verificar sua viabilidade para biodiesel; avaliar a composição nutricional do resíduo da extração de óleo (torta) de cártamo para propor a inserção desse subproduto na alimentação de ruminantes.

METODOLOGIA GERAL

O lote das sementes de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) foi adquirido comercialmente; este lote foi cultivado no Rio Grande do Sul e colhido no mês de novembro de 2011. Em fevereiro de 2012, as sementes foram armazenadas nas condições delineadas para o experimento. Antes disso, foi retirada uma amostra do lote que representou o controle (T=0).

1. Armazenamento

As sementes de *Carthamus tinctorius* L. foram armazenadas por seis meses sob temperatura ambiente e duas diferentes embalagens: garrafa “Pet” de 1 l e sacos de polietileno de 1 Kg com espessura de 0,020 μm - embalagens de fácil acesso aos pequenos produtores rurais -, e em condições de laboratório. As análises foram realizadas mensalmente; cada amostragem foi composta de três repetições. O delineamento experimental foi 6 x 3 x 2 (6 meses de armazenamento x 3 repetições x 2 embalagens). Em seguida, foram realizadas análises mensais (t=0, t=1, t=2, t=3, t=4, t=5, t=6): teste de germinação, vigor (condutividade elétrica), teor de umidade das sementes, anatomia e histoquímica das sementes (microscopia óptica).

2. Análises de Morfofisiologia

2.1 Teste de Germinação

O teste de germinação seguiu metodologia de rolo de papel toalha proposto por Brasil (2009). As sementes foram manualmente selecionadas e desinfestados com hipoclorito de sódio (NaClO) 1% (m/v) por 3 min sob agitação eventual, lavadas três vezes em água destilada durante 1 min. Posteriormente, foram dispostas em folhas de papel toalha (papel Germitest[®] 280 x 380 mm) umedecidas com água destilada na proporção de uma vez e meia a massa do papel.

Dez sementes foram distribuídas em fileira no terço superior de duas folhas sobrepostas. Outra folha foi utilizada para cobrir as sementes, enrolando-se posteriormente as três folhas. Três rolos, contendo 10 aquênios cada, foram agrupados enrolando-se uma folha adicional. Esse sistema foi envolvido com dois sacos plásticos transparentes desinfestados

com etanol 70% (v/v), os quais foram dispostos em direções opostas e fixados com elástico (Figura 9). As sementes foram mantidas em condições controladas, em sala de crescimento com irradiância de 12 horas e temperatura de $26^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, até o 6º dia após o semeio.

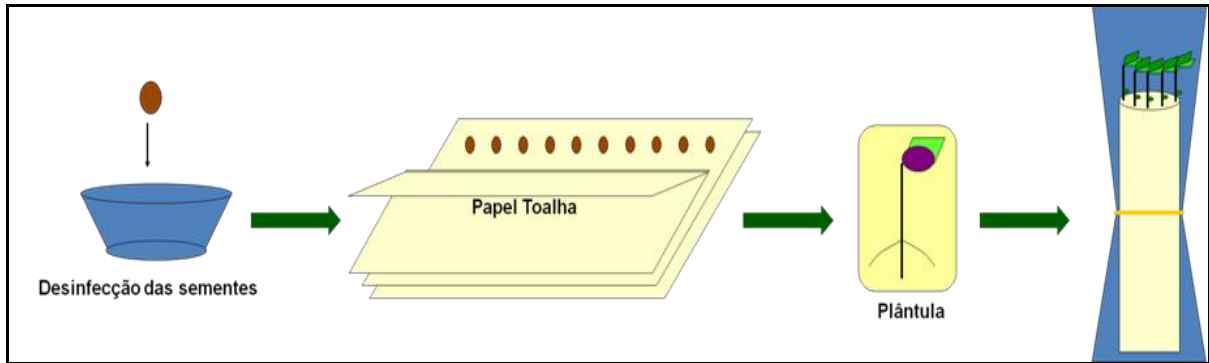


Figura 9: Esquema de desinfestação e semeio de sementes em sistema de rolo.

As sementes foram consideradas germinadas quando apresentaram protusão de radícula com aproximadamente 2 mm de comprimento. No 6º dia após o semeio, foi verificada a taxa de germinação.

As plântulas obtidas foram fixadas em álcool 70%, colocadas em frascos e encaminhadas para o Laboratório de Investigação de Matrizes Vegetais Energéticas (LIMVE-UFRN).

2.2 Teste de Condutividade Elétrica

O teste foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes de *C. tinctorius* para cada amostra. As sementes foram pesadas em balança analítica com três casas decimais após a vírgula, e embebidas em 75 mL de água destilada ($\leq 3\text{-}5 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$). As amostras foram mantidas em uma sala de crescimento a $26^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24 horas. Após 24 horas, foi efetuada a avaliação com condutímetro (marca Tecnal, modelo Tec-4MP), de sensor constante de 1,0. A condutividade obtida foi dividida pelo peso da amostra e expressa por $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

2.3 Determinação de Umidade

O teste de umidade visa a determinação do conteúdo de água presente nas sementes. Esse teste baseia-se na perda de peso das sementes quando secas em estufa, a $105^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$

por 24 horas, com quatro repetições de 25 sementes, para as duas embalagens nos devidos tempos de coleta. Os resultados de umidade foram expressos na base úmida obtido pela equação abaixo:

$$\% \text{ de Umidade (U)} = \frac{100 (P - p)}{P - t}$$

Onde: P = peso das sementes úmidas (peso úmido); p = peso das sementes secas (peso seco); t=tara, peso do recipiente em que foi colocado as sementes (saco de papel *kraft*), neste caso será considerado igual a 0, já que as sementes foram pesadas fora do saco.

2.4 Delineamento Experimental

O delineamento utilizado para o experimento foi inteiramente casualizado utilizando-se amostras independentes. Para avaliar os dados foi utilizada a análise de variância multivariada (MANOVA) e a ANOVA (análise de variância unisseriada), em nível de 5% de probabilidade. O software utilizado para essas análises foi o R-project versão 2.15.1.

2.5 Microscopia Óptica

2.5.1 Diferenciação tecidual (Anatomia vegetal)

Para observação da morfologia interna das sementes, antes e após o armazenamento, foram feitas secções transversais à mão livre dos órgãos, com lâmina de aço inox. Logo em seguida, os cortes foram clarificados com hipoclorito de sódio (NaClO) 1% (m/v), e corados com soluções aquosas de Azul de Alcian 1% (m/v) e Safranina 1% (m/v) por 5 min. Após esse procedimento, foram lavados com água destilada, transferidos para etanol 80% (v/v) acidificado e, em seguida, etanol 100% (v/v) para diferenciação dos corantes e fixação (LUQUE et.al., 1996 - modificado). As secções já coradas foram colocadas em água destilada e depois montadas em solução glicerina 50% (v/v) (KRAUS; ARDUIN, 1997).

2.5.2 Testes Histoquímicos

As amostras fixadas foram lavadas duas vezes em água destilada, e posteriormente seccionadas à mão livre com lâmina de aço inox. Os cortes transversais foram lavados em

água destilada e, em seguida, transferidos para uma placa de Petri contendo reagentes específicos para cada teste.

2.5.2.1 Coloração para Proteínas

Para coloração de proteínas, os cortes foram corados com solução de Azul Brillhante de Coomassie 0,02% (m/v) em solução etanólica acidificada de Clarke por 24 h. Em seguida, foram lavados em solução de Clarke recém-preparada e em água destilada por 20 min (GAHAN, 1984). As lâminas foram montadas em solução de glicerina 50% (v/v) (KRAUS; ARDUIN, 1997- modificado).

2.5.2.2 Coloração para Lipídios

Para coloração de lipídios, os cortes foram lavados em etanol 50% (v/v), corados com solução de Sudan III 0,5% (m/v) por 15 a 30 min, lavados em etanol 80% (v/v) e, posteriormente, em água destilada. As lâminas foram montadas em solução de glicerina 50% (v/v) (KRAUS; ARDUIN, 1997).

2.5.2.3 Coloração para Amido

Para coloração de amido, os cortes foram transferidos para uma lâmina contendo solução de glicerina 50% (v/v) e gotas de Lugol 5% (m/v) (KRAUS; ARDUIN, 1997).

2.5.3 Análises Microscópicas

As lâminas foram analisadas em microscópio óptico trinocular (marca Nykon, modelo Eclipse E2000) com câmera acoplada (marca Canon, modelo PowerShot A3200 IS). As secções coradas com Azul de Alcian e Safranina foram analisadas com o objetivo de observar os tecidos componentes das sementes de *Carthamus tinctorius* L., bem como a morfologia das suas células e prováveis alterações em função dos meses de armazenamento dos aquênios.

Durante a observação de secções coradas com reagentes específicos, foram verificadas a ocorrência de inclusões intracelulares de proteína, amido e lipídios. Para cada coloração, foram feitos cortes de três exemplares relativos a cada amostra, a partir dos quais foram montadas três lâminas de cada.

3. Análise Química do óleo de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.)

As análises químicas foram realizadas no Instituto de Química, no Laboratório de Química Orgânica Aplicada (LAQOA) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

3.1 Extração do Óleo

A extração do óleo das sementes de *C. tinctorius* foi realizada em ultrassom, utilizando um reator ultrassônico em que as ondas são usadas para criar bolhas de cavitação por meio do solvente utilizado. As bolhas estouram e criam ondas de choques e jatos líquidos que causam a ruptura de parede celular

Aproximadamente 15 g de sementes de *C. tinctorius* foram trituradas em um moinho de navalhas. O material triturado foi pesado e colocado em um *Elermeyer* de 250 mL, neste foi adicionado 150 mL de n-hexano. A mistura (biomassa + solvente) foi sonicada em banho ultrassônico (frequência de 40 KHz, temporizador digital 0-3 min, potência ultrassônica de 120 Watts, modelo USC 1600, UNIQUE) por três horas, com seis ciclos de 30 min. Em seguida, as amostras foram filtradas e, em seguida, o solvente foi removido em rotaevaporador (aproximadamente 60°C). Os extratos oleosos foram pesados para posterior cálculo de rendimento.

O extrato oleoso foi analisado em UV-visível e em cromatografia de camada delgada (CCD) para identificar o perfil do óleo.

3.2 UV – Visível

As análises de UV-visível foram realizadas em um espectrofotômetro (marca Thermo Scientific, modelo Evolution 60) através da dissolução de 0,05 mL de óleo em 3 mL de solvente (usado como extrator e como branco da análise). É realizado uma varredura de 200 a 800 nm, com intervalos de 1 nm e medidas de absorbâncias de 0-10 A e 0,1 A. Em seguida, com o auxílio do software VisionNite, foi construído o gráfico do Comprimento de onda (λ , nm) x Absorbâncias (A).

3.3 Cromatografia em Camada Delgada

Para análise por Cromatografia em Camada Delgada (CCD), foram aplicadas alíquotas (*spots*) do extrato obtido, com auxílio de capilar de vidro sobre cromatoplasmas de sílica gel 60. Após a eluição com a fase móvel, éter de petróleo/acetato de etila/ácido acético (80: 19: 1), os *spots* foram revelados com vapores de iodo sublimado e os Rfs (Fator de retenção) medidos com o intuito de qualificar os constituintes.

4. Análises Bromatológicas do Resíduo das sementes de *Carthamus tinctorius* L. após a extração do óleo

Após a extração do óleo, o resíduo (o material que restou após a filtração da mistura de solvente e biomassa) foi levado ao Laboratório de Nutrição Animal (LNA) na Universidade Federal do Rio Grande do Norte. O material foi colocado em sacos de papel e armazenado em freezer a -5°C. Em seguida, toda a amostra foi reduzida a partículas menores em moinho de facas tipo “Willey”, com peneira de 1,0mm para posteriores análises. Para isso, foram utilizadas as recomendações propostas por Silva e Queiroz (2002) para determinações de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nitrogênio em fibra de detergente neutro (NIDN), nitrogênio em fibra de detergente ácido (NIDA), lignina (LIG) e matéria mineral (MM).

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. Desenvolvimento sustentável: qual a estratégia para o Brasil? **Novos estudos**, n. 87, 2010.

ABRAMOVAY, R.; MAGALHÃES, R. **O acesso dos agricultores familiares aos Mercados de Biodiesel: Parceria entre Grandes Empresas e Movimentos Sociais**. Departamento de Economia da Universidade de São Paulo, 2007.

ABUD, H.F.; GONÇALVES, N.R.; REIS, R.G.E.; GALLÃO, M.I.; INNECCO, R. Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. **Revista Ciência Agronômica**. v. 41, n. 2, p. 259-265, 2010.

ABDALLA, A. L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOI, A.R.; CARMO, C.A.; EDUARDO, J.L.P. Utilização de subproduto da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 37, suplemento especial, 2008.

AGARVAL, A. K.; GUPTA, T.; KOTHARI, A. Particulate emissions from biodiesel vs diesel fuelled compression ignition engine. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v 15, p. 3278 – 3300, 2011.

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás e Biocombustíveis**. Rio de Janeiro: ANP, 2010.

ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e biocombustíveis. **Leilões de biodiesel**. Texto disponível em :
<http://www.anp.gov.br/?pg=60597&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1341332084031>. Acesso em 03 de julho de 2012.

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. 2006. **Anatomia Vegetal** 2. ed. rev. e atual. Viçosa: Ed. UFV, 2006.

ATABANI, A. E.; BADRUDDIN, I. A.; MEKHLIEF, S.; SILITONGA, A.S. A review on global fuel economy standards, labels and technologies in the transportation sector. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v. 15. p. 4586-4610, 2011.

ATABANI, A.E.; SILITONGA, A.S.; BADRUDDIN, A. I.; MAHLIA, T. M. T.; MASJUKI, H.H. MASJUKI; MEKHILER, S. A comprehensive review on biodiesel as an alternative energy resource and its characteristics. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v. 16, n. 4, p. 2070-2093, 2012.

AZAM, M. M.; WARIS, A.; NAHAR, N. M. Prospects and potential of fatty acid methyl esters of some non-traditional seed oils for use as biodiesel in India. **Biomass and bioenergy**, v. 29, n. 4, p. 239-302, out. 2005.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. 844p.

BALEŠEVIĆ-TUBIĆ, S., TATIĆ, M., ĐORĐEVIĆ, V., NIKOLIĆ, Z.; ĐUKIĆ, V. Seed viability of oil crops depending on storage conditions. **Helia**, vol. 33, n. 52, p.p. 153-160, 2010.

BARNWAL, B.K.; SHARMA, M.P. Prospects of biodiesel production from vegetable oils in India. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v. 9, p. 363-378, 2005.

BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P. Oleaginosas Potenciais do Nordeste para produção de Biodiesel. **Documentos 177**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 53 p. 2007.

BERNDT, A. Impacto da pecuária de corte brasileira sobre os gases do efeito estufa. In: **Anais do 7º Simpósio de Produção de Gado de Corte**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010.

BEWLEY, J. DEREK; BLACK, MICHAEL. 1994. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. 2. ed. New York: Plenum. 445 p.

BOMFIM, M.D.; FERNANDES, M.F.; OLIVEIRA, L.S. Viabilidade dos co-produtos do biodiesel na alimentação de ruminantes: Mitos e Realidades. Disponível em:

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42106/1/AAC-Viabilidade-dos-co-produtos.pdf> . Acesso em: 12 dez. 2012

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental** – O desafio do desenvolvimento sustentável. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 2. ed. 2005

BRAGANTINI, C. Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão. **Documentos 187**. Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão. 2005, 28p.

BRASIL. **Regras para análises de Sementes**. Brasília: Mapa/ACS. 398 p., 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011**. 2. ed. rev. Brasília. Embrapa Informação Tecnológica. 110 p., 2006.

BRASIL. Ministério do desenvolvimento agrário. Selo combustível social. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/portal/saf/programas/biodiesel/2286313>. Acesso em: 30 jul. 2012.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Biodiesel no Brasil no Brasil: resultados socioeconômicos e expectativa Futura. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/portal/saf/programas/biodiesel/2286217> . Acesso em 03 de maio de 2012.

CARVALHO, I.S., MIRANDA, I., PEREIRA, H. Evaluation of oil composition of some crops suitable for human nutrition. **Ind. Crop Prod.**, v. 24, p. 75–78, 2006

CHUNG, S., OLIVEIRA, C.R.C., SOUZA, J.G., AGUIAR, E.M. Avaliação físico-química da torta de girassol (*Helianthus annuus* L.) para a utilização na alimentação animal. In: **Anais do Congresso brasileiro de zootecnia**. Águas de Lindóia, 2009. São Paulo.

CHISTI, Y. Biodiesel from microalgae. **Biotechnology Advances**, v. 25, p. 294–306, 2007.

CMMAD - Comisión Mundial del Medio Ambiente y el Desarrollo. Nuestro futuro comum: **Relatório Brundtland**. Nações Unidas, 1987.

DAJUE, L.; MÜNDEL, H. **Safflower** - *Carthamus tinctorius* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 7. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 1996

DEMIRBAS, A. H.; DEMIRBAS I. Importance of rural bioenergy for developing countries. **Energy Conversion and Management**. v. 48, p. 2386-2398, 2007.

DEMIBAS, A. Progress and recent trends in biodiesel fuels. **Energy Conversion and Management**. v. 50, p. 14-34, 2009.

EKIN, Z. Resurgence of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) utilization: a global view. **J. Agron.**, v. 4, n.2, p. 83–87, 2005.

EMONGOR, V. Safflower (*Carthamus tinctorius* L) the Underutilized an Neglected Crop: A Review. **Asian Journal of Plant Sciences**. v. 9, n. 6, p. 299-306, 2010.

FANAN, S.; MEDINA, P. F.; CAMARGO, M. B. P.; RAMOS, N. P. Influência da colheita e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 31, n. 1, p. 150-159, 2009.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: Do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed. 2004, 323 p.

FERREIRA, V. R. S. **Análise da participação da agricultura familiar no Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB no Estado de Goiás**. Dissertação (Doutorado em Administração de Organizações da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo). São Paulo, 2008.

GAHAN, P.B. **Plant histochemistry and cytochemistry**: an introduction. London: Academic Press, 301p. 1984.

GARCEZ, C. A. G.; VIANNA, J. N. S. Brazilian Biodiesel Policy: Social and environmental considerations of sustainability. **Energy**, n. 34, p. 645-654, 2009.

GÄRTNER, S. O.; REINHARDT, G. A. Implicações Ambientais do Biodiesel (Análise do Ciclo de Vida). In: KNOTHE, G.; GERPEN, J. V.; KRAHL, J.; RAMOS, L. P. (Ed.). **Manual de Biodiesel**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2006.

GECGEL, U.; DEMIRCI, M.; ESENDEL, E.; TASAN, M. Fatty Acid Composition of the oil from Developing seeds of different varieties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **Journal American Oil Chemistry. Soc.**, v. 84, p 47-54, 2007.

GIAYETTO, O., FERNANDEZ E. M., ASNAL W. E., CERIONI G. A., CHOLAKY L. Comportamento de cultivares de Cartamo (*Carthamus tinctorius* L.) en la region de Rio Cuarto, Cordoba (Argentina). **Revista Investigación Agraria – Produccion y Proteccion Vegetales**, v. 14, n. 1-2, p. 203-215, 1999.

GIRÃO, S. M.; LICHSTON, J. E.; LIMA, V. L. A. Perspectivas de inclusão social em assentamentos do semiárido do Rio Grande do Norte a partir do cultivo de oleaginosas para produção de biodiesel, à luz do exame do Assentamento Canudos. In: FREIRE, E. M. X.; CÂNDIDO, G. A.; AZEVEDO, P. V. (Orgs.). **Múltiplos olhares sobre o semiárido brasileiro: perspectivas interdisciplinares**. Natal, RN: EDUFRN, 2011.

GIRÃO, S. M. **A produção de biodiesel no Assentamento Canudos – RN: Perspectivas e limites da inclusão social**. 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado de Desenvolvimento em Meio Ambiente - PRODEMA) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2011.

GOLDEMBERG, J. Biomassa e energia. **Química Nova**. v. 32, n. 3, p. 582-587, 2009.

GONDIN, C. R. B.; MARQUES, R.F.; MASETTO, T. E.; RESENDE, R. K. da S.; Scalon, S. P. Q. Armazenamento de sementes de crambe em diferentes embalagens e ambientes. . In: **Anais do 5º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel**. Salvador 2012. Bahia, v. 1

GUI, M. M; LEE, K. T. ; BHATIA, S. Feasibility of edible oil vs . non-edible oil vs . waste edible oil as biodiesel feedstock. **Energy**. v. 33, p. 1646-1653, 2008.

GUILHOTO, J. J. M. et al. **PIB da Agricultura familiar**: Brasil-Estados. Brasília: Bnead Estudos, 2007. 172 p.

HAN, X.; CHENG, L.; ZHANG R.; BI, J. Extraction of safflower seed oil by supercritical CO₂. **Journal of food engineering**. v. 92, p. 370-376, 2009.

HOEKMAN, S.K.; BROCH, A.; ROBBINS, C.; CENICEROS, E.; NATARAJAN, M. Review of biodiesel composition , properties , and specifications. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v.16, n. 1, p.143-169, 2012

HOLANDA, A. **Biodiesel e Inclusão Social**: Relatório apresentado ao Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica. Centro de Documentos e Informação, Coordenação de Publicação. Caderno de Altos Estudos 1. Brasília, 2004

HU, Z.; TAN, P; YAN, X.; LOU, D. Life cycle energy, environment and economic assessment of soybean-based biodiesel as an alternative automotive fuel in China. **Energy**. v. 33, p. 1654 – 1658, 2008.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). 2007. **World energy outlook 2007**. Disponível em: [http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2007/weo 2007.pdf](http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2007/weo%202007.pdf) . Acesso em 05 de junho de 2012.

KNOTHE, G.; GERPEN, J. V.; KRAHL, J.; RAMOS, L. P. (Ed.). **Manual de Biodiesel**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2006.

KRAUS, J.E.; ARDUIM, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: EdUR.1997.

KUMAR, A.; SHARMA, S. An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (*Jatropha curcas* L.): a review, **Industrial crops and products**, n. 28, 2008.

LAMARCHE, H. **A agricultura familiar**: comparação internacional. Campinas:. Editora da UNICAMP, 1993, 336 p.

LAPINSKIEN, A.; MARTINKUS, P.; VILJIA, R. Eco-toxicological studies of diesel and biodiesel fuels in aerated soil. **Environmental Pollution**. v. 142, p. 432-437.2006

LEFF, E. **Ecologia , capital e cultura** – A territorialização da racionalidade ambiental. Petrópolis: Editora Vozes, 2009

LEITE, S. P.; CINTRÃO, R.; LASA, C. **O Meio Rural Baiano como Espaço Privilegiado de Políticas Públicas: uma Análise do Contexto Institucional e do Financiamento das Políticas Rurais**. Convênio SEPLAN-BA e REDES/CPDAUFRRJ. 2006.

LIMA, P.C.R. **O Biodiesel e a Inclusão Social**. Centro de Documentação e Informação, Coordenação de Biblioteca. Brasília, 2004.

LIMA, G.F.C.; SILVA, J.G.M; NOBRE, F.V.; BARRETO, M.F.M. **Produção Estratégica de Alimentos para a Pecuária Familiar no Semiárido**: Alternativa para a formulação de rações na própria fazenda. 1ed.Natal-RN: EMPARN, 2009.

LOUREIRO, L. N. **Panorâmica sobre emissões atmosféricas** – estudos de caso: avaliação do inventário de emissões atmosféricas da região metropolitana do Rio de Janeiro para fontes móveis. 2005. 153 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal do rio de Janeiro, rio de Janeiro, 2005.

LUQUE, R.; SOUSA, H. C.; KRAUS, J. E. Método de coloração de ROESER(1972) - modificado - E KROPP (1972) visando a substituição do azul de alcião 8 GS ou 8 GX. **Acta Botânica Brasilica**. v. 102, n. 2, p. 199-212., 1996.

LUZ, J. R. M.; CARVALHO, J. R. M.; FREIRE, L. S. A.; FILHO, C. S. Análise comparativa da produtividade econômica entre uma unidade familiar rural do semi-árido Paraibano e indicadores de desempenho do Estado de Santa Catarina. **Revista Veredas FAVIP**. v. 1, n. 02, p. 27–36, 2004

MALEWAR, G. U., GANURE, C. K., RUDRAKSHA, G. B., ISMAIL S. Impact of oilseed based cropping systems on physico-chemical properties, soil nutrient dynamics and nutrient balance. **Journal of Maharashtra Agricultural Universities**, v. 24, n. 2, p. 125-127, 1999.

MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário. **O Selo Combustível Social**. Disponível em: <http://comunidades.mda.gov.br/portal/saf/programa/biodiesel>. Acesso em: 20 de fev. 2012.

MELLO, R. L. **Agricultura familiar sustentabilidade social e ambiental**. Disponível em: <http://www.agro.unitau.br:8080/dspace/bitstream/2315/137/1/R>. Acesso em: 28 de novembro de 2011

MENDES, A.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; BOCCHI A.L.; QUEIROZ, M.A.A.; FEITOSA, J.V.. Intake total and partial digestibility of diets with sunflower meal and three energy sources in confined steers. **Revista Brasileira Zootecnia**. v. 34, p. 679-691, 2005.

MENEGHETTI C.C.; DOMINGUES J.L. Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. **Rev Eletron Nutritime**. v. 5, p. 512-536, 2008.

MME – Ministério de Minas e Energia. **Biodiesel: Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/biodiesel/pnpb.html> Acesso em 03 de jul. de 2012.

MONTEIRO, J.M.G. **Plantio de oleaginosas por agricultores familiares do semi-árido nordestino para produção de biodiesel como uma estratégia de mitigação e adaptação às mudanças climáticas**. Tese (Doutorado em ciências em planejamento energético. Universidade Federal do Rio de Janeiro-RJ. 2007).

MORAIS SILVA, M. A. Trabalho e trabalhadores na região do “mar de cana e do rio de álcool”. **Agrárias**. n. 2, p. 2-39, 2005.

MOSER B.R. Biodiesel production , properties , and feedstocks. **Biofuels**. v. 45, p. 229 – 266, 2009.

NÓBREGA, S. B. P. **Caracterização da faveleira (*Cnidocolus quercifolius*) como fonte da alternativa na alimentação humana e animal, no semi-árido paraibano.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2001.

OLIVEIRA, R. L.; LEÃO, A.G.; RIBEIRO, O. R.; BORJA, M. S.; PINHEIRO, A. A.; OLIVEIRA, R. L.; SANTANA, M.C.A. Biodiesel industry by-products used for ruminant feed. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias.** v. 25, p. 625-638, 2012.

OPLINGER, E. S.; PUTNAM, D. H.; KAMINSKI, A. R.; HANSON, C. V.; OELKE, E.A.; SCHULTE, E. E.; DOLL, J. D. **Alternative field crops manual.** Sesame.1990.

PARENTE, Expedito José de Sá. **O futuro da indústria:** biodiesel: coletânea de artigos. Coordenadores José Rincon Ferreira, Carlos Manuel Pedroso Neves Cristo. – Brasília: MDIC-STI/IEL, 2006

PEIXOTO, R. C. D. A rede Paraense de Agricultura familiar e Biodiesel. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi,** v. 3, n. 3, 2008

PEREIRA, M. D.; DIAS, D. C. F. S.; MARTINS FILHO, S.; BORGES, E. E. L. Qualidade de sementes de pinhão manso durante o armazenamento. In: **Anais do 5º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel.** Salvador, 2012. Bahia, v. 1

PERES, J. R. R.; BELTRÃO, N. E. M. Oleaginosas para biodiesel: situação atual e potencial. p. 67-82. In: Brasil. **O Futuro da Indústria:** Biodiesel. Brasília, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. 2006.

PERES, J. R. R.; FREITAS JÚNIOR, E.; GAZZONI, D. L. Biocombustíveis – uma oportunidade para o agronegócio brasileiro. **Revista de Política Agrícola,** ano 14, n. 1, jan.-mar. 2005.

QUINTELLA, C.M.; TEIXEIRA, L.S.G.; KORN, M.G.A.; NETO, P.R.C.; TORRES, E.A.; CASTRO, M.P.; JESUS, C.A.C. Cadeia do biodiesel da bancada à indústria: uma visão geral com prospecção de tarefas e oportunidades para P&D&I. **Química Nova.** v. 32, n. 3, p. 793-808, 2009.

RAMADHAS, A. S.; JAYARAJ, S.; MURALEEDHARAN, C. Biodiesel production from FFA rubber seed oil. **Fuel**. v. 84, p 335–340, 2005.

RANGEL, M do C.; CARVALHO, M. F. A. Impacto dos catalisadores automotivos no controle da qualidade do ar. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 2, mar-abr. 2003.

RASHID, U.; ANWAR, F; MOSER, B.R.; KNOTHE, G. *Moringa oleífera* oil: A possible source of biodiesel. **Bioresource Technology**. v. 99, p. 8175 – 8179, 2008.

REIS, L.B.; FADIGAS, E. A. F. A.; CARVALHO, C. E. **Energia, Recursos Naturais e a Prática do Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo, Manole. 2. Ed.

ROCHA, E. K. 2005. **Fenologia e qualidade de *Carthamus tinctorius* L. em diferentes populações e épocas de cultivo**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2005.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2000.

SACHS, I. Desenvolvimento sustentável: desafio do século XXI. **Ambient. soc.**, Campinas, v. 7, n. 2, Dec. 2004.

SACHS, I. Da civilização do petróleo a uma nova civilização verde. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 55, 2005.

SACHS, I. A revolução energética do século XXI. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, jan-abr, 2007.

SCHLESINGER, S. **A soja no Brasil. Programa Brasil Sustentável**. São Paulo. 2004.

SACILIK, K., TARIMCI, C., COLAK, A. Moisture content and bulk density dependence of dielectric properties of safflower seed in the radio frequency range. **Journal. Food Engineering**. v. 78, p. 1111–1116, 2007.

SENSOZ, S.; ANGIN, D.; YORGUN, S. Influence of particle size on the pyrolysis of rapeseed (*Brassica napus* L.): fuel properties of bio-oil. **Biomass Bioenergy**. v.19, n. 4, p. 271–279, 2000.

SHAHID, E.M; JAMAL. Y. Production of biodiesel : A technical review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v. 15, n. 9, p. 4732-4745. 2011.

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

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y; CAVALLET, V. J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 1, 2005, p -183-194.

SILVA, P. R. F. DA; FREITAS, T. F. S. DE. Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível. **Ciência Rural**. v. 38, n. 3, p. 843-851, 2008.

SILVA, B.C. **Usos potenciais de *Moringa oleifera* Lam., uma matriz para produção de biodiesel e tratamento de água no semiárido nordestino**.2012. 117 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2012.

SISMAN, C.. Quality losses in temporary sunflower stores and influences of storage conditions on quality losses during storage. **Journal of Central European Agriculture**. v. 6, p. 143-150, 2005.

SUAREZ, P. A. Z; MENEGHETTI, S. M. P. 70º aniversário do biodiesel em 2007: evolução histórica e situação atual no Brasil. **Química Nova**, v. 30, n. 8, 2007

TILMAN, D. Carbon-Negative Biofuels. **Science**. v. 314, p. 1598-1600, 2006.

VAZ JUNIOR, S. O potencial e a importância da Biorrefinarias para o Brasil. In: **Biorrefinarias: Cenários e Perspectivas**. Brasília: Embrapa Agroenergia, 2011. P. 17-25.

VEIGA, J. E. Agricultura familiar e Sustentabilidade. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. v. 13, n. 3, p. 383-404, 1996.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: Vieira, R. D.; Françaneto, J. B. F. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, cap. 4, 1-26. 1999.

VIEIRA, R.D.; PENARIO, A.L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 37, n. 9, p.1333-1338, 2002.

VIVAS, M. J. **Culturas Alternativas – Cártamo, Sésamo e Camelina**. Melhoramento, 38: 183-192, 2002.

WANDERLEY, Maria Nazareth Baudel. Raízes históricas do campesinato brasileiro. In: CARNEIRO, M. J; MALUF, R. S. (org.). **Para além da produção: multifuncionalidade e agricultura familiar**. Rio de Janeiro: MAUAD, 1996.

WILKINSON, J; HERRERA, S. Subsídios para discussão dos agrocombustíveis no Brasil. In: Rio de Janeiro. **Agrocombustíveis e a agricultura familiar e camponesa: subsídios ao debate**, Rio de Janeiro: REBRIP/FASE, 2008

CAPÍTULO 1

Morfofisiologia das sementes de *Carthamus tinctorius* L. armazenadas em diferentes embalagens

Gabrielle Macedo Pereira¹

Renato Tigre Martins da Costa²

Henrique Rocha de Medeiros³

Juliana Espada Lichston⁴

Este artigo será submetido à Revista Brasileira de Sementes e, portanto, está formatado de acordo com as recomendações dessa revista (como consta no anexo 1).

Resumo

Atualmente, tem se intensificado o interesse por oleaginosas para a produção de biodiesel. Porém, a baixa oferta de matéria-prima tem dificultado a implementação de um programa de produção extensiva desse combustível. A utilização de sementes com baixa qualidade fisiológica compromete o cultivo de oleaginosas e a produção de biodiesel. Por isso, observa-se a necessidade de pesquisas referentes ao armazenamento de sementes oleaginosas. Dentre as oleaginosas promissoras para produção do biodiesel no semiárido nordestino destaca-se o cártamo (*Carthamus tinctorius* L.). Este trabalho objetivou avaliar a morfofisiologia das sementes de *C. tinctorius*, após seis meses de armazenamento, em dois tipos de embalagens de baixo custo e fácil acesso para os agricultores familiares. As sementes de cártamo foram armazenadas em saco de polietileno e garrafa “pet” transparente. As análises anatômicas e histológicas, os testes de condutividade elétrica, teor de umidade e porcentagem de germinação foram realizados no início do experimento e a cada 30 dias, durante seis meses. Não foram observadas diferenças anatômicas nas sementes de *C. tinctorius* armazenadas nas duas embalagens e nos meses de experimento. As sementes de cártamo armazenadas em garrafa “pet” apresentaram maior qualidade fisiológica que as armazenadas em saco de polietileno.

¹Bióloga e Mestranda do Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Endereço: Caixa Postal 1524, Campus Universitário Lagoa Nova (Centro de Biociências), CEP 59072-970, Natal/RN, Brasil. E-mail: gabrielle_mp1@yahoo.com.br.

²Graduação em Estatística. Professor Substituto do Departamento de Estatística da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Endereço: Caixa Postal 1524, Campus Universitário Lagoa Nova (Centro de Biociências), CEP 59072-970, Natal/RN, Brasil. E-mail: renato.tigre@yahoo.com.br.

³Professor Adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, lotado na Escola agrícola de Jundiá (EAJ). E-mail: hrdemedeiros@ufrnet.br

⁴Bióloga, Doutora em Biologia Comparada. Pesquisadora e professora adjunta do Departamento de Botânica, Ecologia e Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Endereço: Caixa Postal 1524, Campus Universitário Lagoa Nova (Centro de Biociências), CEP 59072-970, Natal/RN, Brasil. E-mail: lichston@cb.ufrn.br.

36 **Termos para indexação:** Armazenamento, Cártamo, Oleaginosas, Qualidade fisiológica.

37

38

39 **Seed morphology of *Carthamus tinctorius* L. stored in different package types over time**

40

41 **Abstract**

42

43 Currently, the interest in oil crops for biodiesel production has been increased. However, the
44 low raw material offering has been making hard to implement a program for extensive
45 production of this fuel. The use of seeds with low physiological quality compromises the oil
46 crop cultivation for biodiesel production. Therefore, there is a need for research in oilseed
47 storage. Among the promising oil crops for biodiesel production in the semiarid, northeastern
48 region in Brazil, is the safflower (*Carthamus tinctorius* L.). The present study aimed to
49 evaluate seed morphology of *C. tinctorius*, after stored for six months in two package types of
50 low cost and easily available to local family farmers. Safflower seeds were stored in
51 polyethylene bags and PET bottles. Anatomical analysis, electrical conductivity tests,
52 moisture level and germination percentage determination were conducted at the experiment
53 beginning, and then at each 30 days, for six months. There was no anatomical distinction in
54 the seeds stored in both package types, nor in the months in which the experiment was
55 performed. The safflower seeds stored in PET bottles have shown greater physiological
56 quality than the ones stored in polyethylene bags.

57

58

59 **Index terms:** Storage, Safflower, Oilseeds, Physiological quality.

60 **Introdução**

61

62 O interesse por sementes oleaginosas para a produção de biodiesel tem se intensificado
63 bastante desde a inserção desse combustível na Matriz Energética Brasileira e a criação do
64 Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). Esse programa tem como
65 diretrizes básicas a inclusão social através da agricultura familiar como ator central da
66 indústria do biodiesel, e a diversificação de matérias-primas adaptadas a cada região
67 (ABRAMOVAY; MAGALHÃES, 2007). Porém, a oferta de matéria-prima tem dificultado a
68 implementação de um programa de produção extensiva deste biocombustível (BELTRÃO;
69 OLIVEIRA, 2007); além de ser bastante representativa no custo final do combustível, 60 a
70 80% do preço final da produção é referente à matéria-prima (GUI et al., 2008).

71 A ampliação da oferta de matéria-prima requer o desenvolvimento de conhecimentos,
72 que permitam a obtenção de maior qualidade fisiológica e conservação das sementes. Desta
73 forma, culturas de oleaginosas não convencionais podem se tornar competitivas em relação a
74 outras opções como a soja, o amendoim, o girassol, cuja tecnologia de produção é mais
75 consolidada (FANAN et al., 2009).

76 Um dos grandes problemas para a o cultivo de oleaginosas e, conseqüentemente para a
77 produção do biodiesel, é a baixa produtividade de algumas plantas causada pela utilização de
78 sementes com qualidade fisiológica comprometida.

79 A maioria dos pequenos produtores tem como prática guardar parte de sua produção
80 para ser utilizada em uma nova safra. Para isto, as sementes devem ser armazenadas de forma
81 correta, com o objetivo de manter sua viabilidade durante todo esse período (BRAGANTINI,
82 2005).

83 A qualidade fisiológica da semente é caracterizada pela capacidade de germinação,
84 vigor e longevidade (BEWLEY; BLACK, 1994). A capacidade das sementes de manterem
85 sua qualidade durante o período de estocagem é influenciada por diversos fatores, dentre eles
86 destacam-se o teor de água inicial, embalagens de conservação, temperatura e umidade
87 relativa do ar do ambiente de armazenamento (TOLEDO et al., 2009).

88 Outro fator que pode influenciar o potencial de armazenamento das sementes é a sua
89 composição química. As sementes oleaginosas apresentam menor potencial de
90 armazenamento que as amiláceas, devido a menor estabilidade química dos lipídios em
91 relação ao amido, uma vez que uma elevação moderada da temperatura pode causar
92 decomposição dos triacilgliceróis e a elevação da taxa de deterioração (FANAN et al., 2009;
93 BALEŠEVIĆ-TUBIĆ et al., 2010).

94 Tendo em vista este cenário, observa-se a necessidade de pesquisas referentes ao
95 armazenamento de sementes oleaginosas com a finalidade de apoiar a produção de biodiesel
96 nas regiões brasileiras, principalmente na região Nordeste. Várias oleaginosas estão sendo
97 estudadas ou já são utilizadas para produção do biodiesel como, por exemplo, mamona,
98 amendoim, gergelim, babaçu, entre outras (PERES; BELTRÃO, 2006). Dentre as
99 oleaginosas promissoras à produção do biodiesel no semiárido nordestino destaca-se o
100 cártamo (*Carthamus tinctorius* L.).

101 *Carthamus tinctorius* L. é uma espécie anual pertencente a família Asteraceae,
102 originária da Ásia e África, mede até 150 cm de altura e tem ciclo curto (aproximadamente
103 140 dias). Apresenta resistência ao estresse hídrico, às altas temperaturas e à baixa umidade
104 relativa do ar, além de ser tolerante a solos salinos (DAJUE E MÜNDEL, 1996; OELKE et al,
105 1992 *apud* VIVAS, 2002). O teor de óleo das sementes de cártamo varia entre 30 a 45%
106 (DAJUE E MÜNDEL, 1996; EKIN, 2005; CARVALHO et al., 2006; SACILIK et al., 2007;
107 HAN et al., 2009), alguns autores relatam teores entre 50 a 60% (OPLINGER et al., 1990),
108 teor superior às oleaginosas convencionais como, por exemplo, a soja (21, 12%)
109 (BARCELOS et al., 2002), algodão (18-20%), amendoim (45-50%) e girassol (48-52%)
110 (EASTMOND; GRAHAM, 2001) . O óleo do cártamo apresenta como componentes
111 majoritários o ácido linoleico e o ácido oleico (HOEKMAN et al.,2012), perfil graxo
112 adequado para utilização dessa oleaginosa na produção biodiesel (KUMAR; SHARMA, 2008).
113 Essa espécie também possui grande potencial no que diz respeito à utilização para flor de
114 corte, fins medicinais e ainda para ração animal (EMONGOR, 2010), o que garante ao
115 cártamo um alto valor agregado, podendo fortalecer a renda do agricultor familiar.

116 Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a morfofisiologia das sementes
117 de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) após seis meses de armazenamento em dois tipos de
118 embalagens de baixo custo e fácil acesso para o agricultor familiar.

119

120 **Material e Métodos**

121

122 As sementes de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) foram oriundas do Rio Grande do
123 Sul e colhidos no mês de novembro de 2011. Em fevereiro de 2012, as sementes foram
124 armazenadas durante seis meses em dois tipos de embalagens (garrafa “pet” transparente e
125 saco de polietileno transparente com espessura 0,020 µm) e acondicionadas em ambiente
126 natural. Em cada embalagem foram colocadas quantidades equivalentes de sementes. O
127 armazenamento das sementes foi realizado no Laboratório de Investigação de Matrizes
128 Energéticas Vegetais (LIMVE), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN.

129 As amostras foram avaliadas em 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 meses após o armazenamento, em
130 triplicatas, quanto à anatomia e histoquímica das sementes de *C. tinctorius* L. (microscopia
131 óptica), à porcentagem de germinação, condutividade elétrica (vigor) e teor de água nas
132 sementes.

133 Para a realização das análises anatômicas, as sementes (após cada mês de
134 armazenamento) foram fixadas em álcool 70%, e posteriormente, foram confeccionadas
135 lâminas histológicas semipermanentes seguindo recomendações de Kraus e Arduin (1997).
136 Foi retirado o tegumento externo das sementes e, em seguida, foram feitas secções
137 transversais à mão livre dos cotilédones com lâmina de aço inox. Após esses procedimentos,
138 os cortes foram clarificados com hipoclorito de sódio (NaClO) 1% (m/v), e corados com
139 soluções aquosas de Azul de Alcian 1% (m/v) e Safranina 1% (m/v). Logo após, as secções
140 foram lavadas com água destilada, transferidas para etanol 80% (v/v) acidificado e, em
141 seguida, etanol 100% (v/v) para diferenciação dos corantes e fixação (LUQUE et.al., 1996 -
142 modificado). Para os testes histoquímicos utilizou-se Azul Brilhante de Coomassie 0,02%
143 (m/v), Sudan Negro B 0,07% (m/v) e Sudan III 0,5 % (m/v), Lugol 5% (m/v), seguindo
144 recomendações de Kraus e Arduin (1997). As secções foram analisadas em microscópio
145 óptico trinocular (marca Nykon, modelo Eclipse E2000) com câmera acoplada (marca Canon,
146 modelo POverShot A3200 IS).

147 O teste de germinação foi realizado em condições controladas em sala de crescimento
148 a $26\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, com três repetições de 120 sementes por embalagem e tempo de
149 armazenamento. O teste foi conduzido em sistema de rolo seguindo as recomendações
150 propostas pelas Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009). A contagem foi efetuada
151 ao 6º dia após a semeadura. O teor de água das sementes de *C. tinctorius* foi obtido a partir do
152 teste de estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, com quatro repetições de 25 sementes (BRASIL,
153 2009), para as duas embalagens nos devidos tempos de coleta.

154 O teste de condutividade elétrica (CE) foi realizado segundo metodologia descrita por
155 Vieira e Krzyzanowski (1999). Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, de cada
156 embalagem e tempo de armazenamento, pesadas com precisão de três casas decimais (0,001
157 g). As subamostras foram colocadas para embeber em copos plásticos com 75 mL de água
158 destilada ($\leq 3\text{-}5\text{ }\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) e mantidas em sala de crescimento com temperatura controlada a
159 $26\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas. As soluções contendo as sementes foram levemente agitadas
160 para uniformização dos lixiviados e, imediatamente, procedeu-se à leitura em condutivímetro
161 (marca Tecnal, modelo Tec-4MP), com sensor constante de 1,0, sendo os resultados divididos
162 pela massa dos 50 sementes e expressos em $\mu\text{S cm}^{-1}\text{ g}^{-1}$ de sementes.

163 Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com dois fatores de variação (tipo
164 de embalagem: saco de polietileno ou garrafa PET) e o tempo de armazenamento (0, 1, 2, 3,
165 4, 5 e 6 meses), com três repetições para cada tratamento. O resultados das análises de
166 condutividade elétrica (vigor), teor de umidade nas sementes e teste de germinação foram
167 comparados utilizando-se análise de variância e teste de Tukey com 5% de significância,
168 utilizando o software R-project versão 2.15.1.

169

170 **Resultado e Discussão**

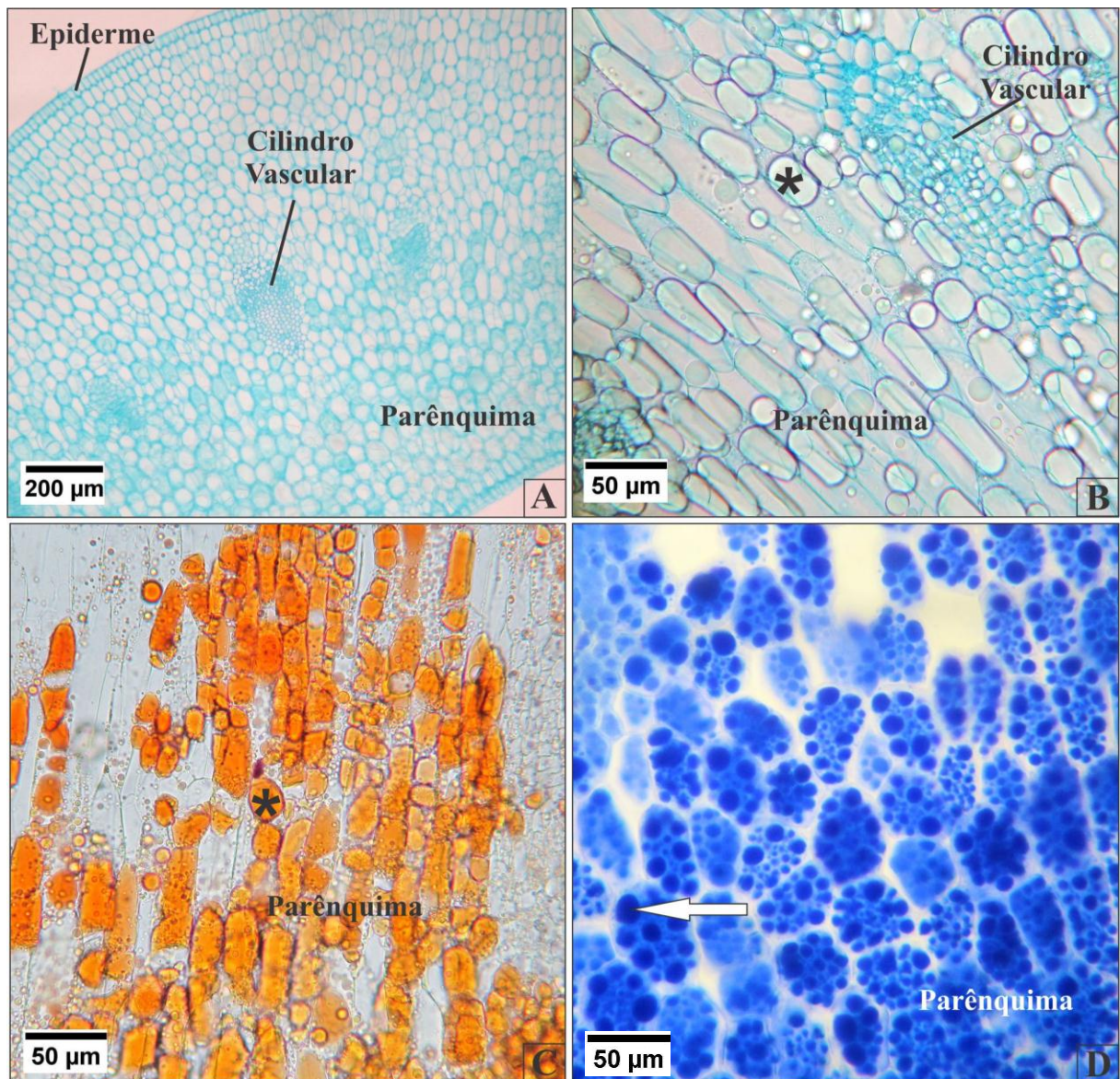
171

172 As análises anatômicas não evidenciaram nenhuma modificação anatômica nas
173 sementes de *Carthamus tinctorius* L. durante os seis meses de armazenamento, nem tampouco
174 entre os dois tipos de embalagens utilizadas para estocagem destas sementes (garrafa “pet” e
175 saco de polietileno transparentes).

176 As sementes de *C. tinctorius* são classificadas como não endospermicas, ou seja,
177 possuem os cotilédones como tecido de reserva. Os cotilédones apresentam uma epiderme
178 unisseriada com células tabulares e justapostas, envolvendo uma grande extensão de células
179 indiferenciadas de paredes delgadas que compõem o parênquima (Figura 1-A). Além dessas, é
180 possível observar células de paredes mais espessadas organizadas em forma de cilindro,
181 células dos feixes vasculares (Figura 1-B).

182 Os testes histoquímicos evidenciaram a presença de lipídio (Figura 1-C) e proteína
183 (Figura 1-D) como principais substâncias de reserva nos cotilédones. Os corpos oleosos ou
184 oleossomos foram detectados tanto nas células de parênquima quanto nas células da epiderme,
185 denotando alto investimento da espécie neste tipo de reserva. Não foram observadas inclusões
186 amiláceas nos cotilédones das sementes de cártamo. O armazenamento de lipídios em
187 sementes, principalmente triacilglicerois (TAGs), apresentam duas vantagens àquelas que têm
188 reservas amiláceas: os átomos de carbono dos ácidos graxos fornecem o dobro de energia do
189 que oxidação dos açúcares; os TAGs são hidrofóbicos, o que confere baixa massa às sementes
190 e auxilia na sua dispersão (HELDT, 2005). Além disso, esse fator pode colaborar para
191 adaptação a ambientes secos, já que os lipídios podem ser estocados sem grande mobilização
192 hídrica.

193



194 **Figura 1:** Secções transversais de sementes de *Carthamus tinctorius* L. A – Cotilédone corado com
 195 Azul de Alcian e Safranina em aumento de 100 vezes; B – Cotilédone corado com Azul de Alcian e
 196 Safranina com ênfase nas células dos feixes de vasos e evidenciando a presença de lipídio (asterisco),
 197 em aumento de 400 vezes; C – Cotilédone corado com Sudan III, evidenciando a presença de lipídio
 198 (asterisco), em aumento de 400 vezes; D – Cotilédone corado com Azul Brillhante de Coomassie,
 199 evidenciando a presença de proteína (seta), em aumento de 400 vezes. Asterisco - Corpo oleoso; Seta
 200 – Corpo proteico.

201

202 A qualidade fisiológica das sementes de *C. tinctorius* foi avaliada por meio de três
 203 variáveis: teor de água, percentual de germinação e o vigor das sementes através do teste de
 204 condutividade elétrica.

205 Quanto à absorção de água pelas sementes de cártamo (teor de umidade), não foi
 206 observada diferença estatística para as embalagens utilizadas ($F = 0,87$, $p\text{-valor} = 0,35$). No
 207 entanto, foi possível detectar diferenças estatísticas ao longo do tempo de armazenamento (F

208 = 15, 97; p-valor <0,001) (Tabela 1). Dado que corrobora com o estudo de Silva et al. (2010)
 209 a respeito de viabilidade de sementes de arroz, milho e feijão em propriedades rurais; de
 210 acordo com esses autores não houve influência das embalagens na qualidade das sementes.
 211 Borba Filho e Perez (2009), em estudo com armazenamento de sementes de ipê-branco e ipê-
 212 roxo chegaram à mesma conclusão quanto a influência das embalagens na viabilidade das
 213 sementes..

214 O tempo parece ser a variável que mais influencia na qualidade das sementes de
 215 cártamo. Quando os testes estatísticos foram feitos levando-se em consideração a interação
 216 entre as variáveis, tempo e embalagens de armazenamento, foram verificadas diferenças
 217 significativas (F=2,38; p-valor = 0,042). Em saco de polietileno, essa diferença de absorção
 218 de água é percebida a partir do 3º mês de armazenamento, enquanto que em garrafa “pet” isso
 219 ocorre no 4º mês.

220

221 **Tabela 1:** Teor de umidade (%) das sementes de *Carthamus tinctorius* L. submetidas ao
 222 armazenamento em embalagens distintas, saco de polietileno e garrafa “pet”, durante seis
 223 meses.

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

Tempos (meses)	Embalagens de armazenamento			
	Saco de polietileno		Garrafa "pet"	
	Média	Dp	Média	Dp
0	5.57 ^a	0.23	5.57 ^a	0.23
1	5.31 ^a	2.09	4.64 ^a	1.13
2	4.87 ^a	1.9	5.30 ^a	0.99
3	5.37 ^b	0.12	5.6 ^a	2.23
4	6.52 ^b	0.52	7.33 ^b	1.55
5	7.23 ^{ab}	1.16	5.7 ^{ab}	0.3
6	8.02 ^{ab}	1.21	7.48 ^{ab}	1.24

239

240

241

242

243

244

245

246

247

As médias seguidas das mesmas letras minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Mesmo não havendo diferenças significativas entre as embalagens dentro de um mesmo tempo, ao longo do experimento é possível observar que as duas variáveis associadas, tempo e tipo de embalagem, influenciam na qualidade fisiológicas das sementes de cártamo. Foram observados valores maiores de percentuais de teores de água nas sementes armazenadas em saco de polietileno durante os meses de armazenamento. De acordo com Ferreira e Borghetti (2004), as sementes armazenadas em embalagens permeáveis ou

248 semipermeáveis como, por exemplo, o saco de polietileno, estão mais suscetíveis a maiores
249 trocas de vapor de água causadas pelas mudanças na temperatura e umidade relativa do ar
250 (principalmente em ambientes não controlados), do que as sementes estocadas em embalagens
251 impermeáveis.

252 Além da embalagem de armazenamento, a quantidade de água absorvida depende da
253 espécie, semente, variedade ou cultivar, condições ambientais (temperatura e umidade
254 relativa), composição química da semente, teor de água inicial e natureza do tegumento
255 (BEWLEY; BLACK, 1994). Segundo Ullman (2010), a absorção de água é um bom
256 parâmetro para análise da deterioração mecânica ocorrida, em razão de seus valores estarem
257 ligados aos danos causados no tegumento e na estrutura do grão. Provavelmente, a estrutura
258 da semente de cártamo possui um tegumento rígido e pouco permeável, o que pode ter
259 influenciado na absorção da água.

260 É importante ressaltar que nas sementes ortodoxas, o teor de água é um dos fatores
261 mais importantes para a manutenção da viabilidade ao longo do tempo. O baixo valor no teor
262 de água das sementes causa diminuição da atividade metabólica, o que prolonga a viabilidade
263 (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). Este pode está associado à predominância de substâncias
264 pouco higroscópica, como o lipídio (MARCOS FILHO, 2005). No entanto, de acordo com
265 Fanan et al. (2009), as sementes oleaginosas possuem menor potencial de armazenamento que
266 as amiláceas (os cereais), devido a menor estabilidade química dos lipídios em relação ao
267 amido. Dessa forma, estas sementes devem ser armazenadas com grau de umidade inferior ao
268 recomendado para as amiláceas, ou seja, 8 a 10%. Para esse estudo, as sementes de cártamo
269 foram estocadas com teor de água inferior ao proposto por Fanan et al. (2009), como
270 demonstrado na tabela 1 (T0).

271 Os resultados de germinação das sementes de *Carthamus tinctorius* L. (Tabela 2)
272 indicaram um decréscimo na taxa de germinação durante o período de armazenamento,
273 ressaltando que em ambas as embalagens utilizadas para estocagem, saco de polietileno e
274 garrafa “pet” transparente, o potencial germinativo seguiu a tendência de queda da qualidade
275 fisiológica após o 3º mês de estocagem. O armazenamento em garrafa “pet” propiciou uma
276 maior manutenção da qualidade fisiológica das sementes de cártamo em relação àquelas
277 armazenadas em saco de polietileno, porém a redução na germinação ocorreu independente da
278 embalagem utilizada para estocagem das sementes. Esse decréscimo pode ter sido causado
279 também por altas temperaturas, já que o armazenamento das sementes foi realizado em
280 condições ambiente. Para Costa et al. (2012), em estudo de armazenamento de frutos de
281 crambe, verificou-se menor taxa de germinação dos frutos armazenados na condição ambiente

282 (26 ± 3 °C; 55 ± 12% UR) do que na câmara climatizada com aparelho de ar condicionado
 283 (18 ± 1 °C; 53 ± 7% UR), possivelmente devido aos maiores valores da temperatura.

284

285 **Tabela 2:** Taxa de germinação (%) das sementes de *Carthamus tinctorius* L. submetidas ao
 286 armazenamento em embalagens distintas, saco de polietileno e garrafa “pet”, durante seis
 287 meses.

288

Tempos	Embalagens de Armazenamento	
	Saco de polietileno	Garrafa "pet"
	Média	Média
T0	74.17 ^a	74.17 ^a
T1	67.92 ^a	75.00 ^a
T2	62.5 ^a	70.20 ^a
T3	47.08 ^b	63.13 ^b
T4	38.95 ^b	53.96 ^b
T5	25 ^c	50 ^b
T6	11.94 ^d	50.28 ^c

289 As médias seguidas das mesmas letras minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a
 290 5% de probabilidade.

291

292 Freitas et al. (2000) em estudo com armazenamento de sementes de algodão da
 293 cultivar ITA-90 em ambientes sem controle de temperatura e de umidade relativa, verificaram
 294 que a porcentagem de germinação permaneceu acima do padrão comercial, até nove meses
 295 após a estocagem. Os autores atribuíram esses resultados ao alto vigor inicial e baixo teor de
 296 água das sementes que reduziram a velocidade do processo degenerativo. Caldeira e Peres
 297 (2008) em estudo com armazenamento de sementes de *Myracrodruon urundeuva* (aroeira-do-
 298 sertão), mantidas em condições não controladas, verificaram a perda rápida da viabilidade e o
 299 vigor inicial destas sementes após seis meses de armazenamento.

300 Os testes de condutividade elétrica baseiam-se na avaliação indireta da qualidade
 301 fisiológica a partir da determinação da quantidade de lixiviados à menor liberação de
 302 exsudatos, o que indica altos potenciais fisiológicos (ou maior vigor), revelando menor
 303 intensidade de desorganização no sistema de membranas das células (Viera et al., 2002).
 304 Santos e Paula (2005) consideraram o teste de condutividade elétrica promissor para
 305 diferenciar lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (branquilha).

306 Quanto aos testes de condutividade elétrica houve diferenças estatísticas tanto em
 307 relação às embalagens utilizadas no experimento ($F = 9,47$; $p\text{-valor} = 0,0025$), quanto ao
 308 longo do tempo de estocagem ($F = 9,9$; $p\text{-valor} < 0,001$).

309 De maneira geral, as sementes de cártamo armazenadas em garrafa “pet”
 310 apresentaram menores valores de condutividade elétrica em relação às estocadas em saco de
 311 polietileno (Tabela 3). No 3º mês as sementes armazenadas em garrafa “pet” apresentaram
 312 maior lixiviação de eletrólitos e, conseqüentemente, menor conservação das sementes. Da
 313 mesma forma ocorreu no 3º e 4º mês das sementes armazenadas em saco de polietileno, em
 314 que verifica-se altos valores de condutividade elétrica indicando menor vigor fisiológico.

315

316 **Tabela 3:** Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$) das sementes de *Carthamus tinctorius* L.
 317 submetidas ao armazenamento em embalagens distintas, saco de polietileno e garrafa “pet”,
 318 durante seis meses.

Tempos (meses)	Embalagens de armazenamento			
	Saco de polietileno		Garrafa "pet"	
	Média	Dp	Média	Dp
0	82.79 ^a	5.02	82.79 ^a	5.02
1	100.79 ^b	7.6	94.10 ^b	10.81
2	100.04 ^{bc}	10.44	102.60 ^b	5.78
3	113.93 ^{cd}	7.73	111.49 ^{bc}	11.87
4	116.26 ^c	12.25	97.69 ^{bd}	7.4
5	98.67 ^b	13.69	98.44 ^{bd}	5.91
6	100.24 ^b	8.01	96.54 ^{bd}	7.66

319 As médias seguidas das mesmas letras minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a
 320 5% de probabilidade.

321

322

323 De acordo com Vieira et al. (2002), lotes de sementes que apresentam germinação
 324 semelhante exibem comportamentos distintos no campo ou no armazenamento. Por esse
 325 motivo, o uso de testes de vigor fornecem índices mais sensíveis do potencial fisiológico,
 326 quando comparados com o teste de germinação. No entanto, os dados de condutividade
 327 elétrica (Tabela 3) das sementes de cártamo não seguiram a tendência de queda exibida pelos
 328 dados da taxa de germinação (Tabela 2). Costa et al. (2012) em estudo com avaliação do vigor
 329 (condutividade elétrica) de sementes armazenadas de girassol, verificaram que o teste de
 330 condutividade na avaliação do vigor das sementes do híbrido Helio 250 foi sensível em
 331 detectar a taxa de deterioração das sementes ao longo do armazenamento, porém não

332 possibilitou caracterizar de maneira eficiente os tratamentos testados. De acordo com
333 Ponobianco e Vieira (2007), esse comportamento pode estar associado às características do
334 tegumento das sementes, o que ocasiona em liberação mais ou menos acentuada dos
335 lixiviados. Possivelmente, essa explicação se aplica às sementes de cártamo, já que esta
336 espécie e o girassol pertencem a uma mesma família botânica (Asteraceae).

337

338 **Conclusão**

339

340 Analisando-se as características anatômicas e fisiológicas das sementes de *Carthamus*
341 *tinctorius* L. armazenadas por seis meses em sacos de polietileno de garrafas “pet”
342 transparentes conclui-se que:

343 - Não houve diferenças anatômicas nas sementes de *Carthamus tinctorius* L. armazenadas nos
344 dois tipos de embalagens utilizadas e nos seis meses de experimento;

345 - As sementes de *Carthamus tinctorius* L. armazenadas em garrafa “pet”, de modo geral,
346 apresentaram maior qualidade fisiológica se comparadas às sementes armazenadas em saco de
347 polietileno;

348 - Para todas as variáveis avaliadas houve diferenças a partir do 3º mês de armazenamento das
349 sementes em ambas as embalagens;

350 Diante das conclusões expostas acima, é importante ressaltar que para maior sucesso
351 na produção de cártamo em campo é interessante que as sementes sejam armazenadas em
352 garrafa “pet” e por até três meses. Esta observação é de grande relevância para agricultores
353 familiares, já que a embalagem mais favorável ao armazenamento das sementes é usualmente
354 utilizada por estes agricultores para diversas culturas. Além disso, fornecem subsídios para
355 melhor utilização das sementes de cártamo pelos pequenos produtores e contribuem com o
356 fortalecimento da cadeia do biodiesel no semiárido nordestino, em função da utilização de
357 uma espécie adaptada a essa região.

358

359

360 **Referências**

361

362 ABRAMOVAY, R.; MAGALHÃES, R. *O acesso dos agricultores familiares aos Mercados*
363 *de Biodiesel: Parceria entre Grandes Empresas e Movimentos Sociais*. Texto para discussão
364 nº 6: Fundação Instituto de Pesquisas, 2007.
365 http://www.fipe.org.br/web/publicacoes/discussao/textos/texto_06_2007.pdf

366

367 ABREU, L.A.S.; CARVALHO, M.L.M.; PINTO, C.A.G; KATAOKA, V.Y. Teste de
368 Condutividade elétrica na avaliação de sementes de girassol armazenadas sob diferentes

- 369 temperaturas. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 33, n. 4, p. 635-642, 2011.
 370 <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v33n4/05.pdf>
 371
- 372 BALEŠEVIĆ-TUBIĆ, S., TATIĆ, M., ĐORĐEVIĆ, V., NIKOLIĆ, Z.; ĐUKIĆ, V. Seed
 373 viability of oil crops depending on storage conditions. *Helia*, vol. 33, n. 52, p.p. 153-160,
 374 2010. <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/1018-1806/2010/1018-18061052153B.pdf>
 375
- 376 BARCELOS, M. F. P.; VILAS BOAS, E. V. B.; LIMA, M. A. C. Aspectos nutricionais de
 377 brotos de soja e de milho combinados. *Ciências agrotécnicas*, Lavras, v.26, n.4, p.817-825,
 378 2002. http://www.cloud.editora.ufla.br/revistas/cienagro/pdf/26-4-2002_18.pdf
 379
- 380 BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P. Oleaginosas Potenciais do Nordeste para
 381 produção de Biodiesel. *Documentos 177*. Campina Grande: Embrapa Algodão, 53 p. 2007.
 382 <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPA/21063/1/DOC177.pdf>
 383
- 384 BEWLEY, J. DEREK; BLACK, MICHAEL. *Seeds: Physiology of Development and*
 385 *Germination*. 2. ed. New York: Plenum. 445 p. 1994.
 386
- 387 BORBA FILHO, A.B.; PEREZ, S.C.J.G.A. Armazenamento de sementes de ipê-branco e ipê-
 388 roxo em diferentes embalagens e ambientes. *Revista Brasileira de Sementes*, v.31, n. 1, p.
 389 259-269, 2009. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31222009000100029&script=sci_arttext
 390
- 391
- 392 BRAGANTINI, C. Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão.
 393 *Documentos 187*. Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 28p. 2005.
 394 <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/194008/1/doc187.pdf>
 395
- 396 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de*
 397 *sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa
 398 Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.
 399
- 400 CARVALHO, I.S., MIRANDA, I., PEREIRA, H. Evaluation of oil composition of some
 401 crops suitable for human nutrition. *Industrial Crop and Products*, v. 24, p. 75,-78, 2006
 402 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669006000380#>
 403
- 404 COSTA, L.M.; RESENDE, O.; GONÇALVES, D. N.; SOUSA, K. A. Qualidade dos frutos
 405 de crambe durante o armazenamento, *Revista Brasileira de Sementes*, v. 34, n. 2, p. 239-301,
 406 2012. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222012000200015
 407
- 408 DAJUE, L.; MÜNDEL, H. *Safflower - Carthamus tinctorius L*. Promoting the conservation
 409 and use of underutilized and neglected crops 7. International Plant Genetic Resources
 410 Institute, Rome, Italy. 1996.
 411
- 412 EASTMOND, P. J.; GRAHAM, I. A. Re-examining the role of the glyoxylate cycle in
 413 oilseeds. *Trends Plant Science*, v. 6, p. 72, 2001.
 414 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11173291>
 415
- 416 EKIN, Z. Resurgence of safflower (*Carthamus tinctorius L.*) utilization: a global view.
 417 *Journal of Agronomy*, v. 4, n.2, p. 83-87, 2005.
 418 <http://www.scialert.net/abstract/?doi=ja.2005.83.87>
 419

- 420 FANAN, S.; MEDINA, P. F.; CAMARGO, M. B. P.; RAMOS, N. P. Influência da colheita e
421 do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamona. *Revista Brasileira de*
422 *Sementes*. v. 31, n. 1, p. 150-159, 2009.
423 http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222009000100017
424
- 425 FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. *Germinação: Do básico ao aplicado*. Porto Alegre:
426 Artmed. 323 p. 2004.
427
- 428 FREITAS, R.A.; DIAS, D.C.F.S; CECON, P. R.; REIS, M.S. Qualidade fisiológica e sanitária
429 de sementes de algodão durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 22, n.
430 2, p. 94-101, 2000. <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/2000/v22n2/artigo13.pdf>
431
- 432 GUI, M. M; Lee, K. T. ; Bhatia, S. Feasibility of edible oil vs . non-edible oil vs . waste edible
433 oil as biodiesel feedstock. *Energy*. v. 33, p. 1646-1653, 2008.
434 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544208001552>
435
- 436 HAN, X.; CHENG, L.; ZHANG R.; BI, J. Extraction of safflower seed oil by supercritical
437 CO₂. *Journal of food engineering*. v. 92, p. 370-376, 2009.
438 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877408005724>
439
- 440 HELDT, H. W. *Plant Biochemistry*. 3. ed. USA: Elsevier, 657 p. 2005.
441
- 442 KRAUS, J.E.; ARDUIM, M. *Manual básico de métodos em morfologia vegetal*. Rio de
443 Janeiro: EdUR.1997.
444
- 445 KUMAR, A.; SHARMA, S. An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses
446 (*Jatropha curcas* L.): a review, *Industrial crops and products*, n. 28, 2008.
447 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669008000046>
448
- 449 LUQUE, R.; SOUSA, H. C.; KRAUS, J. E. Método de coloração de ROESER(1972) -
450 modificado - E KROPP (1972) visando a substituição do azul de alcião 8 GS ou 8 GX. *Acta*
451 *Botânica Brasilica*, v. 102, n. 2, p. 199-212., 1996.
452 <http://www.scielo.br/pdf/abb/v10n2/v10n2a01.pdf>
453
- 454 OPLINGER, E. S.; PUTNAM, D. H.; KAMINSKI, A. R.; HANSON, C. V.; OELKE, E.A.;
455 SCHULTE, E. E.; DOLL, J. D. *Alternative field crops manual*. Sesame: 1990.
456
- 457 PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R.D. Electrical conductivity and deterioration of soybean
458 seeds exposed to different storage conditions. *Revista Brasileira de Sementes*, v.29, n.2, p.97-
459 105, 2007. [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-
460 31222007000200013&script=sci_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31222007000200013&script=sci_arttext)
461
- 462 PERES, J. R. R.; BELTRÃO, N. E. M. Oleaginosas para biodiesel: situação atual e potencial.
463 p. 67-82. In: Brasil. *O Futuro da Indústria: Biodiesel*. Brasília, Ministério do
464 Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.2006. 145p.
465
- 466 SACILIK, K., TARIMCI, C., COLAK, A. Moisture content and bulk density dependence of
467 dielectric properties of safflower seed in the radio frequency range. *Journal of Food and*
468 *Engineering*. v. 78, p. 1111-1116, 2007.
469 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877406000197>
470

- 471 SANTOS, S.R.G.; PAULA, R.C. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade
472 fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Bail) Smith e Dows -
473 Euphorbiaceae. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 27, n. 2, p. 136-145, 2005.
474 <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr81/cap01.pdf>
475
- 476 SILVA, F. S. DA S., PORTO, A. G.; PASCUAL, L. C.; SILVA, F. T. C. Viabilidade do
477 armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais.
478 *Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta*, v.8, n. 1, p. 45-56, 2010.
479 http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol8/5_artigo_v8.pdf
480
- 481 TOLEDO, M.Z.; FONSECA, R.N.; CÉZAR, M.L.; SORATTO, R.P.; CAVARIANI, C.;
482 CRUSCIOL, C.A.C. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função
483 da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 39, n. 2,
484 p. 124-133, 2009. <http://www.revistas.ufg.br/index.php/pat/article/view/3486>
485
- 486 ULLMANN, O.R.; SALES, J.F.; CHAVES, T.H. Qualidade das sementes de pinhão manso
487 submetidas à secagem artificial. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 3, p. 442-447, 2010.
488 <http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/911>
489
- 490 VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In:
491 KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; França Neto, J.B. (Ed.). *Vigor de sementes:*
492 *conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. p.4.1-4.26.
493
- 494 VIEIRA, R.D.; PENARIO, A.L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica
495 e teor de água inicial das sementes de soja, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 37, n. 9, p.
496 1333-1338, 2002. [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0100-
497 204x2002000900018&script=sci_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0100-204x2002000900018&script=sci_arttext)
498
- 499 VIVAS, M. J. *Culturas Alternativas – Cártamo, Sésamo e Camelina*. Melhoramento, v. 38, p.
500 183-192, 2002.
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517

CAPÍTULO 2

Caracterização química do óleo das sementes e da torta de *Carthamus tinctorius* L.: agregando valor à indústria do biodiesel

Gabrielle Macedo Pereira⁽¹⁾; Anderson Gomes Fernandes⁽²⁾; Marta Costa⁽³⁾; Henrique
Rocha de Medeiros⁽⁴⁾ e Juliana Espada Lichston⁽⁵⁾

⁽¹⁾Graduação em Ciências Biológicas e Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (gabrielle_mp1@yahoo.com.br);

⁽²⁾Graduação em Química pela Universidade Estadual do Rio Grande do Norte e Mestrando em Química
pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (gomesfisica007@hotmail.com);

⁽³⁾Professora Adjunta do Departamento de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte
(martacostamc@hotmail.com);

⁽⁴⁾ Professor Adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, lotado na Escola agrícola de Jundiá
(EAJ) (hrdemedeiros@ufrnet.br)

⁽⁵⁾Professora adjunta do Departamento de Botânica, Ecologia e Zoologia do Centro de Biociências da
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (lichston@cb.ufrn.br).

Este artigo será submetido ao periódico Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) e, portanto, está formatado de acordo com as recomendações dessa revista (como consta no anexo 3).

Resumo - As crescentes emissões de poluentes gerados durante a combustão de petróleo e a escassez de novas reservas no futuro, motivaram pesquisas por combustíveis alternativos, dentre esses o biodiesel. Aliada a preocupação ambiental há uma busca pelo fortalecimento da cadeia produtiva desse biocombustível. A máxima utilização de todos os produtos gerados durante a produção de biodiesel aumenta o poder competitivo desse combustível frente ao diesel. Várias oleaginosas estão sendo utilizadas nessa perspectiva. Dentre essas, pode-se destacar o Cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), uma espécie possui um alto valor agregado. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade e quantidade do óleo extraído das sementes de *C. tinctorius*, e analisar o resíduo dessa extração com a finalidade de sugeri-lo para alimentação animal. Realizou-se a extração do óleo das sementes de Cártamo com *n*-hexano, que foi analisado em Cromatografia de Camada Delgada e espectrômetro de UV-visível. Além disso, foi feita uma avaliação da composição nutricional do resíduo dessa extração. O rendimento obtido de óleo de Cártamo foi condizente com a literatura. Esse óleo apresentou um perfil graxo bastante interessante para produção de biodiesel. A torta de Cártamo (resíduo) possui características nutricionais que a qualifica como potencial fonte de proteína em dieta animal.

Termos para indexação: semente oleaginosa, cártamo, perfil lipídico, coproduto, torta.

Chemical characterization of the seed oil and cake *Carthamus tinctorius* L

Abstract - The increasing emission of pollutants generated during petroleum combustion, and the lack of new reserves in the future, had motivated research for alternative fuels, among them the biodiesel. Allied to environmental worry, there is a pursuit for improvement of this fuel's production chain. The maximum use of all products generated during the biodiesel production increases the competitive power of this fuel compared to diesel. Various oil crops are being used in this perspective. Among them, the safflower (*Carthamus tinctorius* L.) can be highlighted. It is a species with high aggregate value. The objective of the present study was to evaluate quality and quantity of the oil extracted from *C. tinctorius* seed, and to analyze residues of the oil extraction process, purposing to suggest its use for animal feeding. The oil was extracted from safflower seeds by using *n*-hexane, and then analyzed in Thin Layer Chromatography and UV-visible spectrometer. Besides, there was performed a nutritional composition evaluation of the extraction residue. The obtained safflower oil yield was consistent with the literature. This oil presented a fatty acid profile very suitable for biodiesel production. The safflower cake (residue) has nutritious features which qualifies it as a potential protein source in animal feeding.

Terms index: oilseed, safflower, lipid profile, coproduct.

Introdução

O modelo de desenvolvimento adotado mundialmente teve como base os combustíveis fósseis, principalmente o petróleo, o carvão e gás natural, que representam 80% da sua matriz energética (BRASIL, 2006). No entanto, o aumento nos preços do petróleo, as crescentes emissões de poluentes gerados durante a sua combustão, e a escassez de novas reservas, no futuro, motivaram a pesquisa por combustíveis alternativos (SENSOZ et al., 2000; RAMADHAS et al., 2005). Os biocombustíveis como, por exemplo, o biodiesel têm se tornado a melhor opção de uso da energia proveniente da biomassa (GOLDEMBERG, 2009).

O biodiesel é um biocombustível exequível tecnicamente, economicamente competitivo, aceitável do ponto de vista ambiental e facilmente disponível (DERMIBAS, 2009). Além disso, promove desenvolvimento regional e fortalece a estrutura social, principalmente em países em desenvolvimento (DERMIBAS; DERMIBAS, 2007; HU et al., 2008). O Brasil se despontou neste contexto com a formulação do Programa Nacional de Uso e Produção do Biodiesel (PNPB) que apresenta como objetivos: firmar um novo mercado para os agricultores familiares e assentados da reforma agrária (PEIXOTO, 2008), e utilizar matérias-primas diversificadas adaptadas a cada região de cultivo (ABRAMOVAY; MAGALHÃES, 2007).

Aliada a preocupação ambiental há uma motivação para o fortalecimento da cadeia produtiva deste biocombustível, em que se preveem benefícios econômicos, especialmente para o setor primário. Estes benefícios não estão atrelados somente à agricultura, mas também

à pecuária que pode se beneficiar dos coprodutos resultantes do processamento da matéria-prima (BOMFIM et al., 2012).

Os estudos enfocando os coprodutos da indústria agrícola de biocombustíveis como, por exemplo, tortas e farelos, estão começando a emergir, porém é importante salientar que a máxima utilização de todos os produtos gerados durante a produção de biodiesel seria economicamente viável, e aumentaria o poder competitivo desse combustível renovável frente ao óleo mineral (OLIVEIRA et al., 2012; COUTO et al., 2012).

A maioria das tortas ou farelos das oleaginosas que vêm sendo utilizadas para produção de biodiesel no Brasil é passível de utilização na alimentação animal, porém, cada uma com suas particularidades no que diz respeito fatores tóxicos ou antinutricionais.

Várias oleaginosas estão sendo estudadas ou já são utilizadas para esse fim como, por exemplo, mamona, amendoim, gergelim, babaçu, entre outras (PERES; BELTRÃO, 2006). Dentre estas oleaginosas promissoras à produção do biodiesel no semiárido nordestino destaca-se o cártamo (*Carthamus tinctorius* L.).

Carthamus tinctorius L. é uma espécie anual pertencente à família Asteraceae, que apresenta resistência ao estresse hídrico, às altas temperaturas e à baixa umidade relativa do ar, além de ser tolerante a solos salinos (DAJUE E MÜNDEL, 1996). O teor de óleo das sementes de cártamo varia entre 30 a 45% (DAJUE E MÜNDEL, 1996). Esta espécie pode ser utilizado como uma importante cultura energética, cultura para flor de corte, utilização com fins medicinais e, ainda pode ser utilizado como suplemento proteico na alimentação animal, pois possui aproximadamente 35% de proteínas (VIVAS, 2002; EMONGOR, 2010). Estas potencialidades conferem a espécie um alto valor agregado, o que pode fortalecer a renda do agriculto familiar.

Tendo em vista este cenário, observa-se a necessidade de pesquisas referentes a sementes oleaginosas que visem agregar valor à cadeia produtiva de biodiesel, a fim de apoiar a produção desse biocombustível nas regiões brasileiras, principalmente na região Nordeste. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade e quantidade do óleo extraído das sementes de *Carthamus tinctorius* L., e analisar a torta residual dessa extração com a finalidade de sugeri-lo para alimentação animal.

Materiais e Métodos

Realizou-se a compra de um lote de sementes de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) cultivados no Rio Grande do Sul, a fim de investigar as características químicas do óleo extraído das sementes, e as características bromatológicas do resíduo (torta) gerado após a

extração deste óleo. Para isto, foram feitas análises no Laboratório de Química Orgânica Analítica e no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

As sementes de *C. tintorius* foram trituradas em um moinho de navalhas. O material triturado foi pesado e colocado em um *Elermeyer* de 250 mL, neste foi adicionado 150 mL de *n*-hexano. A mistura (biomassa + solvente) foi cavitado em banho ultrassônico (frequência de 40 KHz, temporizador digital 0-3 min, potência ultrassônica de 120 Watts, modelo USC 1600, UNIQUE) por três horas, com seis ciclos de 30 min. Depois de completado o tempo de extração, as amostras foram filtradas, em seguida, o solvente foi removido em rotaevaporador (aproximadamente 60°C), e foram pesadas novamente. A extração foi feita em triplicatas e obteve-se média e desvio padrão dos rendimentos de óleo obtidos. O teor lipídico médio obtido foi calculado de acordo com a equação:

$$\text{Rendimento (\%)} = [\text{MML}/(\text{B-U}) \times 100]$$

MML é a massa do material lipídico extraído; B é a massa da biomassa utilizada; U é a umidade da amostra.

O óleo obtido foi analisado em UV-visível (marca Thermo Scientific, modelo Evolution 60) e Cromatografia de Camada Delgada (CCD), com o objetivo de qualificar os constituintes do óleo. Para análise no UV-Visível, foi dissolvido 0,05 mL do óleo obtido em 3 mL do solvente usado na extração, o qual também foi usado como branco. Foi realizada uma varredura de 200 a 800 nm de comprimento de onda, com intervalos de 2 nm. Por meio do software VisionNite, foi plotado o gráfico de comprimento de onda versus absorvância. Para análise por Cromatografia em Camada Delgada (CCD), foram aplicadas alíquotas (*spots*) do extrato obtido, com auxílio de capilar de vidro sobre cromatoplasmas de sílica gel 60. Após a eluição com a fase móvel, éter de petróleo: acetato de etila: ácido acético (80: 19: 1), os *spots* foram revelados com vapores de iodo sublimado e os R_fs (Fator de retenção) medidos com o intuito de qualificar os constituintes.

Após a extração do óleo, o resíduo (torta) foi colocado em sacos de papel e armazenado em freezer a -5°C. Em seguida, todo o material foi diminuído a partículas menores em moinho de facas tipo “Willey”, com peneira de 1,0 mm para posteriores análises. As análises bromatológicas seguiram recomendações de Silva e Queiroz (2002) para determinações de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nitrogênio em fibra de detergente neutro (NIDN), nitrogênio em fibra de detergente ácido (NIDA), lignina e matéria mineral (MM).

Resultado e Discussão

No processo de extração do óleo das sementes de *Carthamus tinctorius* L., realizado com *n*-hexano via banho ultrassônico, o rendimento médio resultou em 33,11% de óleo. O conteúdo médio de óleo nas sementes de cártamo foi compatível com o encontrado na literatura de 20-45% (DAJUE; MÜNDEL, 1996; EKIN, 2005; CARVALHO et al., 2006; SACILIK et al., 2007; HAN et al., 2009), e considerado mais alto do que o teor lipídico de culturas oleíferas convencionais como a soja (17 a 21%), o algodão (15 a 24%) e o dendê (22%) (EASTMOND; GRAHAM, 2001).

A identificação dos componentes majoritários do óleo de cártamo, na placa cromatográfica, foi obtida pela presença dos constituintes majoritários como, por exemplo, os lipídios neutros, triglicerídeos e os ácidos graxos. Conforme a Figura 1, o R_f igual a 0,53 obtido para o óleo de cártamo é muito próximo do R_f padrão para triacilglicerídeos ($R_f = 0,54$) (BRUM et al., 2009). Segundo Froehner e Leithold (2007), os valores dos fatores de retenção (R_f s) referentes aos triacilglicerídeos para o óleo vegetal utilizado em fritura e óleo virgem de canola ou soja, 0,53 e 0,54, respectivamente, são bastante próximos daquele obtido para o óleo em estudo.



Figura 1. Placa de cromatografia em camada delgada para o óleo extraído de sementes de *Carthamus tinctorius* L. Seta: Componente majoritário do óleo.

De acordo com as análises realizadas em espectrofotômetro UV-Visível (Figura 2), o óleo extraído das sementes de cártamo apresentou absorbâncias entre 210 nm e 220 nm, indicando a presença de ligações duplas isoladas carbono-carbono presentes nos ácidos graxos (REDA; CARNEIRO, 2009). Também foram observadas absorções na região de 230 nm, o

que demonstra a presença de ácidos graxos conjugados (dienos e/ou trienos) como, por exemplo, ácido linoleico (TOLENTINO, 2008). Apesar de não ter aspectos quantitativos nesta análise, devido ao fato de não ter sido uma curva de calibração, a absorbância na região características de ligações C=C, possivelmente proveniente do ácido oleico (C18:1), são mais intensas quando comparadas as regiões característica de C=C conjugadas, provavelmente oriundas do ácido linoleico (C18:2). Desta forma, os dados espectroscópicos demonstram uma tendência de maior composição de ácido oleico no perfil graxo do óleo analisado, o que pode contribuir com uma maior estabilidade oxidativa do óleo, devido a menor contribuição de duplas ligações para composição lipídica deste óleo (MASUCHI et al., 2008).

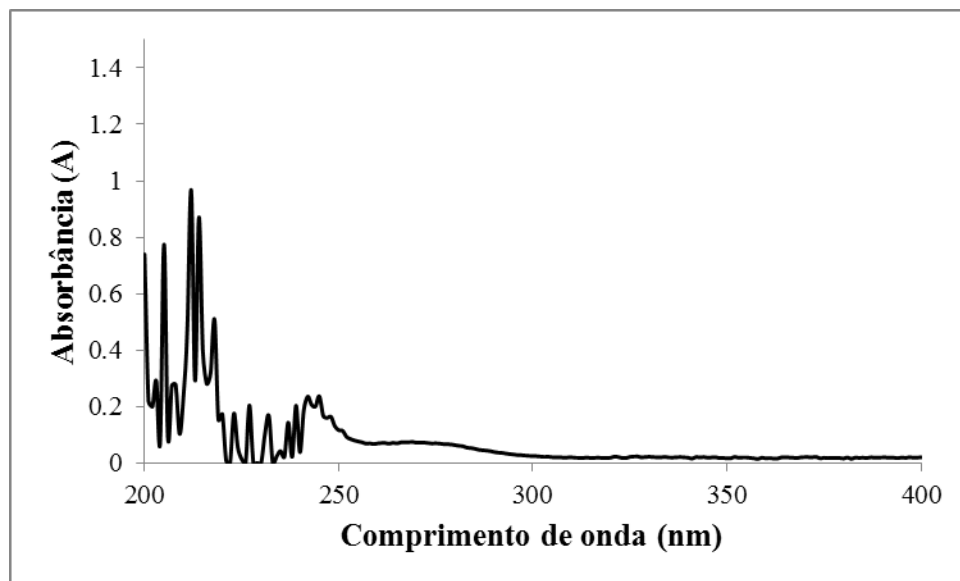


Figura 2. Espectro de UV-Visível do óleo de sementes de *Carthamus tinctorius* L.

O óleo do cártamo apresenta como componentes majoritários o ácido linoleico e o ácido oleico (HOEKMAN et al. 2012), perfil graxo adequado para utilização dessa oleaginosa na produção biodiesel (KUMAR; SHARMA, 2008). Porém, o cártamo é um dos melhores exemplos de cultura com variabilidade na composição dos ácidos graxos no óleo das suas sementes. Existem dois tipos de cártamo que produzem diferentes tipos de óleo: uma com altos teores de ácido oleico (C18:1) e outra com altos em ácido linoleico (C18:2) (KNOTHE, 2005).

O espectro de UV-Visível não evidenciou bandas de absorção na região características de pigmentos, por exemplo, carotenoides (460 a 550 nm) ou clorofilas (420 e 660 nm) (OGAWA et al., 2007; MORETTO; FETT, 1998), nos óleos extraídos das sementes de cártamo, o que corrobora com o carácter límpido observado nesse óleo (Figura 2).



Figura 3. Frações lipídicas extraídas das sementes de *Carthamus tinctorius* L. pelo solvente *n*-hexano.

Na tabela 1 são apresentados os valores médios da composição bromatológica do resíduo (Figura 4) obtido após a extração do óleo das sementes de *Carthamus tinctorius* L.

Tabela 1: Composição bromatológica (%) da torta de *Carthamus tinctorius* L. após o processo de extração de óleo das sementes.

MS	MM	PB	EE	FDN	FDA	LIG	NIDA	NIDN
89,51	4,96	25,39	3,44	58,66	43,06	19,94	1,70	3,09

MS – Matéria Seca; MM – Matéria Mineral; PB – Proteína Bruta; EE – Extrato Etéreo; FDN – Fibras em detergente neutro; FDA – Fibra em detergente ácido; LIG – Lignina; NIDA – Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido; NIDN – Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro.



Figura 4. Resíduo (torta) obtido após a extração do óleo das sementes de *Carthamus tinctorius* L.

O teor de umidade da torta de cártamo, inferido a partir do teor da matéria seca (MS), está dentro do limite de até 11% de umidade, considerados como adequados para o armazenamento de produtos ricos em óleo (CUSTÓDIO et al., 2005).

O resultado de proteína bruta (PB) da torta de cártamo analisada (25,39%), segundo Abdalla et al. (2008), é relativamente elevado e classifica essa torta como um potencial alimento proteico na dieta animal. Na literatura, observou-se um teor de proteína bruta de 35% para as sementes de cártamo (VIVAS, 2002), valor superior ao relatado no presente estudo. Entretanto, o teor de PB da torta de cártamo encontrado ainda é superior ao teor médio de PB em torta oleaginosa bastante utilizada na suplementação da dieta animal (OLIVEIRA et al., 2007). Segundo Souza et al. (2009), os teores de proteína bruta nos grãos de nabo-forrageiro, crambe e pinhão manso variam entre 20,95 e 28,19%. Porém, após a extração do óleo, os teores de PB nas respectivas tortas aumentaram para valores entre 28,66 e 49,47%.

Dependendo da finalidade a que se destina o óleo, significativas alterações nos mecanismos de sua extração podem ocorrer. A espécie, variedade, o tratamento prévio das sementes, ou mesmo diferentes tipos de solvente ou tipos de prensas e sistemas de prensagem, podem promover variação na composição final da torta. Dos componentes afetados, o conteúdo de óleo na torta é o que apresenta a maior variação (OLIVEIRA et al., 2007; SOUZA et al., 2009). Para a torta de cártamo, o extrato etéreo após a extração é bem menor do que o obtido do grão. O elevado teor de extrato etéreo pode ser um fator benéfico para ruminante, considerando que a inclusão de óleo na dieta pode auxiliar na mitigação do metano entérico (ABDALLA, 2008).

As frações majoritárias na torta de cártamo são fibras em detergente neutro (FDN), substâncias facilmente digeríveis (pectinas e conteúdo celular), e as fibras em detergente ácido (FDA), porção menos digerível (lignina e celulose), dados que corroboram com os estudos de Brás (2011). Ademais, o teor de lignina é uma porção relativamente elevada nessa torta. Portas (2001) ressalta que a casca, composta basicamente de celulose, é a grande responsável pelo elevado teor de fibra do grão e do farelo, quando esse é processado a partir de sementes.

Geralmente, alimentos ricos em fibras e pouco digeríveis reduzem o consumo de matéria seca, como consequência da quantidade de material indigestível que ocupa espaço dentro do rúmen, causando distensão física (MAGALHÃES et al, 2005). No entanto, alguns subprodutos como a casca de algodão, apesar do elevado teor de FDN (78,99%) e FDA (61,70%), tem a característica peculiar de não afetar o consumo. Ao contrário, diversos autores relataram aumento linear do consumo por bovinos de corte e de leite (CHIZZOTTI et al, 2005).

O teor de Nitrogênio Insolúvel em detergente ácido (NIDA) da torta de cártamo foi baixo. De acordo com Van Soest (1994), aumento nos teores NIDA promove diminuição

acentuada na digestibilidade de proteína, tornando o nitrogênio indisponível para os microrganismos do rúmen.

É importante ressaltar que além do conhecimento da composição, é necessário o conhecimento da utilização dos nutrientes pelo animal, afetada pela sua forma física e também pelo teor de nutrientes.

Conclusão

O óleo de cártamo pode ser utilizado como matéria-prima para produção de biodiesel, e o resíduo obtido após a extração deste óleo, a torta de cártamo, possui características nutricionais que a qualifica como potencial fonte de proteína em dieta animal. Com isso, o cártamo se caracteriza como uma matriz promissora tanto na utilização pelos agricultores familiares como cultura energética, em função do valor agregado da espécie, como também para o fortalecimento da cadeia de produção de biodiesel, tornando-o mais competitivo em relação aos combustíveis fósseis. Porém, vale ressaltar a importância de outros estudos para complementação desses resultados.

Agradecimentos

A CAPES pela concessão de recurso no edital PROCAD-NF 2009.

Referências

ABDALLA, A. L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOI, A.R.; CARMO, C.A.; EDUARDO, J.L.P. Utilização de subproduto da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 37, suplemento especial, 2008.

ABRAMOVAY, R.; MAGALHÃES, R. **O acesso dos agricultores familiares aos Mercados de Biodiesel**: Parceria entre Grandes Empresas e Movimentos Sociais. Departamento de Economia da Universidade de São Paulo, 2007.

BOMFIM, M.D.; FERNANDES, M.F.; OLIVEIRA, L.S. Viabilidade dos co-produtos do biodiesel na alimentação de ruminantes: Mitos e Realidades. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42106/1/AAC-Viabilidade-dos-co-produtos.pdf> . Acesso em: 12 dez. 2012.

BRÁS, P. **Caracterização nutricional de coprodutos da extração de óleo em grãos vegetais em dietas de ovinos**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011**. 2. ed. rev. Brasília. Embrapa Informação Tecnológica. 110 p., 2006.

BRUM, A. A. S.; ARRUDA, L. F.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B. Métodos de extração e qualidade da fração lipídica de matérias-primas de origem vegetal e animal. **Química Nova**, v. 32, n. 4, p.849-854, 2009.

CARVALHO, I.S., MIRANDA, I., PEREIRA, H. Evaluation of oil composition of some crops suitable for human nutrition. **Ind. Crop Prod.**, v. 24, p. 75,-78, 2006.

CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. de C.; LEÃO, M. I.; et al. Casca de Algodão em Substituição Parcial à Silagem de Capim-Elefante para Novilhos. 1. Consumo, Degradabilidade e Digestibilidade Total e Parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 2093-2102, 2005.

COUTO, G.S; SILVA FILHO, J.C.; CORRÊA, A.D; PARDO, R.M.P.; ESTEVES, C. Digestibilidade *in vitro* da proteína de coprodutos da indústria do biodiesel. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, v.64, n. 5, p. 1216-1222, 2012.

CUSTÓDIO, D.P.; BRANDSTETTER, E.V.; OLIVEIRA, I.P.de; OLIVEIRA, L.C.; SANTOS, K.J.G. dos; MACHADO, O.F.; ARAÚJO, A.A. de. Ração: alimento animal perecível. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, v.1, p.131-147, 2005.

DAJUE, L.; MÜNDEL, H. 1996. **Safflower** - *Carthamus tinctorius* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 7. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

DEMIRBAS, A. H.; DEMIRBAS I. Importance of rural bioenergy for developing countries. **Energy Conversion and Management**. v. 48, p. 2386-2398, 2007.

DEMIRBAS, A. Progress and recent trends in biodiesel fuels. **Energy Conversion and Management**. v. 50, p. 14-34, 2009.

EASTMOND, P. J.; GRAHAM, I. A. Re-examining the role of the glyoxylate cycle in oilseeds. **Trends Plant Science**, v. 6, p. 72, 2001.

EKIN, Z. Resurgence of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) utilization: a global view. **J. Agron.**, v. 4, n.2, p. 83-87, 2005.

FROEHNER, S.; LEITHOLD, J. Transesterificação de óleos vegetais: Caracterização por cromatografia em cama da delgada e densidade. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 2016-2019, 2007.

GOLDEMBERG, J. Biomassa e energia. **Química Nova**. v. 32, n. 3, p. 582-587, 2009.

HAN, X.; CHENG, L.; ZHANG R.; BI, J. Extraction of safflower seed oil by supercritical CO₂. **Journal of food engineering**. v. 92, p. 370-376, 2009.

HOEKMAN, S.K.; BROCH, A.; ROBBINS, C.; CENICEROS, E.; NATARAJAN, M. Review of biodiesel composition , properties , and specifications. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v.16, n. 1, p.143-169, 2012.

HU, Z.; TAN, P.; YAN, X.; LOU, D. Life cycle energy, environment and economic assessment of soybean-based biodiesel as an alternative automotive fuel in China. **Energy**. v. 33, p. 1654 – 1658, 2008.

KNOTHE, G.; GERPEN, J. V.; KRAHL, J.; RAMOS, L. P. (Ed.). **Manual de Biodiesel**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2006.

KUMAR, A.; SHARMA, S. An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (*Jatropha curcas* L.): a review, **Industrial crops and products**, n. 28, 2008.

MASUCHI, M.H.; CELEGHINI, R.M.S.; GONÇALVES, L.A.G.; GRIMALDI, R. Quantificação de TBHQ (terc butil hidroquinona) e avaliação da estabilidade oxidativa em óleos de girassol comercial. **Química Nova**, v. 31, n. 5, p. 1053-1057, 2008.

MAGALHÃES, K.A.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D.; PAULINO, P.V.R.; CHIZZOTTI, M.L.; PORTO, M.O.; MARCONDES, M.I.; ANDREATTA, K. Desempenho, composição física e características da carcaça de novilhos alimentados com diferentes níveis de casca de algodão, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2466-2474, 2005.

MONTEIRO, J.M.G. **Plantio de oleaginosas por agricultores familiares do semi-árido nordestino para produção de biodiesel como uma estratégia de mitigação e adaptação às mudanças climáticas**. Tese (Doutorado em ciências em planejamento energético. Universidade Federal do Rio de Janeiro-RJ. 2007).

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1998.

OGAWA, M.; MAIA, E. L.; FERNANDES, A. C.; NUNES, M. L.; OLIVEIRA, M. E. B.; FREITAS, S. T. Resíduos do beneficiamento do camarão cultivado: obtenção de pigmentos carotenóides. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 27, n. 2, p. 333-337, 2007.

OLIVEIRA, R. L.; LEÃO, A.G.; RIBEIRO, O. R.; BORJA, M. S.; PINHEIRO, A. A.; OLIVEIRA, R. L.; SANTANA, M.C.A. Biodiesel industry by-products used for ruminant feed. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**. v. 25, p. 625-638, 2012.

PERES, J. R. R.; FREITAS JÚNIOR, E.; GAZZONI, D. L. Biocombustíveis – uma oportunidade para o agronegócio brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, ano 14, n. 1, 2005.

PERES, J. R. R.; BELTRÃO, N. E. M. Oleaginosas para biodiesel: situação atual e potencial. p. 67-82. In: Brasil. **O Futuro da Indústria: Biodiesel**. Brasília, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. 2006.

RAMADHAS, A. S.; JAYARAJ, S.; MURALEEDHARAN, C. Biodiesel production from FFA rubber seed oil. **Fuel**. v. 84, p 335–340, 2005.

REDA, S. Y.; CARNEIRO, P.B. Estudo da termo-oxidação de óleos vegetais por espectroscopia no ultravioleta-visível. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 1, p. 48-53, 2009.

SACILIK, K., TARIMCI, C., COLAK, A. Moisture content and bulk density dependence of dielectric properties of safflower seed in the radio frequency range. **J. Food Eng.** v. 78, p. 1111–1116, 2007.

SENSOZ, S.; ANGIN, D.; YORGUN, S. Influence of particle size on the pyrolysis of rapeseed (*Brassica napus* L.): fuel properties of bio-oil. **Biomass Bioenergy.** v.19, n. 4, p. 271–279, 2000.

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

SOUZA, A.D.V.; FÁVARO, S.P.; ÍTAVO, L.C.V.; ROSCOE, R. Caracterização de sementes e tortas de pinhão-manso, nabo-forrageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 44, n.10, p. 1328-1335, 2009.

TOLENTINO, M. C. **Avaliação da qualidade de óleos vegetais sob estresse fotooxidativo e termoxidativo por espectroscopia de UV e RMN de ¹H.** 2008. 70p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

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

VIVAS, M. J. **Culturas Alternativas – Cártamo, Sésamo e Camelina.** Melhoramento, 38: 183-192, 2002.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As formas que a sociedade humana adotou para se desenvolver têm provocado grandes desequilíbrios no meio ambiente. Os impactos causados pela utilização desordenada da natureza tem ultrapassado a capacidade de suporte do planeta em que vivemos. No entanto, foi necessário a instalação de uma crise ambiental para que fossem desenvolvidas ações a favor do meio ambiente. Essas ações têm culminado com a mudança da consciência de que o mau uso da natureza acarreta prejuízos para a própria sociedade.

A percepção de que a sociedade faz parte do meio ambiente tem promovido muitos debates entre a comunidade científica e a população mundial em geral, a fim de buscar maneiras sustentáveis para o desenvolvimento.

Nesse contexto, a temática “Matrizes Energéticas” se coloca no centro das discussões, tendo em vista que as principais fontes mundiais de energia são os combustíveis fósseis, os quais não são renováveis em curto prazo e cujo uso gera intensa poluição. Os biocombustíveis, então, surgem como uma matriz energética alternativa que tem sido bastante estudada em todo o mundo, a fim de minimizar os danos causados pela utilização dos combustíveis de origem fóssil.

O biodiesel é um combustível cujo uso tem aumentado em todo o mundo, e o Brasil ocupa lugar de destaque, principalmente pela criação do Programa Nacional de Uso e Produção do Biodiesel (PNPB), que alia as propostas de melhorias ambientais e sociais. Esse biocombustível pode ser produzido a partir de matérias-primas vegetais, porém, a oferta dessas parecem ser um dos gargalos da sua obtenção.

Carthamus tinctorius L. (cártamo), uma espécie rústica, extremamente adaptada às condições ambientais encontradas no semiárido nordestino (tolerante à salinidade e a estresse hídrico) se apresenta como uma potencial candidata à produção do biodiesel. Além disso, esta espécie gera um subproduto, após a extração do óleo, que pode ser inserido na alimentação animal. Essa espécie também pode ser utilizada como cultura entre safras, em virtude de seu curto ciclo de vida, aproximadamente 140 dias. Essas características podem ser associadas e inseridas em um contexto mais amplo, no qual sua utilização possa fortalecer a cadeia produtiva do biodiesel, principalmente na região Nordeste, beneficiando também os pequenos agricultores.

Neste trabalho, a revisão de literatura teve como foco a utilização das sementes *Carthamus tinctorius* L. na perspectiva do desenvolvimento sustentável. A elaboração do primeiro capítulo, que por sua vez, objetivou estudar a morfofisiologia das sementes de cártamo armazenadas em diferentes embalagens ao longo do tempo. Nesse artigo constatou-se que a melhor condição de armazenamento das sementes de cártamo seria em garrafa “pet” e

durante três meses, o que pode subsidiar o pequeno agricultor quando houver a necessidade de se estocar essas sementes em condições não controladas, como a que eles têm nas propriedades, além de poder utilizar uma embalagem de fácil acesso e baixo custo.

O segundo capítulo enfocou a utilização das sementes de cártamo para produção de biodiesel, ou seja, extração e perfil graxo do óleo de cártamo, e utilização do resíduo dessa extração para alimentação animal. Foi obtido um rendimento de óleo concordante com o encontrado na literatura. Ademais, o óleo de cártamo pode ser utilizado como matéria-prima para produção de biodiesel, e o resíduo obtido após a extração desse óleo, a torta de cártamo, possui características nutricionais que a qualifica como potencial fonte de proteína em dieta animal.

Estes resultados sugerem que *Carthamus tinctorius* L. é uma oleaginosa que pode ser inserida na cadeia produtiva de biodiesel. No entanto, vale ressaltar que outros estudos devem ser feitos para complementar essa pesquisa, o que abre possibilidades para novos projetos que tenham como base a sustentabilidade e primem pelo desenvolvimento da agricultura familiar, principalmente na região do Nordeste brasileiro.

ANEXO 1

NORMAS GERAIS PARA PUBLICAÇÃO DE ARTIGOS NA REVISTA BRASILEIRA DE SEMENTES

As orientações explicitadas nessas instruções deverão ser seguidas plenamente pelo(s) autor (es).

Organizar os manuscritos seguindo a ordem: TÍTULO RESUMIDO (Colocado Centralizado No Início Da Primeira Página), TÍTULO, AUTORES, RESUMO (máximo de 200 palavras), TÍTULO EM INGLÊS, ABSTRACT (máximo de 200 palavras), INTRODUÇÃO, MATERIAL E MÉTODOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO, CONCLUSÕES, AGRADECIMENTOS (Opcional) E REFERÊNCIAS. Serão necessários no RESUMO "Termos para indexação" e no ABSTRACT "Index terms", no máximo cinco, que não estejam citados no título.

Na elaboração dos manuscritos, deverão ser atendidas as seguintes normas:

Os artigos deverão ser digitados em editor de texto Word (DOC ou RTF), em linhas numeradas (máximo de 30 linhas por página), em espaço duplo e com margens de 2 cm (papel A4), fonte Times New Roman 14 para o título e 12 para o texto, sem intercalação de tabelas e figuras que serão anexadas ao final do trabalho. As figuras deverão estar em programas compatíveis com o WINDOWS, como o EXCEL, e formato de imagens: Figuras (GIF ou TIFF) e Fotos (JPEG) com resolução de 300 dpi.

O manuscrito não deve exceder um total de 20 páginas, incluindo figuras, tabelas e referências.

A redação dos trabalhos deverá apresentar concisão, objetividade e clareza, com a linguagem no passado impessoal, exceto para as conclusões que devem ser redigidas no presente. No RESUMO e no ABSTRACT não serão permitidos parágrafos, bem como a apresentação de dados em colunas ou em quadros e a inclusão de citações bibliográficas.

O(s) nome(s) do(s) autor (es) deverá(ão) ser mencionado(s) por extenso logo abaixo do título. O autor para correspondência deve ser identificado por um asterisco. No rodapé da primeira página, através de chamadas apropriadas, deverá ser inserida a afiliação institucional do(s) autor (es), mencionando Departamento ou Seção, Instituição, Caixa Postal, CEP, Município e País e apenas o e-mail do autor para correspondência.

Citações no Texto: as citações de autores, no texto, serão feitas pelo sobrenome com apenas a primeira letra em maiúsculo, seguida do ano de publicação. No caso de dois autores, serão incluídos os sobrenomes de ambos, intercalado por "e"; havendo mais de dois autores, será citado apenas o sobrenome do primeiro, seguindo de "et al.". Em caso de citação, de duas ou mais obras do(s) mesmo(s) autor (es), publicadas no mesmo ano, elas deverão ser identificadas por letras minúsculas (a,b,c, etc.), colocadas imediatamente após o ano de publicação.

Referências: recomenda-se que 80% das referências bibliográficas sejam de artigos listados na base ISI Web of Knowledge, Scopus ou SciELO com menos de 10 anos.

Não serão aceitos nas referências citações de monografias, dissertações e teses, anais e resumos.

Evitar:

- citações excessivas de livros textos;
- citações obsoletas e revistas informativas e não científicas. Citações de artigos recentes publicados na RBS podem ser acessadas pelo site: www.scielo.br/rbs

As referências deverão ser apresentadas em ordem alfabética pelo sobrenome do autor ou do primeiro autor, sem numeração; mencionar todos os autores do trabalho separados por ";". Seguir as normas da ABNT NBR6023. As referências deverão conter hiperlinks para possibilitar acesso para qualquer página Web na Internet. Basta posicionar o cursor no local desejado de um texto ou planilha, digitar o endereço da página ex: www.abrates.org.br e teclar a barra de espaços. O hyperlink será criado automaticamente. Posicione o cursor em uma das letras do hyperlink criado, tecele Shift F10 para abrir o menu, desça com a seta até a opção abrir hyperlink e tecele enter que a página será aberta.

Alguns exemplos são apresentados a seguir:

Artigos de Periódicos: (não deverá ser mencionado o local de publicação do periódico).

LIMA, L.B.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento fisiológico de sementes de pepino e germinação sob diferentes temperaturas. *Revista Brasileira de Sementes*, v.32, n.1, p.138-147, 2010. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0101-31222010000100016&lng=en&nrm=iso&tlng=pt

OLIVEIRA, A.S.; CARVALHO, M.L.M.; NERY, M.C.; OLIVEIRA, J.A.; GUIMARÃES, R.M. Seed quality and optimal spatial arrangement of fodder radish. *Scientia Agricola*, v. 68, n.4, p.417-423, 2011. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0103-90162011000400005&lng=en&nrm=iso&tlng=en

Livros:

MARCOS FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

Capítulos de Livro:

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; França Neto, J.B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. p.4.1-4.26.

Leis, Decretos, Portarias:

País ou Estado. Lei, Decreto, ou Portaria nº ..., de (dia) de (mês) de (ano). *Diário Oficial da União*, local de publicação, data mês e ano. Seção ..., p. ...

BRASIL. Medida provisória nº 1.569-9, de 11 de dezembro de 1997. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 dez. 1997. Seção I, p.29514.

Relatório Técnico:

FRANCA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; COSTA N.P. Estudo da deterioração da semente de soja no solo. In: *RESULTADOS DE PESQUISA DE SOJA, 1984/85*. Londrina, 1985. p.440-445. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 15).

Documentos Eletrônicos:

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. *SNPC - Lista de Cultivares protegidas*. Disponível:http://extranet.agricultura.gov.br/php/proton/cultivarweb/cultivares_protegidas.php Acesso em: 13 jan. 2010.

Tabelas

As tabelas no formato "retrato" numeradas com algarismos arábicos, devem ser encabeçadas por título auto-explicativo, com letras minúsculas, não devendo ser usadas linhas verticais para separar colunas nem constar o local e data de realização do experimento.

Figuras

As figuras (gráficos, desenhos, mapas ou fotografias) deverão ser numeradas em algarismos arábicos em programas compatíveis com o WORD FOR WINDOWS (TIFF 300 dpi) inseridas no texto preferencialmente como objeto. Os desenhos e as fotografias deverão ser digitalizados com alta qualidade (JPEG) e enviados no tamanho a ser publicado na revista. As legendas digitadas logo abaixo da figura e iniciadas com denominação de Figura, devem ser seguidas do respectivo número e texto, em letras minúsculas.

Unidades de medida

Devem ser redigidas com espaço entre o valor numérico e a unidade. Exemplos: 10 OC, 10 mL, $\mu\text{S cm}^{-1}\text{.g}^{-1}$. O símbolo de percentagem deve ficar junto do algarismo, sem espaço. Ex: 10%. Utilizar o Sistema Internacional de Unidades em todo texto.

3. Submissão dos Artigos

Recomenda-se, antes da submissão, que sejam observadas na íntegra as Instruções aos Autores para garantir que o artigo esteja de acordo com as normas da RBS. Manuscritos fora das normas serão devolvidos implicando em atraso na tramitação. O autor deverá submeter os manuscritos exclusivamente pelo sistema eletrônico, acessando o site <http://www.scielo.br/rbs>, clicando em "submissão online".

O arquivo do artigo que não deverá ultrapassar 1,5 Kb.

Além disso, deverá enviar por e-mail (abrates@abrates.org.br) um documento constando a assinatura e a concordância de todos os autores em submeter e (ou) publicar o artigo na RBS, delegando à revista, os direitos de tradução para língua inglesa (modelo de carta de submissão no site).

ANEXO 2

NORMAS GERAIS PARA PUBLICAÇÃO DE ARTIGOS NA REVISTA PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA

Forma e preparação de manuscritos

Análise dos artigos

A Comissão Editorial faz a análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista, formulação do objetivo de forma clara, clareza da redação, fundamentação teórica, atualização da revisão da literatura, coerência e precisão da metodologia, resultados com contribuição significativa, discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura, qualidade das tabelas e figuras, originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério é aplicado somente aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

Forma e preparação de manuscritos

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos e não podem ter sido encaminhados a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas, Novas Cultivares e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.

Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

O texto deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com margens de 2,5 cm e com páginas e linhas numeradas.

Organização do Artigo Científico

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

Artigos em português - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e

figuras.

Artigos em inglês - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.

Artigos em espanhol - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.

O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.

O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

Título

Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.

Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como “efeito” ou “influência”.

Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.

Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.

As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

Nomes dos autores

Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção “e”, “y” ou “and”, no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.

O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.

Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.

Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.

Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.

Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos, os resultados e a conclusão.

Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.

O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.

Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.

Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.

Não devem conter palavras que compõem o título.

Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.

Devem, preferencialmente, ser termos contidos no AGROVOC: Multilingual Agricultural Thesaurus (http://www.fao.org/aims/ag_intro.htm) ou no Índice de Assuntos da base SciELO (<http://www.scielo.br>).

Introdução

A palavra Introdução deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

Deve ocupar, no máximo, duas páginas.

Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.

O último parágrafo deve expressar o objetivo de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.

Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.

Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.

Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.

Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.

Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.

Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.

Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.

Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

Resultados e Discussão

A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

Deve ocupar quatro páginas, no máximo.

Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.

As tabelas e figuras são citadas seqüencialmente.

Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos em relação aos apresentados por outros autores.

Evitar o uso de nomes de variáveis e tratamentos abreviados.

Dados não apresentados não podem ser discutidos.

Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.

As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.

Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.

As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões

O termo Conclusões deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo.

Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho.

Não podem consistir no resumo dos resultados.

Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.

Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

A palavra Agradecimentos deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

Devem ser breves e diretos, iniciando-se com “Ao, Aos, À ou Às” (pessoas ou instituições).

Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

A palavra Referências deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.

Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.

Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.

Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.

Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.

Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.

Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.

Artigos de periódicos

SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

Teses

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste**: relatório do ano de 2003. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em: <<http://www.cpa0.embrapa.br/publicacoes/ficha.php?tipo=DOC&num=66&ano=2004>>. Acesso em: 18 abr. 2006.

Citações

Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados.

A autocitação deve ser evitada.

Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

Redação das citações dentro de parênteses

Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.

Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.

Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.

Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.

Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.

Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão “citado por” e da citação da obra consultada.

Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.

Redação das citações fora de parênteses

Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

Devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.

Não devem apresentar letras em itálico ou negrito, à exceção de símbolos escritos convencionalmente em itálico.

Tabelas

As tabelas devem ser numeradas sequencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.

Devem ser auto-explicativas.

Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.

Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.

O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.

No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna

devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.

Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.

Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.

Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.

Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.

Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.

As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.

Notas de rodapé das tabelas

Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.

Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.

Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.

Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.

O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.

Devem ser auto-explicativas.

A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.

Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.

Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.

O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração.

As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.

Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).

Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.

As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.

Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.

Devem ser gravadas nos programas Word, Excel ou Corel Draw, para possibilitar a edição em possíveis correções.

Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.

No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).

Não usar negrito nas figuras.

As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.

Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

Notas Científicas

Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.

Apresentação de Notas Científicas

A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em

inglês, Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras.

As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

Resumo com 100 palavras, no máximo.

Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.

Deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

Novas Cultivares

Novas Cultivares são breves comunicações de cultivares que, depois de testadas e avaliadas pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), foram superiores às já utilizadas e serão incluídas na recomendação oficial.

Apresentação de Novas Cultivares

Deve conter: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, título em inglês, Abstract, Introdução, Características da Cultivar, Referências, tabelas e figuras. As normas de apresentação de Novas Cultivares são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

Resumo com 100 palavras, no máximo.

Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.

Deve apresentar, no máximo, 15 referências e quatro ilustrações (tabelas e figuras).

A introdução deve apresentar breve histórico do melhoramento da cultura, indicando as instituições envolvidas e as técnicas de cultivo desenvolvidas para superar determinado problema.

A expressão Características da Cultivar deve ser digitada em negrito, no centro da página.

Características da Cultivar deve conter os seguintes dados: características da planta, reação a doenças, produtividade de vagens e sementes, rendimento de grãos, classificação comercial, qualidade nutricional e qualidade industrial, sempre comparado com as cultivares testemunhas.

Outras informações

Não há cobrança de taxa de publicação.

Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.

O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos

artigos e de decidir sobre a sua publicação.

São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.

Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da **PAB**.