

# Viabilidade econômica, social e ambiental da cadeia produtiva do pinhão-mansô

---

*Alceu Richetti  
Gilmar Souza Santos*

## Introdução

Com o advento do Programa Brasileiro de Biodiesel, o pinhão-mansô foi incluído como alternativa para o fornecimento de matéria-prima para a produção de biocombustível (Beltrão et al., 2006). Com isso, surgiram lavouras comerciais sem o devido conhecimento das informações sobre produtividade e rentabilidade, de forma confiável.

Existe uma forte demanda mundial por novas matérias-primas para produção de energia e biocombustíveis. Nesse contexto, o pinhão-mansô pode contribuir de forma significativa e tornar-se uma cultura energética com paridade de custos em relação aos combustíveis fósseis. No entanto, o cultivo do pinhão-mansô possui atualmente algumas limitações, derrubando, assim, o mito da extrema rusticidade e da produção em solos pouco férteis. Para atingir produtividades economicamente viáveis, necessita de correção de solos e irrigação suplementar, bem como tratamentos culturais, a fim de controlar a ocorrência de plantas daninhas e o aparecimento de pragas e doenças (Roscoe; Silva, 2007). Além disso, o que aumenta significativamente os custos de produção é a colheita manual, realizada inúmeras vezes durante a produção, por causa da maturação desuniforme dos frutos.

O sucesso da cultura de pinhão-mansô depende de alguns fatores críticos, os quais influenciam sua sustentabilidade, tais como: cultivar resistente a pragas e com alta produtividade, sistema de produção para a cultura, economia de escopo e de escala na sua industrialização, modelo de negócios baseado em biorrefinarias e ecologia industrial, consórcio com culturas alimentares e aproveitamento integral de resíduos (torta, epicarpo, glicerina, etc.).

Nas avaliações dos sistemas de produção, são necessárias, além das análises técnicas, avaliações econômicas para que se possa medir a lucratividade e a rentabilidade

de cada sistema (Richetti; Ceccon, 2009). Zanon et al. (2014), ao realizarem a análise econômica do pinhão-mansão, constataram que o custo de implantação da cultura é alto e sua viabilidade técnica e econômica ainda depende de muitas pesquisas e estruturação da cadeia produtiva. Para Richetti e Guiducci (2012), o pleno conhecimento da viabilidade econômica dos sistemas de produção contribui para melhorar a tomada de decisão, bem como para verificar a rentabilidade do negócio.

A configuração de um sistema de produção determina o resultado técnico e econômico a ser obtido. Para tanto, a avaliação de qual seria o melhor sistema a ser adotado precisa deixar claro qual tecnologia deve ser utilizada, além de conhecer o custo de produção de uma unidade de produto. Uma vez que são conhecidos os sistemas e os custos de produção, é possível deduzir a rentabilidade da atividade e, conseqüentemente, a viabilidade econômica. Nesse sentido, este estudo tem por objetivo analisar a viabilidade econômica social e ambiental da cadeia produtiva do pinhão-mansão em Dourados, MS, e em Piracuruca, PI. O segundo estudo (Fazenda em Piracuruca) possibilitou uma pesquisa mais abrangente, pela disponibilidade de dados ambientais do pinhão-mansão na localidade e também por incluir pequenos produtores rurais (assentamentos rurais).

## **Metodologia de avaliação da sustentabilidade da cadeia produtiva do pinhão-mansão**

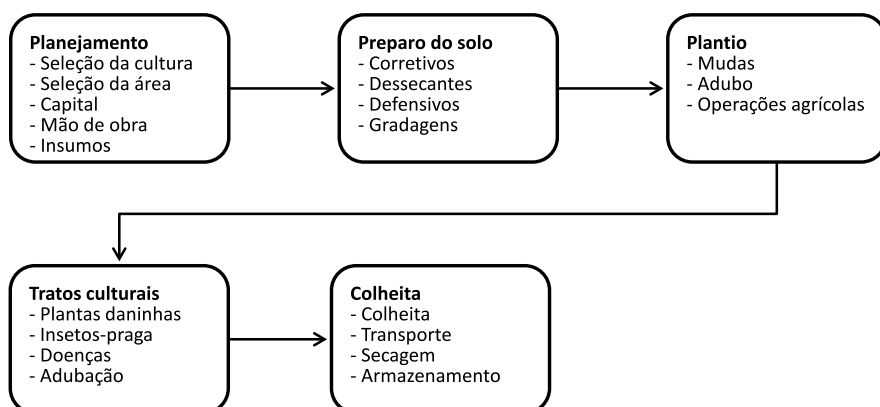
O primeiro estudo tem como base procedimentos metodológicos baseados na abordagem sistêmica. A partir desse pressuposto, considerou-se que o modo de produção na propriedade agrícola caracteriza-se como um processo de produção.

Considera-se processo de produção todas as atividades envolvidas na produção de determinado bem, dentro de certo prazo suficiente para que se obtenham os resultados em forma do produto final.

Na propriedade, o processo produtivo de atividades agrícolas caracteriza-se por cinco etapas básicas: planejamento, manejo da área, semeadura e adubação, tratamentos culturais e colheita (Figura 1).

Todo processo produtivo faz parte do custo de produção. Entende-se como custo de produção a soma dos valores gastos em recursos (insumos) e operações agrícolas

(serviços) utilizados de forma econômica no processo produtivo de determinada atividade, a fim de obter determinada quantidade de produto.



**Figura 1.** Fluxograma básico do processo produtivo na agricultura.

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2010).

O levantamento das informações do sistema, bem como dos coeficientes técnicos empregados na elaboração dos custos de produção, constou de entrevistas com especialistas e com o proprietário da fazenda.

Para o cálculo dos custos de produção, utilizou-se a metodologia adotada pela Embrapa (Guiducci et al., 2012), a qual consiste dos seguintes tipos de dispêndio: a) custeio; b) depreciação do capital; e c) custo de oportunidade. Com a contabilização das despesas, obtém-se o custo operacional, que tem um componente efetivo, exigindo desembolso por parte do produtor, e um componente de depreciação.

Na análise de viabilidade econômica dos sistemas estudados, foram considerados os preços de fatores e do produto vigentes na cidade de Dourados, MS, no mês de dezembro de 2014. Também foram considerados os custos operacionais com insumos, operações com máquinas e implementos e serviços (mão de obra), por hectare, conforme preços praticados em Dourados, MS. A depreciação, sendo um custo indireto que incide sobre os bens que possuem vida útil limitada, foi calculada pelo método linear sobre máqui-

nas, equipamentos e benfeitorias. Quanto aos custos de oportunidade, que correspondem à oportunidade que o produtor, ao planejar sua atividade, poderia decidir por arrendar sua área de lavoura ou optar por uma alternativa mais atraente, incluíram-se a remuneração do fator terra, aqui representado pelo valor do arrendamento por hectare, e a remuneração do capital de custeio e de investimento (juros de 6% ao ano, por um período de 12 meses).

O segundo estudo foi realizado na região de Piracuruca, PI, na Fazenda Tiracanga e na empresa Brasil Ecoenergia. Buscou-se uma avaliação da sustentabilidade e do mercado potencial para os produtos e resíduos da cadeia produtiva do pinhão-manso. Para o cálculo dos custos de produção, utilizou-se também a metodologia adotada pela Embrapa (Guiducci et al., 2012). Para as avaliações sociais e ambientais, foram utilizados os padrões de Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA) (Valdivia et al., 2011) e o Social Life Cycle Assessment (SLCA) da ONU Meio Ambiente (Benoit; Mazijn, 2009).

Pelo aspecto prospectivo, o público-alvo do segundo estudo relacionado à cadeia produtiva do pinhão-manso foram os agricultores familiares (viabilidade de consórcio com culturas anuais), grandes agricultores (viabilidade de integração lavoura-pecuária-florestas – ILPF), indústrias de biodiesel, indústrias de bioquerosene de aviação e indústrias químicas (bioprodutos, biomateriais).

## **Caracterização dos sistemas de produção identificados de pinhão-manso**

Nos sistemas estudados, o nível de investimento em tecnologias (adubação, tratamento de sementes, controle de plantas daninhas, de pragas e de doenças) varia de acordo com os seguintes fatores: nível tecnológico do produtor, época de semeadura e tendência de mercado dos produtos. Está relacionado também com a produtividade do pinhão-manso, a qual varia de acordo com os seguintes aspectos: região de plantio, método de cultivo e tratamentos culturais, idade da cultura, bem como quantidade de chuva e fertilidade do solo. Dessa forma, houve necessidade de realizar o estudo em duas regiões diferentes do Brasil.

O primeiro sistema de produção estudado foi o praticado na Fazenda Paraíso, localizada no município de Dourados, MS. Na propriedade, foram cultivados 100 ha com pinhão-manso e implantados em área de pastagem. O solo predominante na fazenda é o Latossolo Vermelho de textura média, pobre em fósforo (P), acidez e alumínio, corrigidos pela calagem.

gem, antes do plantio. O pinhão-mansão, no sistema de produção estudado, foi plantado nos meses de setembro e outubro, com espaçamento de 4,0 m x 2,0 m. A produção inicia-se já no primeiro ano, mas atinge a plena produtividade no quarto ou quinto ano em diante.

O segundo sistema de produção estudado foi o praticado na Fazenda Tiraçanga, localizada no município de Piracuruca, PI, cuja área cultivada com pinhão-mansão era de 1.200 ha. O solo é pobre em macro e micronutrientes, mas com algumas concentrações de P e potássio (K). É do tipo Latossolo, arenoso do ponto de vista físico, com alta acidez do ponto de vista químico e rico em fauna e flora no aspecto biológico. Predomina o bioma Caatinga e a temperatura média é de 31 °C, com 1.300 mm de chuvas anuais concentradas de janeiro a abril. O pinhão-mansão foi plantado em espaçamento também de 4,0 m x 2,0 m, com produção iniciando no segundo ano e pico de produtividade no 6º ano.

## Primeiro estudo: Fazenda Paraíso, Dourados, MS

No sistema de produção, destacaram-se os seguintes aspectos tecnológicos:

### Implantação da cultura

- **Manejo da área:** na área com pastagem, realizou-se a destruição mecânica dos cupinzeiros e, em seguida, procedeu-se à aplicação de cupinicida e de formicida.
- **Correção do solo:** a correção do solo foi realizada com 2 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico. Além do calcário, utilizou-se gesso na dose de 1,5 t ha<sup>-1</sup>. Para a incorporação dos corretivos, fez-se uma gradagem pesada.
- **Preparo do solo:** o preparo do solo, além da gradagem de incorporação dos corretivos, consistiu de subsolagem e gradagem niveladora. Além do preparo mecânico do solo, utilizaram-se herbicidas para dessecar as plantas invasoras germinadas.
- **Plantio e adubação:** realizou-se abertura mecânica dos sulcos para o plantio das mudas. Foram utilizados 350 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante formulado 8-20-20, o qual foi distribuído mecanicamente no momento da abertura dos sulcos. A distribuição e o plantio das mudas foram atividades realizadas manualmente. Fo-

ram utilizadas 1.250 mudas por hectare. Acrescenta-se aqui 30% de perdas de mudas. O espaçamento utilizado foi de 4,0 m entre linhas e 2,0 m entre plantas.

- **Controle vegetativo:** 30 a 40 dias após o plantio (DAP), fez-se uma aplicação, em área total, de graminicida para controle da vegetação. Aos 150 e aos 270 DAP, realizou-se o controle mecânico de plantas daninhas. Aos 150 e aos 210 DAP, fez-se o coroamento, operação manual realizada com enxada, que consiste na retirada das ervas daninhas ao redor da planta de pinhão-manso. Nas linhas de plantio, realizou-se uma aplicação de herbicida dessecante com pulverizador costal manual.
- **Controle fitossanitário:** o controle sanitário consiste em aplicações de defensivos agrícolas para controle de pragas e doenças do pinhão-manso. Para o controle de ácaros e lagartas, foram realizadas duas aplicações de inseticidas. Para o controle do oídio e da ferrugem, foi feita uma pulverização de fungicida. Essas operações foram realizadas mecanicamente com pulverizador turboatomizador. Em todas as operações de controle fitossanitário, utilizou-se um adjuvante com a finalidade de dar maior eficiência ao produto usado.
- **Colheita e beneficiamento:** a colheita foi realizada manualmente. A secagem do produto colhido foi realizada em terreiro de cimento, para secar os grãos verdes e padronizar o teor de umidade dos grãos. A debulha foi realizada com debulhador mecânico, e a limpeza dos grãos feita, manualmente, utilizando-se uma peneira.

### Manutenção e condução da cultura

- **Adubação e calagem:** o fertilizante formulado (NPK) 08-20-20 foi aplicado na linha, e o adubo nitrogenado (ureia) foi aplicado em cobertura. O calcário foi aplicado a lanço, em área total, nas entrelinhas do pinhão-manso.
- **Controle vegetativo:** foi realizada poda manual dos galhos de pinhão-manso para facilitar a passagem de trator e roçadeira, bem como roçada mecânica da vegetação nas entrelinhas.

- **Controle fitossanitário:** foram realizados os controles de plantas daninhas, nas linhas de pinhão-mansão, com herbicidas específicos, além da aplicação de inseticidas para controle de insetos-praga e fungicidas para o controle de doenças.
- **Colheita e beneficiamento:** a colheita foi realizada manualmente. A secagem do produto colhido foi realizado em terreiro de cimento para secar os grãos verdes e padronizar o teor de umidades dos grãos. A debulha foi realizada com debulhador mecânico e a limpeza dos grãos feita, manualmente, utilizando-se uma peneira.

## Análise dos custos

O custo total de implantação da cultura do pinhão-mansão é de R\$ 4.858,93. Considerando-se apenas o valor gasto pelo produtor com insumos, operações mecânicas e manuais, assistência técnica e administração, na condução da atividade, foram desembolsados R\$ 4.181,28, o que corresponde a 86,05% do custo total.

O custo operacional, no qual é considerada a soma dos gastos nas diversas etapas do processo produtivo e a depreciação, atingiu 87,83% do custo total (R\$ 4.267,88). A diferença entre o custo total e o operacional refere-se aos custos de oportunidade (Tabela 1).

Na etapa do preparo do solo (R\$ 763,47), o componente que gerou o maior impacto no custo foi a aplicação de gesso e calcário, o que corresponde a 7,63% (Tabela 1).

O plantio tem forte impacto no custo de implantação da cultura do pinhão-mansão, atingindo 38,47%. Desses, os gastos com as mudas chega a 20,07% do custo total, o que corresponde ao maior valor na implantação da cultura. Os gastos com fertilizantes são menores, atingindo 9,73% dos custos (Tabela 1).

Na fase dos tratos culturais, destaca-se o controle vegetativo das plantas daninhas. Nesse item, o coroamento (capinas realizadas no entorno das plantas de pinhão-mansão para controle de ervas daninhas) é uma atividade manual, exigindo grande dispêndio com mão de obra, o que corresponde a 11,59% do custo total. Na fase de implantação da cultura, o controle fitossanitário tem pouca representatividade (3,88%) no custo de produção (Tabela 1).

A colheita, quando realizada manualmente, é exigente em mão de obra, mesmo no primeiro ano de produção, atingindo 4,76% do custo. Conforme a planta de pinhão-mansão

adquire a maturidade, a produção tende a crescer e, conseqüentemente, há aumento da exigência de mão de obra para a colheita (Tabela 1).

As operações de pós-colheita exigem disponibilidade de tempo da mão de obra a fim de controlar a secagem dos grãos e até que eles atinjam o ponto de debulha. A secagem em terreiro cimentado absorve 5,15% dos custos (Tabela 1).

Os dispêndios com o item relacionado a outros custos, que envolve os gastos com assistência técnica administrativa, atingiu 3,30% dos custos (Tabela 1).

A remuneração dos fatores de produção, aqui entendida como custo de oportunidade, caracteriza-se por não ser desembolsável. Corresponde à oportunidade que o produtor, ao planejar sua atividade, tem para decidir por arrendar sua área de lavoura ou optar por uma alternativa mais atraente. Seu custo atingiu R\$ 591,05 por hectare, o que representa 12,17% do total (Tabela 1).

A depreciação, de acordo com Nogueira (2004), tem como função contabilizar as perdas reais de valores dos bens disponíveis para a produção, sem esquecer sua finalidade, que é o de reserva de capital para a renovação. Seu impacto no custo de produção foi de 1,78% (Tabela 1). A fase de implantação da cultura do pinhão manso é muito exigente no que se refere à mão de obra, correspondendo a R\$ 1.568,38, ou seja, 32,28% dos custos são gastos com atividades manuais (Tabela 1).

**Tabela 1.** Custo de produção da cultura do pinhão-manso, por etapa do processo produtivo, na Fazenda Paraíso, em Dourados, MS.

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Participação (%)
<b>Preparo do solo</b>				<b>763,47</b>	<b>15,71</b>
Destruição mecânica do cupinzeiro	hm	1,00	41,68	41,68	0,86
Cupinicida	L	0,50	25,00	12,50	0,26
Aplicação manual de cupinicida	dh	1,00	62,56	62,56	1,29
Formicida	kg	5,00	20,00	100,00	2,06

Continua...



**Tabela 1.** Continuação

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Participação (%)
Aplicação manual de formicida	dh	0,50	62,56	31,28	0,64
Calcário	t	2,00	90,00	180,00	3,70
Gesso	t	1,50	116,43	174,65	3,59
Distribuição mecânica de corretivos	hm	0,50	33,32	16,66	0,34
Gradagens	hm	1,20	41,68	50,02	1,03
Subsolagem	hm	1,00	41,68	41,68	0,86
Herbicida dessecante	L	3,50	11,65	40,78	0,84
Espalhante adesivo	L	0,20	9,00	1,80	0,04
Aplicação mecânica de herbicida	hm	0,30	32,87	9,86	0,20
<b>Plantio</b>				<b>1.869,06</b>	<b>38,47</b>
Fertilizante	t	0,35	1.351,00	472,85	9,73
Sulcamento e adubação	hm	1,10	41,68	45,85	0,94
Mudas	un	1.625,00	0,60	975,00	20,07
Plantio e replantio de mudas	dh	6,00	62,56	375,36	7,73
<b>Tratos culturais</b>				<b>797,25</b>	<b>16,41</b>
<b>Controle vegetativo</b>				<b>608,93</b>	<b>12,43</b>
Coroamento	dh	9,00	62,56	563,04	11,59
Roçada mecânica	hm	1,40	32,78	45,89	0,94
<b>Controle fitossanitário</b>				<b>188,32</b>	<b>3,88</b>
Herbicida 1	L	0,50	54,57	27,29	0,56
Aplicação mecânica de herbicida	hm	0,30	32,87	9,86	0,20

Continua...

**Tabela 1.** Continuação

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Participação (%)
Herbicida 2	L	1,20	11,65	13,98	0,29
Aplicação manual de herbicida	dh	0,44	62,56	27,53	0,57
Fungicida	L	0,30	107,21	32,16	0,66
Aplicação mecânica de fungicida	hm	0,30	32,94	9,88	0,20
Inseticida 1	L	0,28	27,00	7,56	0,16
Inseticida 2	L	0,20	111,50	22,30	0,46
Espalhante adesivo	L	2,00	9,00	18,00	0,37
Aplicação mecânica de inseticida	hm	0,60	32,94	19,76	0,41
<b>Colheita</b>				<b>271,47</b>	<b>5,59</b>
Colheita manual	dh	3,70	62,56	231,47	4,76
Vasilhame	un	1,00	10,00	10,00	0,21
Sacaria	un	6,00	5,00	30,00	0,62
<b>Pós-colheita</b>				<b>319,21</b>	<b>6,57</b>
Secagem	dh	4,00	62,56	250,24	5,15
Debulha mecânica	hm	0,33	32,71	10,79	0,22
Debulha manual	dh	0,90	62,56	56,30	1,16
Abanação	dh	0,03	62,56	1,88	0,04
<b>Outros</b>				<b>160,82</b>	<b>3,30</b>
Assistência técnica	%	2,00	4.020,46	80,41	1,65
Administração	%	2,00	4.020,46	80,41	1,65
<b>Depreciação</b>				<b>86,60</b>	<b>1,78</b>
Depreciação do capital	R\$	1,00	86,60	86,60	1,78

Continua...

**Tabela 1.** Continuação

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Participação (%)
<b>Custo operacional</b>				<b>4.267,88</b>	<b>87,83</b>
<b>Remuneração dos fatores</b>				<b>591,05</b>	<b>12,17</b>
Remuneração da terra	R\$	10,00	47,50	475,00	9,78
Remuneração do custeio	R\$	1,00	41,81	41,81	0,86
Remuneração do capital	R\$	1,00	74,24	74,24	1,53
<b>Total</b>				<b>4.858,93</b>	<b>100,00</b>
<b>Desembolso</b>	R\$			<b>4.181,28</b>	<b>86,05</b>

No segundo ano, o custo total foi 32,44% menor que no primeiro, atingindo R\$ 3.282,38. O desembolso foi de R\$ 2.562,44, correspondendo a 78,06% do custo total, enquanto o custo operacional atingiu 81,55% do custo total, somando R\$ 2.677,22 (Tabela 2).

Na fase de manutenção e condução, o componente adubação e calagem atingiu R\$ 803,68, correspondendo a 24,48% do custo total. Por sua vez, o controle vegetativo (R\$ 114,73) representou 3,49%, enquanto o controle fitossanitário (R\$ 438,87) atingiu 13,37%. As fases de colheita e pós-colheita, juntas, representaram R\$ 1.106,60, correspondendo a 33,71% do custo total. Esses itens destacaram-se pela elevada utilização de mão de obra, que chegou a atingir 29,05% do custo (Tabela 2).

Os itens relacionados a outros custos, remuneração dos fatores de produção e depreciação totalizaram R\$ 818,95, representando 24,95% do total (Tabela 2).

A partir do terceiro ano, os custos de produção voltaram a subir. O custo total, no terceiro ano, no valor de R\$ 3.784,09, foi 15,27% maior que o do segundo ano. O custo operacional atingiu 83,78% do custo total, somando R\$ 3.170,35, enquanto o desembolso totalizou R\$ 3.040,45, correspondendo a 80,61% do custo total (Tabela 2).

Neste ano, foram acrescentadas as operações de calagem (R\$ 188,33) e poda manual (R\$ 31,28). Houve pequeno aumento de mão de obra para as fases de colheita e pós-colheita do pinhão-manso (Tabela 2).

O gasto total com mão de obra, no terceiro ano, foi de R\$ 1.187,39, correspondendo a 31,38% do custo total. Desse montante, 90,41% foram utilizados nas fases de colheita e pós-colheita (Tabela 2).

No quarto ano, o custo total foi 9,31% maior que no terceiro ano, atingindo R\$ 4.136,54. O desembolso atingiu R\$ 3.397,54, correspondendo a 82,14% do custo total, enquanto o custo operacional totalizou R\$ 3.520,31, atingindo 85,10% do total.

Da mesma forma que nos anos anteriores, o custo com mão de obra foi o item mais impactante, atingindo R\$ 1.869,29, dos quais 95,58% foram destinados às operações de colheita e pós-colheita (Tabela 2). A elevação do custo com mão de obra foi consequência da elevação da produtividade da cultura, o que exigiu maior dedicação de tempo para as atividades de colheita e pós-colheita (Tabela 2).

**Tabela 2.** Custo de produção da cultura do pinhão-manso, por etapa do processo produtivo, na Fazenda Paraíso, em Dourados, MS.

Componentes do custo	Unidade	Valor unitário (R\$)	Ano 2		Ano 3		Ano 4	
			Quantidade	Valor total (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Quantidade	Valor total (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Quantidade	Valor total (R\$ ha <sup>-1</sup> )
<b>Manutenção e condução</b>				<b>1.357,28</b>		<b>1.576,89</b>		<b>1.357,28</b>
<b>Adubação e calagem</b>				<b>803,68</b>		<b>992,01</b>		<b>803,68</b>
Calcário dolomítico	t	90,00			2,00	180,00		
Aplicação mecânica de calcário	hm	33,32			0,25	8,33		
Fertilizante 1	t	1.351,00	0,40	540,40	0,40	540,40	0,40	540,40
Fertilizante 2	t	1.650,00	0,10	165,00	0,10	165,00	0,10	165,00
Adubação mecânica	hm	32,76	3,00	98,28	3,00	98,28	3,00	98,28

Continua...

Tabela 2. Continuação

Componentes do custo	Unidade	Valor unitário (R\$)	Ano 2		Ano 3		Ano 4	
			Quantidade	Valor total (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Quantidade	Valor total (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Quantidade	Valor total (R\$ ha <sup>-1</sup> )
<b>Controle vegetativo</b>				<b>114,73</b>		<b>146,01</b>		<b>114,73</b>
Poda manual	dh	62,56			0,50	31,28		
Roçada mecânica	hm	32,78	3,50	114,73	3,50	114,73	3,50	114,73
<b>Controle fitossanitário</b>				<b>438,87</b>		<b>438,87</b>		<b>438,87</b>
Herbicida	L	11,65	3,60	41,94	3,60	41,94	3,60	41,94
Aplicação manual de herbicidas	dh	62,56	1,32	82,58	1,32	82,58	1,32	82,58
Fungicida 1	L	34,20	2,40	82,08	2,40	82,08	2,40	82,08
Fungicida 2	L	107,21	0,60	64,33	0,60	64,33	0,60	64,33
Aplicação mecânica de fungicida	hm	32,94	1,20	39,53	1,20	39,53	1,20	39,53
Inseticida 1	L	27,00	0,84	22,68	0,84	22,68	0,84	22,68
Inseticida 2	L	111,50	0,40	44,60	0,40	44,60	0,40	44,60
Espalhante adesivo	L	9,00	2,40	21,60	2,40	21,60	2,40	21,60
Aplicação mecânica de inseticida	hm	32,94	1,20	39,53	1,20	39,53	1,20	39,53
<b>Colheita</b>				<b>630,50</b>		<b>710,58</b>		<b>890,75</b>
Colheita manual	dh	62,56	8,32	520,50	9,60	600,58	12,48	780,75
Vasilhame	un	10,00	5,00	50,00	5,00	50,00	5,00	50,00
Sacaria	un	6,00	10,00	60,00	10,00	60,00	10,00	60,00

Continua...

Tabela 2. Continuação

Componentes do custo	Unidade	Valor unitário (R\$)	Ano 2		Ano 3		Ano 4	
			Quantidade	Valor total (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Quantidade	Valor total (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Quantidade	Valor total (R\$ ha <sup>-1</sup> )
<b>Pós-colheita</b>				<b>476,10</b>		<b>645,66</b>		<b>1.019,04</b>
Secagem	dh	62,56	3,20	200,19	3,20	200,19	3,20	200,19
Debulha mecânica	hm	32,71	1,32	43,18	5,28	172,71	0,40	13,08
Debulha manual	dh	62,56	3,60	225,22	4,00	250,24	12,48	780,75
Abanação	dh	62,56	0,12	7,51	0,36	22,52	0,40	25,02
<b>Outros</b>				<b>99,80</b>		<b>117,32</b>		<b>131,94</b>
Assistência técnica	%	2,00	2.495,16	49,90	2.933,13	58,66	3.298,35	65,97
Administração	%	2,00	2.495,16	49,90	2.933,13	58,66	3.298,35	65,97
<b>Depreciação</b>				<b>114,78</b>		<b>119,90</b>		<b>122,56</b>
Depreciação do capital	R\$	1,00	1,00	114,78	1,00	119,90	1,00	122,56
<b>Custo operacional</b>				<b>2.677,22</b>		<b>3.170,35</b>		<b>3.520,31</b>
<b>Remuneração dos fatores</b>				<b>605,61</b>		<b>613,74</b>		<b>616,23</b>
Remuneração da terra	R\$	1,00	1,00	475,00	1,00	475,00	1,00	475,00
Remuneração do custeio	R\$	1,00	1,00	24,81	1,00	29,36	1,00	33,16
Remuneração do capital	R\$	1,00	1,00	105,80	1,00	109,38	1,00	108,07
<b>Total</b>				<b>3.282,83</b>		<b>3.784,09</b>		<b>4.136,54</b>
<b>Desembolso</b>	R\$			<b>2.562,44</b>		<b>3.050,45</b>		<b>3.397,75</b>
<b>Relação desembolso x custo total</b>	%			<b>78,06</b>		<b>80,61</b>		<b>82,14</b>

## Análise dos indicadores de eficiência econômica

De acordo com dados da Tabela 3, a receita bruta obtida, por hectare, com o pinhão-manso, nos 4 anos estudados, é inferior aos custos de produção. A receita foi obtida multiplicando-se a produtividade por hectare, medida em quilogramas, pelo preço estimado de mercado. Nesta análise, considerou-se o preço médio de mercado de R\$ 0,50 por quilograma. De acordo com diversos autores, a produtividade do pinhão-manso seria estabilizada a partir do terceiro ano de cultivo e atingiria quantidades elevadas. No entanto, isso não ocorreu na área do estudo. A produtividade obtida no primeiro ano ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) foi baixíssima. Nos anos subsequentes, houve pequena elevação da produtividade, que chegou a  $37,50 \text{ kg ha}^{-1}$  no segundo ano;  $115 \text{ kg ha}^{-1}$  no terceiro ano; e  $225 \text{ kg ha}^{-1}$  no quarto ano. Dessa forma, a renda líquida, obtida pela subtração entre receita e custo total, foi negativa em todo o período analisado. Esse resultado indica que o pinhão-manso, cultivado nas condições da Fazenda Paraíso, é inviável economicamente, por causa das baixas produtividades obtidas nos anos iniciais.

**Tabela 3.** Indicadores de eficiência econômica da cultura do pinhão-manso, na Fazenda Paraíso, em Dourados, MS.

Indicador	Unidade	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano
Produtividade	$\text{kg ha}^{-1}$	60,00	75,00	230,00	450,00
Receitas	$\text{R\$ ha}^{-1}$	30,00	37,50	115,00	225,00
Custo total	$\text{R\$ ha}^{-1}$	4.858,93	3.282,83	3.784,09	4.136,54
Renda líquida	$\text{R\$ ha}^{-1}$	-4.828,93	-3.245,33	-3.669,09	-3.911,54
Ponto de nivelamento	$\text{kg ha}^{-1}$	9.717,90	6.565,70	7.568,20	8.273,10
Taxa de retorno	%	-99,38	-98,86	-96,96	-94,56
Produtividade total dos fatores		0,0062	0,0114	0,0304	0,0544

Considerando-se o preço de mercado (R\$ 0,50 por quilograma) utilizado neste estudo, o ponto de nivelamento, entendido como a quantidade de produto necessária para pagar o custo de produção, no primeiro ano foi de  $9.717,9 \text{ kg ha}^{-1}$ ; no segundo ano de  $6.565,7 \text{ kg ha}^{-1}$ ; no terceiro ano de  $7.568,2 \text{ kg ha}^{-1}$ ; e no quarto ano de  $8.273,1 \text{ kg ha}^{-1}$  (Tabela 3).

A taxa de retorno, que consiste na relação renda líquida-custo total, também foi negativa nos quatro anos estudados, variando de -99,38% a -94,56%. Isso significa que, para

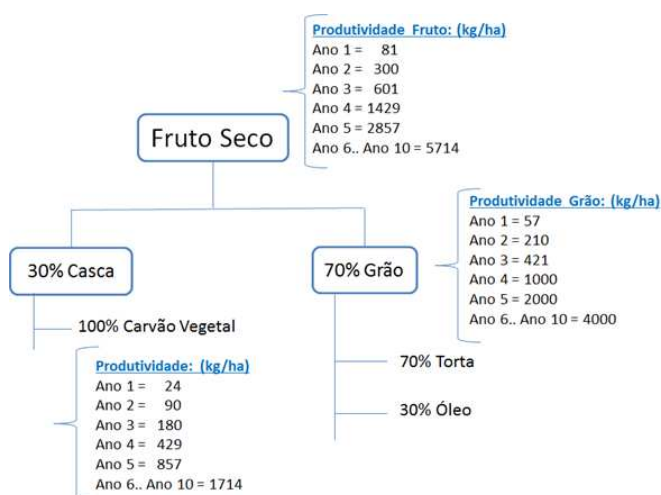
cada R\$ 1,00 gasto na cultura do pinhão-manso, o retorno financeiro foi negativo, variando entre R\$ -0,99 e R\$ -0,94 (Tabela 3).

A produtividade total dos fatores (eficiência) foi obtida pela divisão entre as receitas e o valor dos custos (Guiducci et al., 2012). Assim, os índices de eficiência variaram entre 0,0062 e 0,0544, indicando que a produção de pinhão-manso, na Fazenda Paraíso, foi ineficiente. Salienta-se que essa relação é alterada de acordo com as flutuações do preço de mercado do produto (Tabela 3).

## Segundo estudo: Fazenda Tiracanga/Brasil Ecoenergia, Piracuruca, PI

O estudo teve uma finalidade mais prospectiva no que diz respeito à viabilidade futura, considerando toda a cadeia produtiva do pinhão-manso, a despeito de a situação atual da cultura (ausência de cultivar padronizada, sistema de produção consolidado, frutificação não uniforme e não aproveitamento dos resíduos e coprodutos) indicar a sua inviabilidade econômica.

Foram considerados os valores das vendas do óleo, da torta e da casca para energia, como também a inserção da cultura no mercado de crédito de carbono. A produtividade, baseada em genótipos superiores, medida em quantidade grãos por hectare, foi baixa no primeiro ano. No entanto, a partir do segundo ano ocorreu um incremento acentuado na



**Figura 2.** Produtividade projetada do pinhão-manso na Fazenda Tiracanga, em Piracuruca, PI.



quantidade de grãos por hectare. O acompanhamento em campo foi realizado até o quinto ano. A partir do sexto ano, foi utilizada a produtividade média do melhor genótipo nos bancos de germoplasmas da Embrapa Cerrados e da Embrapa Rondônia. Os critérios para os cálculos dos custos de produção do pinhão-mansão na Fazenda Tiracanga, localizada em Piracuruca, PI, são apresentados na Figura 2.

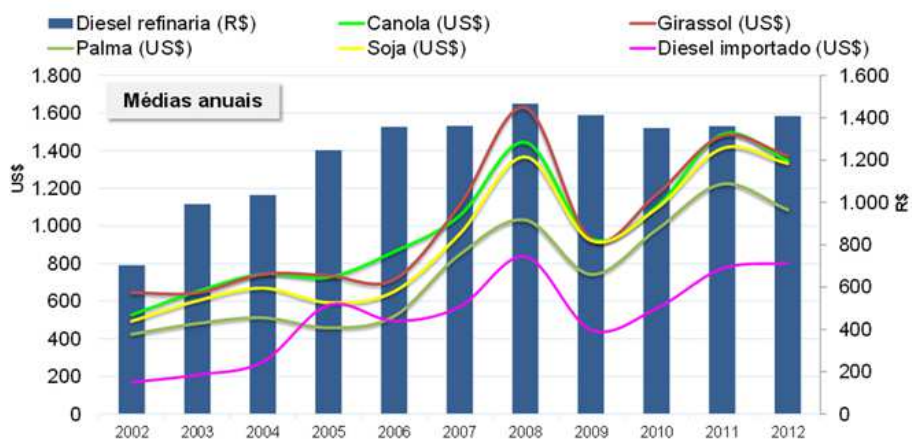
## Estudo de mercado para a cadeia produtiva do pinhão-mansão

O mercado de biocombustíveis de pinhão-mansão leva em consideração dois produtos principais: o biodiesel e o bioquerosene de aviação. No curto prazo, a principal força propulsora do crescimento da demanda por esses produtos será a pressão social pela substituição dos combustíveis fósseis. Além disso, no mercado brasileiro, existe a necessidade de óleos de qualidade e, com isso, de busca por matérias-primas convencionais que atendam às crescentes demandas nacionais e globais em bioenergia. Entre as espécies potenciais, o pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) é uma das alternativas de interesse.

O mercado de óleos vegetais vem crescendo a uma taxa de 3,7% ao ano (Romano, 2011), e o volume produzido no mundo é muito grande quando se considera apenas o consumo de alimentos. No entanto, quando se compara o consumo de óleos vegetais com o consumo de petróleo, percebe-se que, para atender ao mercado de biocombustíveis, esse volume é pouco expressivo. A produção mundial de óleos vegetais corresponde somente a 5% do consumo de petróleo, e ainda se deve considerar que grande parte desse óleo continuará sendo consumida como alimento de forma que apenas um pequeno excedente está disponível para o mercado energético. Os três principais óleos produzidos mundialmente são a soja, a palma e a canola, os quais correspondem a mais de 2/3 do total produzido. A Figura 3 mostra os valores médios praticados para os principais óleos comercializados nos mercados mundiais.

Neste contexto, o óleo de pinhão-mansão será mais uma alternativa a ser disponibilizada no mercado de biodiesel, e seu preço deverá ser competitivo em relação aos óleos de soja e de algodão.

Outro produto potencial da cadeia produtiva do pinhão-mansão é a glicerina, a qual pode ser comercializada de forma bruta ou purificada. Em 2013, o País exportou 180,6 mil toneladas de glicerina, o que correspondeu a 7% a mais que em 2012 (Tabela 4).



**Figura 3.** Principais óleos comercializados no mundo.

Fonte: Adaptado de Oil World (2014).

**Tabela 4.** Exportações de glicerina pelo Brasil.

Ano	Valor (US\$)	Volume (t)	Preço (US\$ t <sup>-1</sup> )
2007	1.648	5.434	303,26
2008	11.873	33.866	350,60
2009	12.073	101.167	119,34
2010	22.812	141.484	161,23
2011	41.901	155.941	268,70
2012	46.181	168.712	273,73
2013	65.926	180.649	364,94

Fonte: Brasil (2014).

No mercado de nutrição animal, a torta resultante da extração do óleo das sementes de pinhão-mansão constitui excelente adubo orgânico, rico em nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Além disso, a torta de pinhão-mansão é rica em proteínas (de 46% a 63%, dependendo do método de extração do óleo), e poderá ser usada como suplemento proteico altamente nutritivo em dietas de ruminantes e monogástricos. As pesquisas para destoxificação da torta das cultivares tóxicas do pinhão-mansão estão em estágio avançado. A presença de compostos bioativos tóxicos, alergênicos e antinutricionais ainda restringe o uso da torta para nutrição animal, sendo os ésteres de forbol (EF) os principais componentes tóxicos.

O mercado de biodiesel cresce por causa do diesel mineral e dos marcos regulatórios. Em 2015, no Brasil, a mistura era de 7% do biodiesel no óleo diesel (B7), e pode chegar a 20% nos próximos 10 anos, conforme a evolução de novos marcos regulatórios (B10 e B20). Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (Empresa de Pesquisa Energética, 2014), a projeção da demanda de óleo diesel para transporte deriva do uso de veículos rodoviários pesados (ônibus e caminhão), de veículos comerciais leves e dos modais aquaviário (embarcações nacionais) e ferroviário. Para o modal rodoviário, que concentra a maior demanda de diesel do transporte, foram estabelecidas metodologias específicas por tipo de veículo (*bottom-up*). Em linhas gerais, são projetadas variáveis-chaves, como frota, consumo específico (L/km), quilometragem média anual e fator de ocupação. No caso da projeção de frota, foram elaboradas curvas de sucateamento para ônibus e caminhões, bem como para veículos comerciais leves.

A demanda por bioquerosene de aviação vai variar conforme o querosene de aviação (QAV). Conforme a Empresa de Pesquisa Energética (2014), a demanda de QAV é estimada com base no cálculo da demanda total potencial de QAV, descontados os potenciais ganhos de eficiência no transporte aeroviário. A projeção da demanda total potencial de QAV no Brasil (incluindo aeronaves estrangeiras) é elaborada a partir de uma correlação com o PIB brasileiro, considerando também fatores exógenos, em períodos determinados (Tabela 5).

**Tabela 5.** Projeção da demanda de querosene de aviação.

Ano	Norte	Nordeste	Sul	Sudeste	Centro-Oeste	Brasil
Milhões de litros						
2013	409	1.113	496	2.105	616	4.739
2017	480	1.413	639	2.465	748	5.745
2022	598	1.944	897	3.066	972	7.478
Período	Variação no período (mil m <sup>3</sup> )					
2013-2022	202	890	428	1.024	381	2.926
Período	Variação (% a.a.)					
2013-2017	3,9	6,0	6,4	3,8	4,8	4,8
2018-2022	4,5	6,6	7,0	4,5	5,4	5,4
2013-2022	4,2	6,3	6,7	4,1	5,1	5,1

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2014).

Outro aspecto do mercado de BioQAV, o qual poderá favorecer a cultura do pinhão-manso, é a existência de metas do setor de transporte aéreo estabelecidos pela Associação Internacional de Transportes Aéreos(Iata): melhorar a eficiência de combustível de 1,5% até 2020, limitar as emissões da indústria a partir de 2020 e reduzir em 50% as emissões da indústria até 2050, tendo como linha de base 2005.

## Competição dos produtos da cadeia produtiva do pinhão-manso

Por meio do Programa Brasileiro de Produção do Biodiesel (PNPB), o governo brasileiro promoveu o biodiesel a fim de fomentar o desenvolvimento regional, reduzir as desigualdades sociais, gerar emprego e renda no campo e reduzir a necessidade de divisas para importação de diesel. Atualmente, o biodiesel pode ser produzido a partir de diversos tipos de óleos vegetais (soja, canola, girassol, mamona, pinhão-manso, algodão, dendê,

etc.), gordura animal e também de óleo de fritura. Conforme a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP)<sup>1</sup>, em 2014, o óleo de soja representou 74% da produção de biodiesel; a gordura animal, 20%; o óleo de algodão, 2%; e óleo de fritura, 1%.

Avaliando a competição por fontes de matéria-prima no Brasil, verifica-se que existe grande oportunidade de inserção do óleo de pinhão-mansão na produção de biodiesel, principalmente em regiões como o Nordeste brasileiro, onde quase toda a soja utilizada é trazida de outras regiões. No Sudeste, também existem grandes possibilidades de diversificação de matérias-primas. Pela Tabela 6, segundo informações divulgadas em março de 2014 pela ANP, pode-se observar a distribuição geográfica de uso de fontes para biodiesel.

**Tabela 6.** Distribuição geográfica e fonte de matérias-primas do biodiesel (março de 2014).

Matéria-prima	Região				
	Norte (%)	Nordeste (%)	Centro-Oeste (%)	Sudeste (%)	Sul (%)
Óleo de soja	64,61	67,17	87,81	42,86	64,86
Gordura bovina	24,96	12,60	8,98	52,26	31,77
Óleo de algodão		20,12	1,32	1,89	
Outros materiais graxos	10,43		0,74	0,62	0,83
Óleo de fritura usado		0,11	1,08	2,37	0,50
Gordura de porco			0,07		1,94
Gordura de frango					0,10

Fonte: Agência Nacional do Petróleo (2014).

No mercado de óleos virgens para bioenergia, os concorrentes diretos do pinhão-mansão são o óleo de soja, a palma, o algodão, o girassol e a canola (colza). No entanto, o pinhão-mansão tem a vantagem da não concorrência com a segurança alimentar. Além disso, alguns tipos de óleos possuem preços bem superiores, por serem considerados nobres, a exemplo do óleo de canola e de girassol.

<sup>1</sup> Disponível em: <[www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br)>.

No mercado de péletes/carvão vegetal, a casca dura e lenhosa do pinhão-manso (pericarpo) não concorre diretamente com outros resíduos que são peletizáveis, a exemplo do bagaço de cana e do cavaco de eucalipto, pois podem ser utilizados de forma conjunta. Quanto à glicerina, a concorrência é alta no que diz respeito à produção de bioprodutos. Porém, trata-se de um resíduo da produção do biodiesel e que sempre terá mercado cativo, pois é matéria-prima para uma série de produtos, incluindo na química fina.

## **Roadmap da cadeia produtiva do pinhão-manso**

Na Fazenda Tiracanga, foi realizada uma série de estudos relacionados ao futuro da cultura e às tecnologias envolvidas para viabilizá-los. Conforme Coutinho e Bomtempo (2011), o estudo de *roadmap* tecnológico é uma ferramenta que pode ser usada para avaliar a viabilidade de matérias-primas renováveis quando se procura integrar os aspectos relevantes do negócio (mercados, produtos, tecnologias e recursos) à dimensão tempo. Segundo os autores, um *roadmap* aplicado às matérias-primas renováveis pode ser visto como um exercício inicial, cujo resultado é aberto às discussões e contribuições dentro da empresa e no ambiente externo dos grupos de interesse. A Tabela 7 apresenta um *roadmap* em que as necessidades de mercado no curto, médio e longo prazos foram alinhadas com as necessidades de produtos para atendê-las, bem como os recursos e as competências que serão exigidas para os desafios propostos.

Nos próximos anos, o grande atrativo da viabilidade econômica, ambiental e social da cultura do pinhão-manso será um mercado crescente de biodiesel, com marcos regulatórios previsíveis, bem como a alta demanda prevista para o bioquerosene de aviação e para o aproveitamento de seus coprodutos, como a torta e a glicerina (a partir de 2025). Por sua vez, existem grandes desafios para o desenvolvimento de uma cultivar padronizada e um sistema de produção consolidado no médio prazo (a partir de 2020).

**Tabela 7.** Roadmap da cadeia produtiva do pinhão-manso.

	Curto prazo (2020)	Médio prazo (2025)	Longo prazo (2030)
<b>Demanda de mercado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B10 de biodiesel</li> <li>• Demandas de energia</li> <li>• Demandas de adubação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B15 de biodiesel</li> <li>• Bioquerosene de aviação em pequena escala</li> <li>• Química fina a partir do óleo</li> <li>• Nutrição animal restrita</li> <li>• Energia</li> <li>• Adubação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B20 de biodiesel</li> <li>• Bioquerosene de aviação em larga escala</li> <li>• Química fina em larga escala (oleoquímica e glicerolquímica)</li> <li>• Nutrição animal em larga escala</li> <li>• Energia</li> <li>• Adubação</li> </ul>
<b>Produtos/ Tecnologias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óleo de pinhão-manso</li> <li>• Torta para adubação</li> <li>• Briquetes/péletes</li> <li>• Carvão vegetal</li> <li>• Genótipos de melhores desempenhos</li> <li>• Transesterificação</li> <li>• Extração do óleo</li> <li>• Melhoramento genético</li> <li>• Sistema de produção dos melhores Genótipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultivar padronizada</li> <li>• Sistema de produção consolidado</li> <li>• Óleo de pinhão-manso</li> <li>• Torta para adubação</li> <li>• Briquetes/péletes</li> <li>• Carvão vegetal</li> <li>• Biorrefinaria (processos termoquímicos e hidrotreatamento)</li> <li>• Biotecnologia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óleo de pinhão-manso</li> <li>• Torta para adubação</li> <li>• Briquetes/péletes</li> <li>• Carvão vegetal</li> <li>• Biorrefinaria – processos termoquímicos (gaseificação, pirólise e hidrotreatamento)</li> <li>• Biologia sintética</li> <li>• Tecnologias para gliceroquímica e oleoquímica de pinhão-manso</li> </ul>
<b>Recursos/ Competências</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Banco Ativo de Germoplasma (BAG)</li> <li>• Pesquisadores e analistas em agronomia, biologia e economia do pinhão-manso</li> <li>• Laboratórios da Embrapa</li> <li>• Projeto de melhoramento e manejo do pinhão-manso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BAG</li> <li>• Pesquisadores e analistas em agronomia, biologia e economia do pinhão-manso</li> <li>• Laboratórios da Embrapa e outros Institutos de Ciência e Tecnologia</li> <li>• Projetos de biotecnologia</li> <li>• Planta-piloto de biodiesel e bioquerosene de pinhão-manso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BAG</li> <li>• Pesquisadores e analistas em agronomia, biologia e economia do pinhão-manso</li> <li>• Laboratórios da Embrapa e outras ICTs</li> <li>• Projeto de biorrefinaria do pinhão-manso</li> </ul>

## **Estratégia de precificação dos produtos e dos coprodutos do pinhão-mansão**

Na Fazenda Tiraçanga, o litro do óleo de pinhão-mansão foi vendido para o exterior (Colômbia) por R\$ 2,30. Discutiu-se, durante os estudos na localidade, qual seria o preço justo e competitivo para os produtos do pinhão-mansão. Nesse aspecto, uma análise da precificação dos produtos da cadeia mostrou-se necessária. A precificação do óleo do pinhão-mansão poderá ser equiparada às cotações do óleo de soja. Para efeito de comparação, a Associação Brasileira de Óleos Vegetais (Abiove) apresenta, mensalmente, os dados históricos do preço do óleo de soja e seus respectivos produtos e coprodutos.

Por seu valor relacionado à fertilidade do solo, a torta de pinhão-mansão para adubação poderá ser vendida a preços equivalentes à torta do algodão, como também equiparada ao farelo de soja. Já os valores do biodiesel seguem de perto a evolução dos preços do óleo de soja, o qual representa 80% do seu custo. A ANP realiza, desde 2005, os leilões de biodiesel em que são estabelecidos os preços do litro. Nos leilões, refinarias compram o biodiesel para misturá-lo ao diesel derivado do petróleo. Quanto à glicerina, os preços seguirão os estabelecidos no mercado internacional (cotados, em 2014, a US\$ 350,00 por tonelada).

## **Viabilidade econômica, ambiental e social da cadeia produtiva do pinhão-mansão**

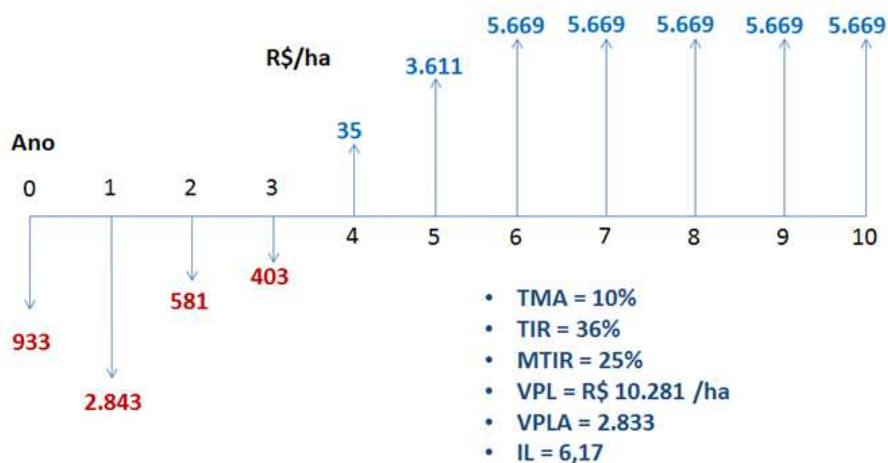
Os estudos foram realizados na Fazenda Tiraçanga por meio de simulações baseadas no mercado e nos experimentos da Embrapa.

### **Estudos econômicos**

Na Fazenda Tiraçanga, no Piauí, o custo de produção por hectare variou de R\$ 2.968,17 no primeiro ano (por causa da implantação da cultura) a R\$ 848,77 no quinto ano. A partir do sexto ano, os valores foram extrapolados até o décimo ano para o cálculo de retorno do investimento. Considerou-se o custo de extração em 20% sobre o total dos custos agrícolas. Nota-se que os valores são bem inferiores aos de Mato Grosso do Sul.



A receita foi obtida apenas no quinto ano, com a venda do óleo (para a Colômbia) que estava armazenado desde o segundo ano ao preço de R\$ 2,30 por litro. O valor da torta (base de 70% do grão) foi de R\$ 500,00 por tonelada, considerando o custo de oportunidade do adubo aplicado na lavoura. A rentabilidade projetada acumulada foi positiva no final do sexto ano, por causa do aumento de produtividade.



**Figura 4.** Fluxo de caixa projetado na Fazenda Tiracanga e na empresa Brasil Ecoenergia.

A partir do 6º ano, a rentabilidade evoluiu de um prejuízo de R\$ 2.848,71 por hectare para um lucro de R\$ 5.613,94 por hectare, com acumulado de R\$ 27.610,43. O critério adotado foi a coleta de valores reais de custos e de receita até o quinto ano. A partir do sexto ano, os valores foram estimados, considerando-se os ganhos de produtividade e também os valores de custos no quinto ano.

Os valores da receita do mercado de carbono consideraram uma captura de CO<sub>2</sub> equivalente a 1.450 kg, por hectare, e um valor médio de US\$ 6,00 no mercado voluntário por cada crédito (1.000 toneladas de CO<sub>2</sub>), conforme padrão do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

O fluxo de caixa projetado considerou 10 anos de lavoura, bem como a venda do óleo e dos demais coprodutos de forma anual. A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) considerada foi de 10%, equivalente à taxa Selic no final de 2013. Obteve-se uma Taxa Interna

de Retorno Modificada (MTIR) de 25%, bem acima das taxas de mercado. O valor anual de retorno para o produtor, por hectare (medido pelo Valor Presente Líquido Atualizado – VPLa), foi de R\$ 2.833,34. Outro indicador importante foi o Índice de Lucratividade (IL), que indicou que o produtor receberá R\$ 6,17 para cada R\$ 1,00 investido na lavoura de pinhão-manso. O *payback* descontado indicou que o retorno do investimento será obtido por volta do sexto ano da lavoura. É importante ressaltar que os números não levaram em conta um consórcio com culturas anuais, o que pode abreviar esse período.

O fluxo de caixa é negativo nos três primeiros anos, em razão do investimento inicial relativo à aquisição da propriedade e das instalações para o plantio do pinhão-manso. A rentabilidade é negativa por causa da ausência de receita com a comercialização do óleo. A partir do quarto ano, o fluxo torna-se positivo com o custo de oportunidade da torta, do carvão vegetal e com a receita da venda do óleo (Figura 4).

No estudo realizado (considerando os custos indicados pela equipe da Universidade Federal de Viçosa – UFV), o óleo do pinhão-manso foi vendido para o exterior a R\$ 2,30 por litro. Esse valor pode variar principalmente se comparado com o valor do litro do óleo de soja utilizado para biodiesel, que oscila em torno de R\$ 3,00. A partir de variações da receita total, provocadas por variações no nível dos preços do óleo, os resultados da rentabilidade do produtor também poderão sofrer variações. Conforme a Metodologia da Embrapa para Avaliação de Investimentos em Lavoura, a fim de verificar em que nível de preços ou em que nível de produtividade um determinado investimento é viável, propõe-se a análise de sensibilidade, conforme a Tabela 8.

**Tabela 8.** Análise de sensibilidade com base nas variações dos preços e das quantidades produzidas de pinhão-manso.

Indicador	Variações nos níveis de preços do óleo (R\$ 2,30)					
	-30%	-20%	-10%	10%	20%	30%
<i>Payback</i> (anos)	9,00	8,90	8,70	8,50	7,60	7,20
VPLa	805	897	1.001	1.129	1.410	1.557
Índice de lucratividade	1,86	1,96	2,07	2,21	2,51	2,66
MTIR	12%	12%	13%	14%	15%	16%

VPLa = Valor Presente Líquido Anualizado; MTIR = Taxa Interna de Retorno Modificada.

A simulação na Tabela 8 mostra que choques nos preços do óleo vendido tem uma grande resposta por parte dos indicadores de retorno de investimentos, como também o *payback*. De forma similar, podem-se realizar simulações de outras variáveis importantes como o preço da torta, a produtividade, o rendimento da extração do óleo, o preço do crédito de carbono e também os indicadores sociais, como a quantidade de empregos gerados (convertidos em reais e acrescentados à receita).

## Estudos ambientais

Para os aspectos ambientais do pinhão-mansão, foi utilizado o método de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), normatizado pelas normas ISO 14040 e ISO 14044. Por envolver um estudo da fauna e da flora da região, também foi considerado como fonte o padrão dos Estudos de Impactos Ambientais – Relatórios de Impacto ao Meio Ambiente (EIA-RIMA), normatizado pela resolução Conama nº 1/1986 (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 1986). Os trabalhos foram conduzidos na região de Piracuruca, PI. Todo o processo envolvido na cadeia produtiva do pinhão-mansão foi avaliado.

Os estudos ambientais para o bioma da região apontaram como principais geradores de acidificação e eutrofização o uso de corretivos de solos, como o calcário e a adubação sintética (macronutrientes) à base de K, P, N, cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Pesticidas e herbicidas para controle inicial de ervas e para manejo de pragas e também para capina química dirigida com glifosato foram outros produtos sintéticos que contribuíram para o impacto.

Na Fazenda Tiracanga/Brasil Ecoenergia, na área diretamente afetada (ADA), sobre a qual incidiram os efeitos ambientais gerados pelo cultivo e pelo processo de extração de óleo do pinhão-mansão, não ocorreram alterações das condições naturais da atmosfera (poluição). A qualidade do ar na área continuou sendo de uma zona rural típica.

A construção de um açude para aproveitamento da água da chuva visando à irrigação não ocasionou impacto de erosão hídrica. Com essa medida, não houve necessidade de captura de água no Rio Piracuruca, o que gerou impacto positivo na degradação de ecossistemas e depleção dos recursos hídricos.

O aproveitamento da torta do pinhão-manso para adubação de campo e também para produção de carvão vegetal na fazenda contribuiu para os seguintes indicadores: toxicidade humana, mudanças climáticas, depleção de recursos fósseis da avaliação do ciclo de vida.

Na área de influência direta (AID) do cultivo do pinhão-manso e extração do seu óleo, foram identificadas várias espécies vegetais e de animais, tanto nas áreas densas de vegetação como nos campos abertos. Boa parte das espécies observadas dependia, em algum grau, de áreas florestadas. O desmatamento realizado para a produção agrícola gerou impacto no indicador de depleção de recursos florestais. Outro impacto foi gerado por emissão e vibrações advindas do trânsito de veículos, tratores, bem como do funcionamento dos equipamentos da fazenda, além da própria presença humana local, que provoca a dispersão de animais silvestres para as regiões circunvizinhas e áreas urbanas. Esse processo pode provocar eventuais desequilíbrios na estrutura das comunidades faunísticas locais, impactando negativamente na categoria depleção de recursos bióticos.

Na produção de biodiesel a partir do óleo do pinhão-manso, a avaliação potencial de impactos ambientais foi considerada conforme o descrito no relatório do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) (Benefícios..., 2014). Entre os impactos positivos, destaca-se a redução de emissões, tanto de gases de efeito estufa (GEE) quanto de outras substâncias nocivas à saúde humana, favorecendo as categorias de mudanças climáticas e toxicidade humana. A adição de biodiesel traz melhorias significativas nas emissões de monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC) e materiais particulados (MP), com pequeno incremento nas emissões do óxido de nitrogênio (NOx).

Ressalta-se o papel do biodiesel enquanto beneficiador da saúde do ser humano, haja vista o potencial efeito redutor de mortalidade, internações e tratamentos contra doenças ligadas à má qualidade do ar respirado. Quanto maior o teor de biodiesel misturado ao diesel mineral, maior será a redução de emissões de GEE. Pelo estudo realizado no Mapa, no B7 (7% de mistura), a redução é de 5%, enquanto no cenário do B10, o patamar de redução de emissões de GEE chegaria a 7,3%. Atualmente, com o B7, estão sendo evitadas emissões de cerca de 7,3 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> eq. De forma aproximada, cada percentual a mais de biodiesel mandatário no Brasil é equivalente ao plantio de cerca de 7,2 milhões de árvores (Benefícios..., 2014).

## Estudos sociais

Os estudos de viabilidade social foram realizados também no Assentamento Bela Vista na zona rural de Piracuruca. Foi reservado 1 ha para o plantio do pinhão-manso em consórcio com culturas anuais como o milho, o amendoim e o feijão-caupi. Concluiu-se que a produção do pinhão-manso pode trazer várias contribuições sociais. Apesar de ser uma planta perene, o consorciamento com outras culturas é uma alternativa para o fluxo de caixa de pequenos e médios agricultores nos primeiros anos de cultivo. A parceria com empresas da região ou com grandes conglomerados pode agregar valor aos produtos.

Baseado no método SLCA da ONU Meio Ambiente, foram avaliados os potenciais impactos sociais, tanto positivos como negativos, de produtos/serviços em todo o ciclo de vida (do berço ao túmulo). Seguindo a metodologia, foram avaliados os impactos ambientais da cadeia produtiva do pinhão-manso sob quatro aspectos: a) *stakeholder* “trabalhador”; b) *stakeholders* “consumidor” e “comunidade local”; c) *stakeholder* “sociedade”. Todos esses indicadores foram avaliados em visita realizada no assentamento Bela Vista. Em seguida foram compilados para suporte à elaboração do balanço social da cultura do pinhão-manso do projeto.

Em Piracuruca, realizou-se visita ao assentamento Bela Vista, na zona rural do município, onde vivem 20 famílias. Existem outras 39 comunidades rurais com sistemas de subsistência bem semelhantes. No assentamento, já existiam plantações de feijão, amendoim e milho. O interesse da comunidade rural é depender exclusivamente da agricultura familiar. Os pais de família trabalham na cidade em subempregos, deixando as atividades agrícolas com as mulheres e os filhos.

Na Tabela 9, os indicadores sociais foram avaliados em quatro dimensões: empregos, renda, saúde e educação. São mostrados os critérios para os cálculos dos benefícios sociais potenciais e os valores obtidos para cada dimensão.

**Tabela 9.** Avaliação de Impacto Social – Assentamento Bela Vista, PI.

	Indicador Social	Critério	Valor (R\$)
1	10 Empregos gerados por 5 ha de assentamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 ha por assentamento</li> <li>• 10 famílias por assentamento</li> <li>• 50% da área ocupada por pinhão-manso</li> <li>• 1 salário mínimo por família (R\$ 724)</li> <li>• <math>[(10 \times 724 / 5) \times 0,50] = \text{R\\$ } 724</math> por hectare</li> </ul>	R\$ 724,00 ha <sup>-1</sup> por mês
2	Renda da região impulsionada pelos 39 assentamentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PIB Piracuruca – Fonte: IBGE 2008 → R\$ 86.202.000</li> <li>• Aumento de 4% no PIB em razão do cultivo do pinhão-manso em 39 comunidades (7.240,00 por assentamento mensal x 12 x 39) = R\$ 3.388.320 / 86.202.000 = 4%</li> </ul>	R\$ 3.388.320,00 por ano
3	Redução de internação (melhoria da saúde)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R\$ 455,51 – valor anual médio de internação por paciente no SUS no Estado do Piauí – Fonte: Datasus – Ministério da Saúde (2005)</li> <li>• Redução de 1 internação por assentamento durante o ano, considerando aumento da qualidade de vida por conta do cultivo do pinhão-manso</li> <li>• (39 assentamentos x 10 x 455,51) = R\$ 177.648,90</li> </ul>	R\$ 177.648,90 por ano
4	Aumento da educação (20% dos jovens do assentamento com acesso às profissões de nível superior)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 pessoa por família com profissão técnica ou de nível superior na área agrícola e que permanecerá na região após formado</li> <li>• Salário médio = R\$ 2.000,00</li> <li>• (39 x 10 x 2.000) = R\$ 780.000,00</li> </ul>	R\$ 780.000,00 por ano

Por fim, foi realizado o estudo de sustentabilidade da cadeia produtiva do pinhão-manso na região, considerando-se as três dimensões: econômica, social e ambiental, conforme mostrado na Tabela 10. Foi utilizada como metodologia a LCSA da ONU Meio Ambiente (Valdivia et al., 2012). O estudo consistiu em comparar os indicadores de um ou mais produtos, a partir dos aspectos sociais, econômicos e ambientais. As três aborda-

gens de sustentabilidade contemplam a avaliação do ciclo de vida do ponto de vista social, ambiental e econômico.

**Tabela 10.** Sustentabilidade social, ambiental e econômica do pinhão-mansão na região de Piracurca, PI.

Social (S-LCA)				
Indicador	Empregos (mês por hectare)	Educação (R\$ por ano)	Saúde (R\$ por ano)	Renda regional (incremento)
Pinhão-mansão	R\$ 724 ha <sup>-1</sup> por mês	R\$ 780.000 por ano	R\$ 177.651 por ano	R\$ 3.400 milhões
Ambiental (E-LCA)				
Indicador	Toxicidade humana	Depleção de recursos hídricos e bióticos	Mudanças climáticas	
Pinhão-mansão	Redução (adubação pela torta) de problemas de saúde pelo uso do biodiesel	Redução da depleção pelo aproveitamento da água da chuva e aumento da depleção de recursos bióticos.	Redução do estoque de carbono no solo e de gases de efeito estufa no uso do biodiesel	
Econômico (LCC)				
Indicador	VPLa (R\$ ha por ano)	MTIR (% a.a.)	IL (Proporção/ano)	
Pinhão-mansão	R\$ 1.129 por hectare	14%	2,21	

S-LCA: Avaliação do Ciclo de Vida; E-LCA: Avaliação do Ciclo de Vida Ambiental; VPLa: Valor Presente Líquido Anualizado; MTIR: Taxa Interna de Retorno Modificada; IL: Índice de Lucratividade.

Com base no estudo realizado, conclui-se que a cadeia de pinhão-mansão apresenta oportunidade nos três pilares da sustentabilidade.

## Considerações finais

No primeiro estudo, o custo total de implantação da cultura do pinhão-mansão é alto, por causa da ocorrência de gastos significativos com a compra de mudas e com as operações agrícolas, que correspondem, respectivamente, a 33,3% e 24,1% do custo total.

À medida que aumenta a produtividade de pinhão-mansão ao longo das safras agrícolas, há elevação considerável da utilização de mão de obra, e isso exige maior dedicação de tempo para as atividades de colheita e pós-colheita.

Do ponto de vista econômico, a produção de pinhão-mansão, conforme o sistema de produção adotado na Fazenda Paraíso, não apresenta viabilidade econômico-financeira autossustentável. Espera-se que, com a evolução do melhoramento genético da cultura, haja melhorias nas formas de colheita, a fim de reduzir a mão de obra e, conseqüentemente, elevar a lucratividade do produtor.

No segundo estudo, realizado na Fazenda Tiracanga, no PI, conclui-se que, nos aspectos prospectivos de médio e longo prazo (2025 e 2030), a cadeia produtiva do pinhão-mansão é viável do ponto de vista econômico, social e ambiental. O estudo considerou dados reais obtidos no local da pesquisa e dados de simulação que consideraram as tendências e projeções baseadas nos caminhos futuros de PD&I da cultura. Algumas perspectivas foram obtidas para viabilizar a sustentabilidade, como, por exemplo: incentivo em PD&I para redução de custos com a mecanização da lavoura, necessidade de desenvolver o mercado para o óleo e os coprodutos do pinhão-mansão, mesmo antes de lançamento de uma cultivar padronizada, aproveitamento integral do pinhão-mansão no conceito de biorrefinaria e também de ciclo fechado da ecologia industrial, necessidade de políticas públicas para inserção do pinhão-mansão no selo de combustível social, consórcio com culturas anuais nos anos iniciais de plantio, incentivos aos pequenos agricultores durante os primeiros anos da cultura (fluxo de caixa negativo), capacitação e disponibilização de assistência técnica por parte da extensão rural, bem como parceria entre grandes, médios e pequenos agricultores para melhor aproveitamento da cadeia produtiva. Outras conclusões importantes do estudo estão relacionadas aos seguintes aspectos: necessidade de aumentar o valor agregado da torta; execução de políticas públicas para que a extração do óleo possa ser realizada de forma conjunta por uma determinada quantidade de produtores rurais, compartilhando custos e reduzindo a ociosidade; necessidade de gestão de PD&I bem próxima dos produtores (acompanhamento mensal), fornecendo toda a assistência agrônômica e de sustentabilidade necessária. Nesta fase, não existe possibilidade de terceirizar essa atividade de pesquisa com técnicos agrícolas ou de consultoria com interesse comercial.

No que se refere à viabilidade econômica, chegou-se à conclusão de que a cadeia produtiva do pinhão-mansão tem potencial de rentabilidade para o investidor, podendo



chegar a R\$ 2,51 para cada real investido, considerando um valor competitivo médio do óleo de R\$ 2,30 por litro e custos realistas. Outra análise econômica importante é que a rentabilidade média anualizada do pinhão-manso, medida pelo VPLa ficou em R\$ 1.129 por hectare, considerando custos realistas e a receita obtida pela Fazenda Tiracanga. Esses resultados demonstram o grande potencial econômico da cultura no médio e longo prazo.

## Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (Brasil). **Relatório mensal do biodiesel**: março/2014. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/publicacoes/boletins-anp/2386-boletim-mensal-do-biodiesel>>. Acesso em: 6 jun. 2014.
- BELTRÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S.; VELOSO, J. F.; JUNQUEIRA, N.; FIDELIS, M.; GONÇALVES, N. P.; SATURNINO, H. M.; ROSCOE, R.; GAZZONI, D.; DUARTE, J. de O.; DRUMOND, M. A.; ANJOS, J. B. dos. **Alerta sobre o plantio do pinhão manso no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 15 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 155).
- BENEFÍCIOS ambientais da produção e uso do biodiesel. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária, 2014. 33 p.
- BENOÎT, C.; MAZIUN, B. **Guidelines for social life cycle assessment of products**. [S.l.]: United Nations Environment Programme, 2009. 103 p.
- BRASIL. **Base de dados do Comex Stat**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/base-de-dados-do-comercio-exterior-brasileiro-arquivos-para-download>>. Acesso em: 14 jun. 2014.
- COMEX. Base de Dados do Comércio Exterior – MDIC. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/base-de-dados-do-comercio-exterior-brasileiro-arquivos-para-download>. Acesso em: 7 jun. 2014.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução Conama nº 001, de 23 de janeiro de 1986. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 17 fev. 1986. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 29 maio 2019.
- COUTINHO, P.; BOMTEMPO, J. V. *Roadmap* tecnológico em matérias-primas renováveis: uma base para a construção de políticas e estratégias no Brasil. **Química Nova**, v. 34, n. 5, p. 910-916, 2011. DOI: 10.1590/S0100-40422011000500032.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Decenal de Energia 2014 – 2023 (PDE 2023)**. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-pde>>. Acesso em: 29 maio 2019.

GUIDUCCI, R. do C. N.; ALVES, E. R. de A.; LIMA FILHO, J. R.; MOTA, M. M. Aspectos metodológicos da análise de viabilidade econômica de sistemas de produção. In: GUIDUCCI, R. do C. N.; LIMA FILHO, J. R.; MOTA, M. M. **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários: metodologia e estudos de caso**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 17-78.

NOGUEIRA, M. P. **Gestão de custos e avaliação de resultados**: agricultura e pecuária. Bebedouro: Scot Consultoria, 2004. 219 p.

OIL WORLD: independent global market analyses & forecasts since 1958. Disponível em: <<https://www.oilworld.biz/>>. Acesso em: 25 out. 2014.

RICHETTI, A.; CECCON, G. Análise econômica de sistemas de produção de milho safrinha em cultivo consorciado. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 10., 2009, Rio Verde. **Anais...** Rio Verde: ABMS: FESURV, 2009. p. 207-213.

RICHETTI, A.; GUIDUCCI, R. do C. N. Viabilidade econômica do sistema de produção soja-milho safrinha consorciado com braquiária. In: GUIDUCCI, R. do C. N.; LIMA FILHO, J. R. de; MOTA, M. M. (Ed.). **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários: metodologia e estudos de caso**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 477-508.

ROMANO, A. Preços dos óleos vegetais sob a lupa do mercado. In: BIODIESEL CONGRESS: GLOBAL MEETING IN BRAZIL, 7th, 2011, São Paulo. [**Proceedings...**] São Paulo, 2011. Disponível em: <<https://www.slideshare.net/fabiohpaes/08h30-2807-amarylis-romano-tendencia-consultoriasl-mercado>>. Acesso em: 12 dez. 2011.

ROSCOE, R.; SILVA, C. J. da. Pinhão-manso não faz milagres, mas é boa opção para biodiesel. **Agrianual 2008**: anuário da agricultura brasileira, p. 43-45, 2007.

SILVA, J. F. V.; RICHETTI, A.; HIRAKURI, M. H.; CASTRO, A. M. G. de. Sistema produtivo de soja para a produção de biodiesel. In: CASTRO, A. M. G. de; LIMA, S. M. V.; SILVA, J. F. V. (Ed.). **Complexo agroindustrial de biodiesel no Brasil: competitividade das cadeias produtivas de matérias-primas**. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2010. p. 501-542.

VALDIVIA, S.; UGAYA, C. M. L.; SONNEMANN, G.; HILDENBRAND, J. (Ed.). **Towards a life cycle sustainability assessment: making informed choices on products**. [S.l.]: United Nations Environment Programme, 2011. 65 p.

ZANON, N. B.; LEAL, S. T.; TARSITANO, M. A. A.; FURLANI JÚNIOR, E.; ROSSETTO, J. E. Análise econômica da cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L). In: WORKSHOP AGROENERGIA MATÉRIAS PRIMAS, 8., 2014, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Apta; IAC, 2014. Disponível em: <<http://www.infobibos.com/agroenergia/cd/busca-no-cd.html>>. Acesso em: 26 fev. 2015.

## Literatura recomendada

ASSAF, A. **Finanças corporativas e valor**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

DURÃES, F. O. M.; LAVIOLA, B. G.; ALVES, A. A. Potential and challenges in making physic nut (*Jatropha curcas* L.) a viable biofuel crop: the Brazilian perspective. **Cab Reviews**, v. 6, n. 43, 2011.

METODOLOGIA para avaliação de viabilidade econômica de tecnologias. Brasília, DF: Embrapa, Secretaria Geral, 2011.

VALE, A. T.; MENDES, R. M.; AMORIM, M. R. S.; DANTAS, V. F. S. Potencial Energético da Biomassa e Carvão Vegetal do Epicarpo e da Torta de Pinhão-Manso. **Revista Cerne**, v. 17, n. 2. p. 267-273, 2011.