

**TROPICALIZAÇÃO DA CANOLA (*Brassica napus* L.) E INSERÇÃO NA CADEIA  
PRODUTIVA DE ÓLEO VEGETAL: ANÁLISE DE CENÁRIO**  
***CANOLA TROPICALIZATION (*Brassica napus* L.) AND INSERTION IN THE VEGETABLE  
OIL PRODUCTION CHAIN: SCENARIO ANALYSIS***

**Rosana do Carmo Nascimento Guiducci**  
Embrapa Agroenergia  
rosana.guiducci@embrapa.br

**Priscila Seixas Sabaini**  
Embrapa Agroenergia  
priscila.sabaini@embrapa.br

**Alexandre Nunes Cardoso**  
Embrapa Agroenergia  
alexandre.cardoso@embrapa.br

**Bruno Galveas Laviola**  
Embrapa Agroenergia  
bruno.laviola@embrapa.br

**Grupo de Trabalho (GT): 8. Pesquisa, inovação e extensão rural**

**Resumo**

O estudo avaliou o impacto econômico *ex ante* da adoção da variedade de canola tropicalizada em cenário de introdução gradativa do cultivo em safrinha na região Centro-Oeste. Foram avaliados impactos econômicos na etapa agrícola, considerando a canola como alternativa ao milho em safrinha após o cultivo da soja, e na etapa agroindustrial, com a produção de óleo de canola vis a vis ao óleo de soja, em áreas equivalentes. Avaliou-se o retorno do investimento em P&D frente aos ganhos esperados. Verificaram-se ganhos econômicos de R\$ 776,4 milhões na fase agrícola e R\$ 903,1 milhões na fase agroindustrial com a introdução de canola em 10% da área ocupada com milho safrinha. O investimento em P&D mostrou-se viável economicamente, nas fases agrícola e agroindustrial, com TIR de 98,1% e 101,2%, respectivamente e VPL de R\$ 1,3bilhões e R\$ 1.6 bilhões, respectivamente, ao final de 20 anos. Conclui-se que a tropicalização e introdução da canola na região Centro-Oeste tem grande potencial para fortalecer os sistemas de produção de grãos da região e expandir a oferta de matéria-prima para a cadeia produtiva de oleaginosas, contribuindo para reduzir a dependência em relação à soja como fonte de matéria-prima na produção de biodiesel.

**Palavras-chave:** Pesquisa e Desenvolvimento, biocombustível, óleo vegetal, bioeconomia

**Abstract**

*The study evaluated the ex ante economic impact of adopting the tropicalized canola variety in a scenario of gradual introduction in second crops areas in the Midwest region. Economic impacts were evaluated in the agricultural stage, with canola as an alternative to corn in the second crops after soybean cultivation, and agro-industrial stage, with the production of canola oil vis-à-vis soybean oil, in equivalent areas. The return on investment in R&D was evaluated against the expected gains. There were economic gains of R \$ 776.4 million in the agricultural phase and R \$ 903.1 million in the agro-industrial phase with the introduction of canola in 10% of the area*

*occupied with second crop of corn. The investment in R&D proved to be economically viable, in the agricultural and agro-industrial phase, with an IRR of 98.1% and 101.2%, respectively and NPV of R \$ 1.3 billion and R \$ 1.6 billion, respectively, at the end of 20 years. It is concluded that the tropicalization and introduction of canola in the Midwest region has great potential to strengthen the grain production systems in the region, expand the supply of raw materials for the oilseed production chain and also contributing to reduce dependence on soy as a source of raw material in the production of biodiesel.*

**Key words:** *Research and Development, biofuel, vegetable oil, bioeconomy*

## 1. Introdução

O mercado brasileiro de produção e uso de biodiesel está concentrado em torno de algumas poucas matérias-primas, sendo este um desafio para ampliação da cadeia de biocombustíveis. O óleo de soja responde por quase 70% do total de óleos e gorduras utilizados como matéria-prima para a produção de biodiesel (ANP, 2019). Esta grande concentração do mercado em torno da soja leva a questionamentos quanto à segurança do mercado, reforçando a necessidade da introdução de matérias-primas alternativas para a produção de biodiesel, de maneira a complementar o cultivo da soja. A solução para este gargalo consta como prioridade na agenda de inovação para cadeia produtiva do biodiesel (CSOB, 2019) e a canola figura na agenda como uma oleaginosa com potencial para atender a tal demanda.

Uma vantagem desta oleaginosa é apresentar ciclo bastante curto, de 90 a 120 dias entre a emergência e a colheita, tornando-se uma opção interessante para regiões com períodos chuvosos concentrados e curtos. A canola produz grãos com concentrações de óleo variando entre 34 a 40% (peso úmido), com alto valor agroindustrial e econômico. Este óleo é em grande parte empregado como óleo comestível, mas recentemente vem também sendo utilizado como matéria-prima para a produção de biodiesel. Na Europa é o óleo vegetal mais utilizado para tal finalidade. Com efeito constitui-se como importante alternativa para a agricultura brasileira no contexto da bioenergia. Além do óleo, o farelo obtido após o processamento do grão contém de 34% a 38% de proteína e por isso pode ser utilizado como um excelente suplemento proteico na formulação de rações.

A diversidade do material genético disponível mundialmente, embora com restrição para condições de clima predominantemente tropical, apresenta potencial para as condições brasileiras, conforme demonstram resultados preliminares do programa de melhoramento genético da canola nas regiões Centro Oeste e Nordeste do Brasil (LAVIOLA, 2019).

O programa de melhoramento genético da canola estabelecido na Embrapa está focado na seleção e recombinação de materiais com alta produtividade de grãos e adaptabilidade à região tropical. Atualmente, a canola é cultivada predominantemente na região Sul do Brasil, em regiões com latitudes de 35 a 55 graus, de acordo com sua aptidão para climas temperados, em uma área estimada em 35.000 ha. Espera-se que o ativo de inovação canola tropicalizada *Brassica napus L.*, em desenvolvimento na Embrapa, possa ser cultivado em ambientes tropicais, atingindo patamares de produtividade superiores aos observados nas últimas safras.

De acordo com os dados preliminares de pesquisa, a produtividade alcançada nos campos experimentais supera em muito a média nacional, tendo sido obtidas produtividades médias para alguns materiais em fase de tropicalização de 3.000,00 kg/ha, podendo atingir a média máxima de 3.500 kg/ha nas melhores condições da região Centro-Oeste (Laviola et al., 2019). Nas análises realizadas neste estudo foi considerada a produtividade média de 3.000 kg/ha.

Embora a média na região Sul na safra 2018/19 tenha sido de R\$ 1.400 kg/há, existem propriedades altamente produtivas que chegam a obter produtividade máxima de até 5.000 kg/ha nesta mesma região, em anos cujo clima foi favorável à produção. A mesma variabilidade deverá acontecer entre as unidades produtivas no Centro-Oeste, tendo a média como uma referência do conjunto de produtores.

A variedade em desenvolvimento pela Embrapa Agroenergia insere-se na cadeia produtiva de óleos vegetais, com potencial de impacto tanto na fase agrícola, que compreende a produção de grãos na região Centro-Oeste, quanto na fase agroindustrial, que compreende processamento, refino e envase de óleo e geração de farelo, além da produção de biodiesel.

### 1.1. Perspectivas da tropicalização da canola para a produção de grãos e óleo vegetal no Brasil

O Brasil se posiciona como terceiro maior produtor mundial de grãos, atrás apenas da China e dos Estados Unidos (FAO, 2019), com uma produção de 242,12 milhões de toneladas na safra de 2018/2019 (CONAB, 2019). A produção brasileira de grãos está concentrada na região Centro-Oeste, que é responsável por 46% da produção nacional, enquanto a região Sul, segundo maior produtor, responde por 33% dos grãos produzidos na safra 2018/19 (Tabela 1).

De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, na safra 2018/19 o milho safrinha ocupou uma área de 8.179,2 mil hectares na região Centro-Oeste, com produtividade média de 6.135,9 kg/ha. Já a área plantada com canola foi de 35,5 mil hectares, sendo 34,8 mil hectares no Rio Grande do Sul e 0,7 mil hectares no Paraná, com produtividade média de 1.394 kg/ha (CONAB, 2020).

Diferentemente do que ocorre nas culturas de milho e de soja, as cultivares de canola usadas atualmente nos plantios comerciais, mesmo as que são produzidas na região Sul, não foram desenvolvidas no Brasil, o que resulta em baixa produtividade de grãos e de óleo. Espera-se que com cultivares desenvolvidas para as condições edafoclimáticas brasileiras (Centro-Sul do Brasil), haja um incremento de produtividade ao longo dos anos e aproximação do potencial produtivo superior a 3.000 kg/ha de grãos, o que duplicaria a produção na região.

Tabela 1 – Produção de grãos nas regiões Centro-Oeste e Sul do Brasil, safra 2018/2019

Grãos	Brasil	Centro-Oeste		Sul	
	1000 t	1000 t	%	1000 t	%
Soja	115.030,1	52.637,5	46%	37.822,4	33%
Milho 1ª safra	25.646,7	2.639,4	10%	11.813,3	46%
Milho 2ª safra	74.400,0	50.186,6	68%	13.497,0	18%
Canola	46,2	0	0%	46,2	100%
Outros	26.997,3	5.702,2	21%	15.439,0	57%
<b>TOTAL</b>	<b>242.120,3</b>	111.165,7	46%	78.617,9	33%

Fonte: CONAB.

Considerando a extensa área cultivada com milho e soja nas regiões Sul e Centro-Oeste do Brasil, é factível expandir a produção de canola, especificamente a variedade de canola tropicalizada, como segunda safra nesses locais. Trata-se de uma alternativa que pode otimizar a infraestrutura já instalada, atendendo a crescente demanda de alimentos e energia renovável, além de conter a expansão das áreas agrícolas e os impactos ambientais associados (LAVIOLA et al., 2019).

No que diz respeito à produção de óleos vegetais, a capacidade instalada da indústria brasileira é composta por 63 empresas e 121 unidades industriais de processamento. Desse total, 96 unidades estavam ativas em 2018 e 25 estavam paradas. Na etapa de refino e envase, o país conta com 32 empresas e 58 unidades industriais, sendo 45 unidades ativas e 13 paradas, em 2018 (ABIOVE, 2020).

A canola, por ser colhida no início da entressafra da soja, poderia beneficiar a competitividade das agroindústrias, ao prolongar o período de processamento das unidades em funcionamento.

Em termos de produção agroindustrial (Tabela 2), em 2018 foram processados no Brasil 192.644 toneladas de oleaginosas por dia, sendo 42,2% localizados na região Centro-Oeste e 36,4% na região Sul. Já o refino concentrou-se nas regiões Sudeste (32,7%) e Centro-Oeste (30,2%). O envase é concentrado na região Centro-Oeste (38,7%), enquanto as regiões Sul e Sudeste respondem por 24,7% e 24,8%, respectivamente. No Centro-Oeste, os estados de Mato Grosso e Goiás possuem a maior parte da capacidade de processamento, refino e envase, enquanto no Sul o destaque é para o Estado do Paraná e no Sudeste o Estado de São Paulo.

Vale ressaltar que a localização das indústrias de processamento, refino e envase é bastante coerente com a localização da matéria-prima. A região Centro-Oeste, que concentra boa parte da produção nacional de grãos, conforme mostrado anteriormente, especialmente soja, também conta com parte significativa das indústrias processadoras.

Tabela 2 - Capacidade de processamento, refino e envase de oleaginosas, por região e estado, em 2018

Região/Estado	Processamento		Refino		Envase	
	ton/dia	%	ton/dia	%	ton/dia	%
<b>Centro-Oeste</b>	<b>81.272</b>	<b>42,2%</b>	<b>6.820</b>	<b>30,2%</b>	<b>5.492</b>	<b>38,7%</b>
Mato Grosso	41.897	21,7%	3.299	14,6%	2.440	17,2%
Goiás	27.125	14,1%	3.113	13,8%	2.702	19,1%
Mato Grosso do Sul	12.250	6,4%	408	1,8%	350	2,5%
Distrito Federal	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
<b>Sul</b>	<b>70.054</b>	<b>36,4%</b>	<b>5.505</b>	<b>24,4%</b>	<b>3.498</b>	<b>24,7%</b>
Paraná	36.745	19,1%	3.885	17,2%	2.419	17,1%
Rio Grande do Sul	30.409	15,8%	1.020	4,5%	880	6,2%
Santa Catarina	2.900	1,5%	600	2,7%	199	1,4%
<b>Sudeste</b>	<b>24.028</b>	<b>12,5%</b>	<b>7.391</b>	<b>32,7%</b>	<b>3.518</b>	<b>24,8%</b>
São Paulo	14.700	7,6%	5.185	22,9%	2.580	18,2%
Minas Gerais	9.328	4,8%	2.206	9,8%	938	6,6%
<b>Nordeste</b>	<b>11.970</b>	<b>6,2%</b>	<b>2.879</b>	<b>12,7%</b>	<b>1.672</b>	<b>11,8%</b>
Bahia	7.420	3,9%	1.096	4,9%	970	6,8%
Piauí	3.050	1,6%	120	0,5%	180	1,3%
Maranhão	1.500	0,8%	300	1,3%	300	2,1%
Pernambuco	0	0,0%	763	3,4%	222	1,6%
Ceará	0	0,0%	600	2,7%	0	0,0%
<b>Norte</b>	<b>5.320</b>	<b>2,8%</b>	<b>0</b>	<b>0,0%</b>	<b>0</b>	<b>0,0%</b>
Tocantins	3.020	1,6%	0	0,0%	0	0,0%
Amazonas	2.000	1,0%	0	0,0%	0	0,0%
Rondônia	300	0,2%	0	0,0%	0	0,0%
<b>Brasil</b>	<b>192.644</b>	<b>100,0%</b>	<b>22.594</b>	<b>100,0%</b>	<b>14.180</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: ABIOVE.

Embora no estado do Mato Grosso a logística para produção de etanol de milho esteja favorecendo a produção deste grão, pela capacidade instalada para processamento e pioneirismo do estado neste produto, esse não é o caso, por exemplo, do Mato Grosso do Sul e Goiás, ambos estados com aptidão para plantio de canola de acordo com o zoneamento agrícola. Em Goiás estão instaladas duas importantes agroindústrias, a Comigo e a Perdigão, como parte do Agropolo de Rio Verde. Essas agroindústrias, seguidas de empresas prestadoras de serviços e fornecedoras de

embalagens, se instalaram na região de Rio Verde atraídas pela proximidade com as áreas produtoras de matérias-primas.

## 1.2. Perspectivas da tropicalização da canola para a cadeia de biocombustíveis no Brasil

A expectativa em relação ao mercado de biocombustível no Brasil é de crescimento da produção nos próximos anos. Na última década a produção brasileira de biodiesel aumentou 358%, passando de 1,61 milhão de m<sup>3</sup> em 2009 para 5,35 milhões de m<sup>3</sup> em 2018. A taxa de crescimento médio anual no período foi de 13%. Esse desempenho foi em grande medida alavancado pelo incentivo do governo que estabeleceu, a partir de 2008, percentual de adição obrigatória de biodiesel no diesel. Atualmente, a adição de biodiesel é de 11% (mistura B11) e chegará a 15% em 2023 (MME, 2019).

A capacidade instalada de processamento de biodiesel no Brasil conta com 51 usinas, que em dezembro de 2018 havia produzido 8,5 bilhões de litros, superando em 11,8% a produção registrada em dezembro de 2017. Já o consumo de biodiesel em 2018 foi de 5,4 bilhões de litros, o que corresponde a 63% da capacidade instalada no país. Percebe-se, portanto, que há potencial para o crescimento da produção de biodiesel (EPE, 2019).

Em 2018, as matérias primas utilizadas na produção de biodiesel no Brasil foram basicamente óleo de soja (69,8%) e gordura animal (16,2%), sendo o restante (13,9%) composto de óleo de algodão, palma, amendoim, nabo-forrageiro, girassol, mamona, sésamo, canola, milho, óleo de fritura usado e outros materiais graxos (ANP, 2020).

Embora existam fontes alternativas muito promissoras em termos de rendimento de óleo, a soja é uma realidade concreta no que diz respeito à estrutura de processamento, escala de produção e domínio tecnológico, o que lhe confere vantagem comparativa para atender demandas futuras do mercado de biodiesel.

Por outro lado, a dicotomia na destinação dos grãos de soja - exportação *versus* processamento - poderá criar obstáculos para o aumento da oferta de óleo de soja em um cenário de expansão da produção de biodiesel. Neste sentido, a produção de soja no período de 2007 a 2018 cresceu em média 6% ao ano, enquanto as exportações cresceram 11% e o processamento 3%. Em 2018 as exportações atingiram 65% da safra e apenas 35% foram processadas internamente (ABIOVE, 2019). Da produção de óleo resultante deste processamento, estima-se que apenas 50% são disponibilizadas para a produção de biodiesel, sendo o restante exportado ou consumido internamente, restringindo ainda mais a disponibilidade para atender a uma demanda crescente da cadeia de biodiesel (GUIDUCCI e LAVIOLA, 2019).

Estima-se um aumento na produção nacional de soja para o ano de 2040 de 117%, porém, a demanda para exportação deverá subir acima deste percentual (CNAS, 2018). Ao mesmo tempo, a ampliação da mistura de biodiesel no diesel em porcentagens superiores a 15% até 2030 deverá reforçar a procura por alternativas de diversificação de biomassas na matriz energética do biodiesel (SOUZA, et al., 2017).

Neste quadro, o processo de tropicalização da canola configura-se como uma ação inovadora e estratégica para alavancar a escala de produção nacional de grãos, com a expansão para região Centro-Oeste, atendendo em grande medida a demanda de diversificação de matérias-primas para a produção de óleo vegetal e biodiesel no Brasil, sem comprometer o consumo interno e/ou o fornecimento ao mercado externo.

O objetivo deste estudo é avaliar o impacto econômico *ex ante* da adoção de variedade de canola tropicalizada na produção de grãos e óleo vegetal no Brasil, em um cenário de introdução gradativa como cultivo de safrinha na região Centro-Oeste.

## 2. Metodologia

### 2.1. Cenários de adoção da canola tropicalizada e impactos econômicos *ex ante*

Para identificação dos impactos da tecnologia na cadeia produtiva de óleos vegetais, foram considerados dois cenários, um relativo à fase agrícola que compreende a produção de grãos e outro relativo à fase agroindustrial, com foco na produção de óleo vegetal.

No cenário agrícola, a canola é inserida como cultura de safrinha na região Centro-Oeste, como alternativa ao cultivo do milho após o cultivo da soja, podendo se tornar uma opção para melhor aproveitar os ciclos de maturação da soja em diferentes regiões.

Optou-se pela comparação com o milho safrinha por ser a principal cultura de segunda safra na região. Porém, considera-se que a canola poderia entrar em áreas ocupadas com outras culturas em safrinha ou até mesmo em áreas não aptas ao milho, fortalecendo economicamente os sistemas de produção em rotação de culturas adotados na região Centro-Oeste.

Com uma produtividade média de 3.000 kg/ha, baseada em resultados da pesquisa, considerou-se uma introdução gradativa da canola no Centro-Oeste, de modo que no primeiro ano, a cultura ocuparia 1% da área que foi destinada ao milho safrinha na safra 2018/19, chegando a 10% desta área ao final de 10 anos. O impacto econômico foi avaliado comparando o valor líquido da produção gerado pela canola e pelo milho safrinha na mesma área.

$$\text{Valor líquido da produção} = (\text{Preço} * \text{Produção}) - (\text{Custo por hectare} * \text{Área})$$

Nestas estimativas foram utilizados: o preço médio da tonelada de canola, no Rio Grande do Sul, em 2019, da ordem de R\$ 1.181,38; o preço médio da tonelada de milho, no Centro Oeste, de R\$ 504,15; o custo por hectare de canola no Rio Grande do Sul, em 2018 (último ano disponível), de R\$ 2.133,32 e o custo do hectare do milho safrinha em Mato Grosso, de R\$ 2.631,83.

O custo do hectare de milho safrinha variou de R\$ 2.927,41, em Campo Verde/MT, R\$ 2.722,79, em Primavera do Leste/MT e R\$ 2.245,28 em Sorriso/MT (CONAB, 2020). Optou-se pela média dos três municípios, que é de R\$ 2.631,83. Assumiu-se também o mesmo custo de produção por hectare de canola observado no Rio Grande do Sul para o Centro-Oeste.

No cenário agroindustrial o cultivo da canola visa fornecer biomassa complementar em relação à soja para atender a crescente demanda por óleos vegetais e aumento da produção de biodiesel. Considerando-se o cenário de ampliação da produção de canola e sua repercussão na etapa de processamento procurou-se estimar o impacto da disponibilização desta matéria-prima para produção de óleo vegetal e comparar com a produção que se obteria com soja produzida na mesma área.

Diferentemente da produtividade média da soja e da canola no Centro-Oeste, que são muito próximas (3.269 kg/ha e 3.000 kg/ha, respectivamente), o rendimento da canola na produção de óleo é superior ao da soja. Enquanto uma tonelada de soja produz 200 kg de óleo bruto (conversão de 20%) uma tonelada de canola gera 360 kg de óleo bruto (conversão de 36%). Esses coeficientes técnicos foram utilizados nas estimativas de produção de óleo neta etapa.

A avaliação do impacto econômico da produção de óleo de canola foi feita em comparação com o óleo de soja, tendo como referência a mesma área de produção de grãos. Estimou-se a produção de grãos e óleo de soja obtidas na mesma área ocupada com a canola, a fim de comparar os rendimentos. O valor da produção foi estimado com base no preço médio da tonelada de óleo bruto no mercado interno (São Paulo), no ano de 2019, da ordem de R\$ 2.591,06, conforme dados da ABIOVE (2020).

## 2.2. Análise de retorno do investimento em pesquisa e desenvolvimento

A análise de retorno do investimento em P&D levou em consideração o fluxo de investimento no desenvolvimento da pesquisa e o fluxo de receitas adicionais esperadas com a adoção da tecnologia no mercado brasileiro.

Foram levantadas despesas diretas da pesquisa e indiretas, relacionadas à depreciação de infraestrutura e gastos com pessoal. As despesas diretas foram financiadas pela Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP.

As despesas indiretas da pesquisa compreendem os custos de pessoal e depreciação de capital, à cargo da Embrapa Agroenergia. A estimativa das despesas de pessoal considerou o tempo dedicado de cada membro da equipe ao longo da execução do projeto e o valor financeiro da hora técnica, de acordo com o cargo, enquanto o custo de depreciação da estrutura física usada no projeto levou em conta o tempo de uso da equipe nas instalações e o valor da depreciação por hora de uso. Os valores de referência utilizados são indicados na Tabela 3.

O fluxo de benefícios utilizado na análise corresponde a uma parcela dos ganhos adicionais obtidos na fase agrícola e na fase agroindustrial, analisados separadamente.

Para cada análise considerou-se um período de 20 anos, ao longo do qual o investimento no desenvolvimento da tecnologia ocorre nos 5 primeiros anos, sem gerar nenhuma receita, apenas fluxo negativo. Após esse período considerou-se ainda mais 4 anos para as ações relacionadas à transferência de tecnologia. Por ser uma avaliação *ex ante*, não se dispõe no momento de informações sobre gastos com transferência de tecnologia. Optou-se por deixar esses quatro anos no fluxo de caixa zerados. A partir do décimo ano iniciam-se os ganhos com a produção da canola tropicalizada em grãos e também do óleo de canola. São geradas receitas crescentes até o 19º ano quando a produção de grãos se estabiliza em 10% da área do Centro-Oeste, permanecendo a mesma receita no 20º ano. Os indicadores de rentabilidade utilizados na análise foram: taxa interna de retorno (TIR), relação benefício custo (BC) e valor presente líquido (VPL).

Tabela 3 - Valores de referência para gastos com pessoal e depreciação de infra-estrutura

<b>Pessoal</b>	<b>R\$ / hora</b>
Pesquisador A	263,48
Pesquisador B	220
Analista A	191,09
Analista B	143,65
Técnico A	103,44
Técnico B	68,93
Assistente A	68,6
Assistente B	45,23
Assistente C	28,45
<b>Infra-estrutura</b>	<b>R\$/hora</b>
Custo uso salas (valor médio)	3,94
Custo Laboratório LPQ	31,79

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1. Impactos econômicos *ex ante* na produção de grãos e de óleo vegetal

Com uma produtividade esperada de 3.000 kg/ha, a produção de canola no Centro-Oeste foi estimada em 245,4 mil toneladas no primeiro ano, atingindo 2.453,8 mil ao final de 10 anos, com uma ocupação de 572,5 hectares em safrinha no Centro-Oeste (Tabela 4).

Observa-se que para produzir 2,4 milhões de toneladas de canola (10º ano) deixar-se-ia de produzir 5 milhões de toneladas de milho, dada a produtividade média do milho na região de 6.135,9 kg/ha, superior à produtividade da canola. Em termos de valor da produção, o preço médio da tonelada de canola supera o do milho. Enquanto a tonelada de canola, no Rio Grande do Sul, foi em média R\$ 1.181,38, a do milho, no Centro Oeste, foi R\$ 504,15, conforme dados da CONAB. Com base nesses preços, o valor bruto da produção de milho, que se deixaria de produzir no décimo ano, é estimado em R\$ 2.530 milhões, enquanto o valor bruto da produção de canola é estimado em R\$ 2.899 milhões.

Tabela 4 – Produção de Canola vis a vis milho safrinha na região Centro-Oeste: valor líquido da produção e benefício econômico

Área destinada à canola		Produção de canola (T)	Redução na produção de milho safrinha (T)	Valor Bruto da produção em R\$ milhões		Custo de produção R\$ milhões		Valor líquido da produção R\$ milhões		Benefício econômico R\$ milhões G=(E-F)	Participação da Embrapa no benefício econômico	
% a.a	Em mil ha			Canola (A)	Milho (B)	Canola (C)	Milho (D)	Canola E=(A-C)	Milho F=(B-D)		% (H)	R\$ milhões I=(G*H)
1%	81,8	245.376	501.867,5	289,88	253,0	174,5	215,26	115,39	37,75	77,64	70	54,35
2%	163,6	490.752	1.003.735,1	579,76	506,0	349,0	430,52	230,79	75,51	155,28	70	108,70
3%	245,4	736.128	1.505.602,6	869,64	759,0	523,5	645,79	346,18	113,26	232,92	70	163,04
4%	327,2	981.504	2.007.470,1	1.159,52	1.012,1	698,0	861,05	461,57	151,01	310,56	70	217,39
5%	409,0	1.226.880	2.509.337,7	1.449,41	1.265,1	872,4	1.076,31	576,96	188,76	388,20	70	271,74
6%	490,8	1.472.256	3.011.205,2	1.739,29	1.518,1	1.046,9	1.291,57	692,36	226,52	465,84	70	326,09
7%	572,5	1.717.632	3.513.072,7	2.029,17	1.771,1	1.221,4	1.506,84	807,75	264,27	543,48	70	380,44
8%	654,3	1.963.008	4.014.940,3	2.319,05	2.024,1	1.395,9	1.722,10	923,14	302,02	621,12	70	434,78
9%	736,1	2.208.384	4.516.807,8	2.608,93	2.277,1	1.570,4	1.937,36	1.038,53	339,77	698,76	70	489,13
10%	817,9	2.453.760	5.018.675,3	2.898,81	2.530,2	1.744,9	2.152,62	1.153,93	377,53	776,40	70	543,48

Fonte: elaborado pelos autores.



No entanto, há diferenças nos custos por hectare das culturas, sendo necessário avaliar o impacto econômico em valores líquidos levando em conta os custos de produção de cada cultura.

Os valores líquidos obtidos para as produções de canola e milho safrinha são apresentados, respectivamente, nas colunas “E” e “F” da Tabela 4 e o resultado obtido no décimo ano, em valores bruto e líquido, é ilustrado na Figura 1.

Observa-se que o benefício econômico gerado ao substituir milho safrinha por canola em 10% da área é da ordem de R\$ 776,4 milhões. Tendo em vista o menor custo do hectare da canola relativamente ao do milho safrinha, bem como a superioridade do preço da tonelada de canola em relação à tonelada de milho, a diferença na produtividade destas culturas é efetivamente compensada. O resultado demonstra um significativo benefício econômico com a introdução da canola no Centro-Oeste em parte das áreas ocupadas com o milho safrinha.

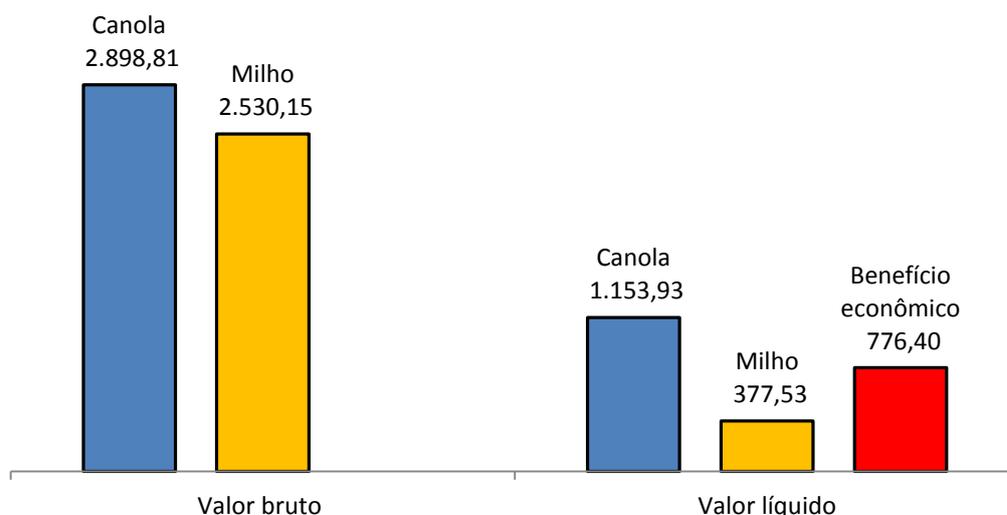


Figura 1 - Valor da produção e benefício econômico na fase agrícola, em R\$ milhões - canola versus milho safrinha.

Atribui-se à Embrapa participação de 70% neste benefício econômico, sendo o restante atribuído à participação de outras instituições parceiras no desenvolvimento da tecnologia. Essa premissa será considerada para o fluxo de receita na análise de retorno dos investimentos em pesquisa.

No cenário agroindustrial, as estimativas de produção de óleo bruto com a introdução crescente da canola na região Centro-Oeste, em comparação com a soja, bem como os benefícios econômicos gerados ano a ano, são apresentados na Tabela 5. Em função do maior rendimento em óleo obtido com a canola em comparação com a soja, o ganho estimado no primeiro ano, quando a produção de canola responde por apenas 1% da área de milho safrinha foi de R\$ 90.332 mil, chegando ao décimo ano a R\$ 903.125 mil (Figura 2), quando a produção de canola ocupa 10% da área do milho safrinha.

Novamente considerou-se que a participação da Embrapa no benefício econômico gerado é de 70%, valores que também serão utilizados adiante para analisar o retorno do investimento em pesquisa.



Tabela 5 – Produção de óleo de canola versus óleo de soja

Ano	Área mil ha	Grãos mil toneladas		Óleo Bruto mil toneladas		Valor da produção de óleo R\$ mil		Benefício econômico R\$ mil	Participação da Embrapa (%)	Participação da Embrapa R\$ mil
		Canola	Soja	Canola	Soja	Canola	Soja			
						(A)	(B)	C=(A-B)	D	E=(C*D)
1	81,8	245,36	267,40	88,34	53,48	228.904,64	138.572,09	90.332,55	70	63.232,79
2	163,6	490,80	534,81	176,69	106,96	457.809,28	277.144,17	180.665,11	70	126.465,57
3	245,4	736,20	802,21	265,03	160,44	686.713,92	415.716,26	270.997,66	70	189.698,36
4	327,2	981,60	1.069,62	353,38	213,92	915.618,56	554.288,35	361.330,21	70	252.931,15
5	409,0	1.227,00	1.337,02	441,72	267,40	1.144.523,20	692.860,43	451.662,77	70	316.163,94
6	490,8	1.472,40	1.604,43	530,06	320,89	1.373.427,84	831.432,52	541.995,32	70	379.396,72
7	572,5	1.717,50	1.871,50	618,30	374,30	1.602.052,64	969.835,20	632.217,44	70	442.552,21
8	654,3	1.962,90	2.138,91	706,64	427,78	1.830.957,28	1.108.407,29	722.550,00	70	505.785,00
9	736,1	2.208,30	2.406,31	794,99	481,26	2.059.861,92	1.246.979,38	812.882,55	70	569.017,78
10	817,9	2.453,70	2.673,72	883,33	534,74	2.288.766,56	1.385.551,46	903.215,10	70	632.250,57

Fonte: elaborado pelos autores.

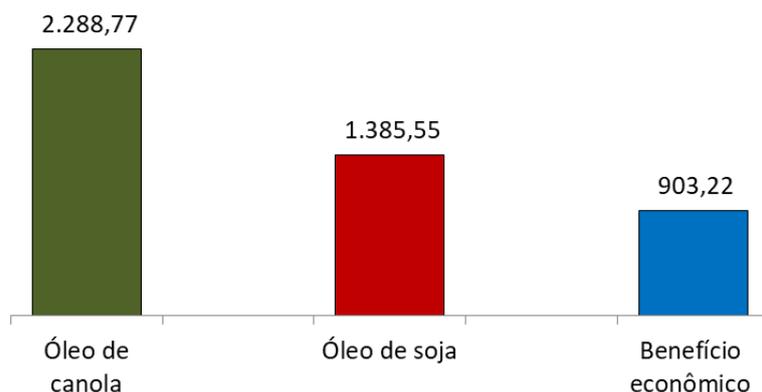


Figura 2 – Valor bruto da produção e benefício econômico na fase agroindustrial, em R\$ milhões – óleo de canola versus óleo de soja.

Os resultados alcançados nos cenários que avaliaram a introdução da canola tropicalizada no Centro-Oeste indicam ganhos econômicos, tanto na fase agrícola (em comparação ao milho) quanto na fase agroindustrial (em comparação ao óleo de soja). Esses resultados credenciam a canola como uma alternativa viável para a diversificação de matéria-prima com fins de fortalecimento da cadeia produtiva de óleos vegetais e produção de biodiesel.

### 3.3. Análise de retorno do investimento em pesquisa e desenvolvimento

A avaliação do retorno econômico do investimento em P&D considerou gastos diretos e indiretos ao longo do desenvolvimento da pesquisa frente ao benefício econômico esperado com a introdução da canola na região Centro-Oeste. Avaliou-se o retorno tanto para a fase agrícola quanto para a fase agroindustrial. Os valores relativos ao fluxo de investimentos em P&D estão detalhados na Tabela 6. O fluxo de benefícios utilizado na análise corresponde à participação da Embrapa no benefício econômico gerado pela tecnologia, conforme apresentado anteriormente na tabela 4 (fase agrícola) e na Tabela 5 (fase agroindustrial).

O orçamento destinado para o custeio de pesquisa da canola no projeto financiado pela FINEP é da ordem de R\$ 300.000,00. O projeto está em execução desde 01/08/2017 e se encerrará em 31/08/2021.

Tabela 6. – Estimativa dos custos, em R\$

Ano	Custos de Pessoal	Custeio de Pesquisa	Depreciação de Capital	Total
2017	110.844,85	30.612,24	4.097,01	145.554,10
2018	266.027,64	73.469,39	9.832,82	349.329,84
2019	266.027,64	73.469,39	9.832,82	349.329,84
2020	266.027,64	73.469,39	9.832,82	349.329,84
2021	177.351,76	48.979,59	6.555,21	232.886,56
<b>Total</b>	<b>1.086.279,52</b>	<b>300.000,00</b>	<b>40.150,68</b>	<b>1.426.430,20</b>



As despesas indiretas, compostas pelo custo de pessoal e depreciação de capital foram estimadas em R\$ 1.086.279,52 e R\$ 40.150,68, respectivamente (Tabela 6). Observa-se que o custo total previsto para o desenvolvimento da tecnologia no período de 2017 a 2021 é de R\$ 1,43 milhões, sendo 76,15% alocado em custeio de pessoal, 21,03% em custeio de pesquisa e 2,81% em depreciação de capital.

Os resultados da análise de investimento são mostrados na Tabela 7. Observa-se que na fase agrícola o investimento retorna uma TIR de 98,1% e na fase agroindustrial o retorno é de 101,2%, o que indica viabilidade econômica em ambos cenários, pois essas taxas são superiores às taxas de juros de mercado que poderiam ser adotadas como referência. A taxa SELIC, por exemplo, que é a taxa básica de juros do mercado brasileiro, fechou em 4,5% a.a. na reunião do Copom de 11/12/2019. A máxima atingida em nos últimos três anos foi de 12,9% a.a em janeiro de 2017 (BACEN, 2020).

Tabela 7- Rentabilidade do investimento em P&D: Fase agrícola e agroindustrial

Fase	Taxa Interna de Retorno TIR	Relação Benefício/Custo B/C (6%)	Valor Presente Líquido VPL (6%)
Agrícola	98,1%	557,76	R\$1.357.293.000,00
Agroindustrial	101,1	648,89	R\$ 1.579.241.000,00

A relação de benefício custo obtida na fase agrícola foi de R\$557,76 e na fase agroindustrial R\$ 648,89. Pode-se então inferir que para cada R\$ investido na pesquisa até 2021, conforme data de finalização do projeto, a tecnologia retorna esses valores em diferencial de receita obtida com a produção de canola em grãos, relativamente ao milho safrinha, e com a produção de óleo de canola, em comparação ao óleo de soja, respectivamente. Ao final de 20 anos, a tecnologia gera um VPL de R\$ 1.357.293 mil na fase agrícola e R\$ 1.579.241 na fase agroindustrial. Dessa forma, nos dois cenários avaliados, os benefícios econômicos obtidos pela pesquisa pagam todo o investimento realizado, com remuneração dos valores à uma taxa de 6% a.a e retorna os montantes de VPL ao final do período de 20 anos.

#### 4. Considerações Finais

Os resultados obtidos com o melhoramento genético da cultivar de canola tropicalizada até o momento demonstram que a tecnologia é promissora e tem grande potencial para contribuir como alternativa para o cultivo em safrinha na região Centro-Oeste, principalmente em um contexto de demanda crescente por diversificação de biomassa oleaginosa para atender a produção de biodiesel.

O impacto econômico foi significativo, tanto na fase agrícola quanto na fase agroindustrial, principalmente em razão do maior valor agregado da tonelada de canola, menor custo de produção em relação ao milho e maior rendimento em óleo em comparação com a soja. Vale ressaltar que no futuro a canola alcançará maiores produtividades, como resultado da substituição das variedades importadas por materiais desenvolvidos para as condições edafoclimáticas brasileiras.

Verificou-se que a tecnologia é promissora e tem grande potencial para beneficiar os produtores, pois será uma opção de cultura em safrinha de ciclo curto, podendo ser utilizada



na rotação de culturas nos sistemas de produção de grãos na região Centro-Oeste. Os benefícios para a indústria processadora referem-se à maior oferta de grãos com alto potencial energético, com ganhos de rendimento na cadeia produtiva de óleos vegetais (alimentício, biocombustíveis, oleoquímica, etc.) e dos farelos (proteína vegetal para produção animal e mercados diversos).

Nos cenários analisados neste estudo, observaram-se impactos econômicos relevantes na substituição de 10% da área ocupada com milho safrinha pela canola, da ordem de R\$ 776,4 milhões na fase agrícola e R\$ 903.125 mil na fase agroindustrial. Observou-se que o menor custo relativo do hectare da canola e a superioridade no preço da tonelada em relação ao milho fizeram a diferença na fase agrícola, enquanto o ganho na fase agroindustrial está relacionado ao maior rendimento em óleo da canola comparado à soja.

Um aspecto que deverá ser considerado em uma futura avaliação para a canola tropicalizada é o potencial produtivo que tem sido observada em ensaios comparativos com materiais não desenvolvidos no Brasil. Na etapa atual da pesquisa variedades tem alcançado produtividades de até 3.500 kg/ha com indicativos robustos de que cultivares/híbridos brasileiros alcancem rendimentos ainda mais altos. Esses cenários são promissores e podem expandir ainda mais os benefícios esperados com a tropicalização da canola.

A análise do retorno dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento indicou viabilidade econômica tanto na fase agrícola quanto agroindustrial, com TIR de 98,1% e 101,2%, respectivamente e VPL de R\$ 1.357.293 mil e R\$ 1.579.241, respectivamente, ao final de 20 anos.

Conclui-se que a tropicalização da canola e sua introdução na região Centro-Oeste é uma alternativa viável e com grande potencial para diversificar a base produtiva dos sistemas de produção de grãos no Brasil. No âmbito da cadeia produtiva de oleaginosas e biocombustível, os benefícios da tecnologia vão além dos indicadores econômicos na medida em que se amplia o espectro de opções na matriz de energias renováveis, com repercussões positivas no plano ambiental e social.

## Referências

ABIOVE. Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Estatística Mensal. Disponível em: <http://abiove.org.br/estatisticas/>. Acesso em: 06 de Jan. 2020.

ANP. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível. Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2019. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico/5237-anuario-estatistico-2019>. Acesso em: 06 de Jan. 2020.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Série Histórica das Safras. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>. Acesso em: 10 de Jan. 2020.

CSOB/MAPA. Câmara Setorial da Cadeia Produtiva de Oleaginosas e Biodiesel/ Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agenda de inovação para cadeia produtiva do biodiesel. Brasília, DF, v.1, 2019. 40 p. Disponível em: [https://www.biodieselbr.com/pdf/08112019171146\\_20191108\\_AgendaBiodiesel.pdf](https://www.biodieselbr.com/pdf/08112019171146_20191108_AgendaBiodiesel.pdf). Acesso em 22 de Jan. 2020.



EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Análise de conjuntura dos biocombustíveis: ano 2018. Ministério de Minas e Energia, 2019. Disponível em <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/analise-de-conjuntura-dos-biocombustiveis-2018>. Acesso em 20 de jan. 2020.

GUIDUCCI, R. C. N.; LAVIOLA, B. G. Cenários de ampliação da demanda de biodiesel e processamento de soja no Brasil. 7o Congresso Brasileiro da Rede Brasileira de Tecnologia e Inovação de Biodiesel. Florianópolis, SC, 2019. p. 871-872.

LAVIOLA, B. G.; SANTOS, A. dos; GOMES, E. S.; ROCHA, L. de S.; BORGES, M.; MENDONÇA, S.; GOUVÊA, J. A. de; RODRIGUES, E. V. Performance de genótipos de canola nas condições de Cerrado, Brasília, DF. Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Agroenergia, 2019. p. 20- 24.

MME. Ministério das Minas e Energia. MME publica resolução com aumento gradual da mistura de biodiesel ao diesel para 15%. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias>. Acesso em: 06 Ago. 2019.

SOUZA, D. T. , CARDOSO, A. N., ONOYAMA, M. M., SANTOS, G. S., BRASIL, B. S. A. F., CAPDEVILLE, G. Avaliação de impacto socioeconômico e ambiental de inovações tecnológicas no contexto de biorrefinarias: o Sistema Ambitec-Bioenergia. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2017. 34p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1077850/1/DOC23CNPAE.pdf> f Acesso em 10 de Jan. 2020.

SOUZA, DANIELA TATIANE; LAVIOLA, BRUNO GALVÊAS; SANTOS, GILMAR SOUZA, CAPDEVILLE, GUY; ESQUIAGOLA, MARCIA MITIKO ONOYAMA; SOUZA JÚNIOR, MANOEL TEIXEIRA. Cenários sobre contribuição do biodiesel para ampliar a participação de biocombustíveis na matriz energética brasileira em 2030. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2017. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/162254/1/DOC-22-CNPAE.pdf>. Acesso em 10 de Jan. 2020.