



## ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DOS MODELOS AGRÍCOLA E INDUSTRIAL DE UTILIZAÇÃO DO ÓLEO DE CRAMBE NA CADEIA PRODUTIVA DE BIODIESEL EM MATO GROSSO DO SUL

Renato Roscoe<sup>1</sup>; Dirceu Luiz Broch<sup>1</sup>; Willian Souza Lima Nery<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fundação MS, renatoroscoe@fundacams.org.br

**RESUMO** – O crambe (*Crambe abyssinica*) é uma oleaginosa com bom potencial para a diversificação da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil. Entretanto, pouco se conhece da viabilidade agrícola e industrial da cultura. O objetivo do trabalho foi identificar as variáveis de maior relevância para os modelos agrícola e industrial de utilização do crambe na cadeia produtiva do biodiesel no estado de Mato Grosso do Sul. A partir da construção de dois modelos de produção, um agrícola e outro industrial, na região de Dourados-MS, foram analisadas as variáveis independentes de maior impacto na rentabilidade final do produtor e da indústria de óleo. No modelo agrícola as variáveis mais impactantes foram o valor do grão pago pela indústria e a produtividade da cultura. Para o modelo industrial, o valor pago ao produtor, o valor de venda do óleo e a eficiência de extração. Observou-se que a cadeia tem gerado maior rentabilidade para o agricultor (62%), quando comparado à indústria (20%). Entretanto, como o preço do grão pago pela indústria foi a variável de maior relevância para ambos os modelos e como há poucos compradores de crambe no mercado, pode-se concluir que o ambiente será favorável à pressão da indústria para redução no valor do grão, de modo a equilibrar a rentabilidade entre os dois setores.

**Palavras-chave** – crambe; rentabilidade; modelo industrial; modelo agrícola

### INTRODUÇÃO

O Programa Nacional de Uso e Produção de Biodiesel tem como uma de suas metas a diversificação das fontes de matéria prima para a produção do biocombustível. São poucas as alternativas de oleaginosas com potencial para utilização na produção de biodiesel em larga escala no Brasil Central e, particularmente, em Mato Grosso do Sul (Roscoe et al., 2007). Segundo estes autores, somente a soja teria volume de produção e organização adequada da cadeia para atender ao Programa. Culturas tradicionais, como girassol e amendoim, e ainda pouco difundidas no estado, como mamona, nabo forrageiro e crambe, teriam que passar por um intenso trabalho de organização da cadeia produtiva.





Neste sentido, o crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) apresenta características importantes, como custo baixo, ciclo curto, tolerância a seca e a baixas temperaturas, podendo ser plantado mais tardiamente, em épocas em que os riscos para as demais culturas de safrinha seriam muito elevados na região Centro Oeste (Pitol et al., 2010). Sendo uma cultura totalmente mecanizada, utilizando as mesmas estruturas de soja (plantadoras, colhedoras, armazéns etc.), o crambe tem um grande potencial de expansão como alternativa de segunda safra em boa parte do Centro Oeste (Roscoe & Delmontes, 2008).

O óleo de crambe, que representa até 38% dos grãos em base seca, não é comestível e não compete diretamente com o mercado de alimentos (Knights, 2002). Rico em ácido erúico (em média 55%), esse óleo possui características importantes para a indústria química, sendo utilizado em lubrificantes, adjuvantes para aplicação de pesticidas e como agente deslizante em ligas plásticas (AIR, 1997). A produção de biodiesel com óleo de crambe pode trazer vantagens, pois o óleo apresenta baixo ponto de fusão (-12°C) e alta estabilidade oxidativa (Pitol et al., 2010), sendo muito interessante para misturas com matérias primas de qualidade inferior.

A viabilidade técnica de uma nova alternativa de oleaginosa para a cadeia produtiva do biodiesel envolve aspectos técnicos, econômicos e legais (Roscoe et al., 2007). O crambe tem apresentado excelentes resultados técnicos em Mato Grosso do Sul, como fruto de 14 anos de pesquisa da Fundação MS (Pitol et al., 2010). Os aspectos legais também estão parcialmente equacionados, havendo variedade devidamente registrada no Registro Nacional de Cultivares e sistema de produção estabelecido (Pitol et al., 2010). Somente o zoneamento agrícola ainda não foi realizado, mas encontra-se em andamento. Com relação à viabilidade econômica, a análise deve contemplar dois atores importantes na cadeia, o produtor rural e a indústria de processamento. Não havendo rentabilidade para ambos os setores, a cadeia produtiva não consegue se estabelecer de forma viável.

Fatores importantes para a viabilidade da atividade do produtor rural são os custos dos insumos, a produtividade alcançada e o valor pago ao produto pela indústria. O transporte até a indústria também representa item de custo fundamental para a viabilidade da cadeia, sobretudo porque o peso específico do crambe é de 340 kg m<sup>-3</sup> (Pitol et al., 2010). Pelo lado da indústria, fatores importantes são os custos envolvidos na aquisição da matéria prima e no seu processamento, eficiência de extração de óleo e valores de comercialização de seus produtos e subprodutos.

O objetivo do presente trabalho foi identificar as variáveis de maior relevância para os modelos agrícola e industrial de utilização do crambe na cadeia produtiva do biodiesel no estado de Mato





Grosso do Sul, visando a sua utilização como oleaginosa alternativa no escopo do Plano Nacional de Produção e Uso de Biodiesel.

## METODOLOGIA

A análise foi realizada tomando-se como base uma unidade de processamento de óleos no Município de Dourados, MS. O município é um pólo regional de produção de grãos e abriga a única usina de biodiesel em funcionamento no estado de Mato Grosso do Sul.

Para definição do modelo agrícola, foi feita coleta de dados junto a especialistas da Fundação MS, assim como produtores de semente certificadas de crambe na região de Maracaju, Antônio João e Sidorlândia, todos em Mato Grosso do Sul (Tabela 1). O sistema consistiu em plantio de crambe em safrinha, após soja; sem a aplicação de fungicidas e inseticidas; solos corrigidos e sem aplicação de fertilizantes, utilizando a adubação residual da soja; dessecação da área com glifosato, antes do plantio; plantio direto com plantadeira de soja, com o espaçamento de 45 cm e utilização de 15 kg de semente por ha; colheita com colhedeira de soja, considerando um rendimento de colheita por área (número de horas máquina por ha), semelhante ao da soja; densidade do grão de 340 kg ha<sup>-1</sup>; transporte até unidade beneficiadora em média de 25 km; e custos com limpeza e secagem semelhante aos custos da soja e milho na região (Tabela 1).

Para a definição do modelo industrial, foram consideradas as informações coletadas junto a esmagadoras de pequeno e grande porte, localizadas em Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e São Paulo. O modelo constitui em unidade de esmagamento por prensagem mecânica, com preaquecimento em cozinhador e passagem dupla em prensas tipo extrusoras conectadas em série, sendo o óleo posteriormente decantado e filtrado antes da comercialização. Considerou-se que a torta obtida pela extração foi comercializada com a umidade final após extração (6%), sem correção para 12% como permitido pela legislação. Não foram considerados custos significativos de armazenamento da torta, sendo a mesma comercializada imediatamente.

Os valores base das variáveis independentes dos modelos foram coletados em estabelecimentos comerciais da região (insumos agrícolas), junto à Fundação MS (sementes certificadas e valor médio de comercialização dos grãos na região), à Marca S Consultoria (valores de venda da torta de crambe e valores médios de serviços agrícolas na região) e à Biocar (custos médios de esmagamento). Foram ainda coletados dados secundários sobre o histórico do preço do óleo de soja na Abiove ([www.abiove.com.br](http://www.abiove.com.br)) e IGP-DI no Ipea ([www.ipeadata.gov.br](http://www.ipeadata.gov.br)). Os valores de transporte







entre a indústria e a praça de São Paulo foi calculado com base em cotações feitas em três transportadoras.

A partir dos valores básicos estimados pelos modelos agrícola e industrial, foi feita uma análise de sensibilidade, buscando identificar as variáveis mais importantes na determinação da margem bruta do produtor rural e da indústria, conforme metodologia descrita por Bekman & Costa Neto (1980), sendo construídos Diagramas Tornado para a melhor visualização e análise (Eschenbacch, 1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O custo de produção médio estimado para o produtor rural da região de Dourados em Mato Grosso do Sul foi de R\$ 246,21, sendo que 43% deste custo estiveram relacionados com operações agrícolas, 40% insumos e 17% pós-colheita, considerando uma distância média de 20 km até a unidade de recebimento (Tabela 1). Com uma produtividade esperada de 1.000 kg ha<sup>-1</sup> de grãos e um valor por tonelada de R\$ 400,00 na indústria, estima-se uma margem bruta para o produtor rural de R\$ 153,79 ou 62% em relação ao custo.

Analisando-se os fatores que mais afetam a rentabilidade do produtor, observa-se pela análise de sensibilidade que os maiores impactos decorreram da variação no valor pago pela indústria e a produtividade de grãos esperada (Figura 2 e 3). Reduzindo-se em 15% o valor pago pelo grão ao produtor sua margem cai de 62% para 38% (Figura 3). Por outro lado, com um aumento de 15%, ou seja, passando para R\$ 460,00 por tonelada, a margem sobe para 87%. Aumentando a produtividade esperada em 15% (1.150kg ha<sup>-1</sup>), a rentabilidade do produtor chegaria a 82% (Figura 3). O aumento da produtividade pode ser buscado pelo produtor com o uso de técnicas adequadas de manejo e de sementes de qualidade. Decisões que muitas vezes não oneram a produção mas que podem otimizar a produtividade devem ser buscadas, tais como plantio nas épocas recomendadas, com materiais adequados e seguindo as orientações técnicas. Entretanto, a variável de maior impacto, ou seja, o valor pago pela indústria pode ser pouco afetado pelo produtor, principalmente se estiver em uma região com poucos ou um único comprador, como em Dourados.

A margem média da indústria na obtenção de óleo de crambe, conforme estabelecido pelo modelo industrial, foi de R\$ 98,00 por tonelada processada, ou 20% de retorno sobre os custos (Tabela 2). As variáveis de maior impacto para a rentabilidade da indústria foram o valor pago pelo grão ao produtor, com efeito negativo, e o valor de venda do óleo e eficiência de extração, com efeito positivo (Figuras 4 e 5). A eficiência de extração é uma variável que pode ser trabalhada pela empresa até





certos limites técnicos, enquanto a venda do óleo é definida pelo mercado. O preço de compra da matéria prima pode ser também influenciado pela indústria, desde que a concorrência assim o permita. Para o caso do crambe, que possui um baixo peso específico (inviabilizando transporte a longas distâncias) e poucas empresas atuando no mercado, a indústria tem maior poder para atuar na determinação dos preços.

Em termos de rentabilidade absoluta por tonelada de grão processado, o produtor tem sido privilegiado em relação à da indústria. Enquanto a rentabilidade média foi de 62% para o produtor (Figura 2 e 3), esteve em 20% para a indústria (Tabela 2). Entretanto, não se podem comparar os riscos aos quais os produtores estão expostos como os da indústria, o que justificaria uma maior rentabilidade para a atividade agrícola.

Observa-se que a magnitude de alteração na margem da indústria foi significativamente maior do que no modelo agrícola, evidenciando uma maior vulnerabilidade da indústria à alteração das variáveis de maior relevância. O valor de compra dos grãos foi a variável mais impactante em ambos os modelos. Nota-se que a redução no valor de compra dos grãos em 15% diminui a rentabilidade do produtor para 38%, mas ao mesmo tempo aumenta a rentabilidade da indústria para 37%, equilibrando mais a cadeia em termos de rentabilidade.

## CONCLUSÃO

No arranjo atual da cadeia produtiva do crambe na região de Dourados-MS, o produtor pode obter margem substancialmente maior do que a margem da indústria. Entretanto, das variáveis que mais afetam tanto o modelo agrícola quanto o industrial, o valor pago pela indústria tem o maior impacto. Como se trata de uma cultura nova na região estudada, a presença de um ou poucos compradores pode afetar o balanço de forças entre a indústria e o produtor, podendo ser esperada pressão para redução dos valores pagos e para um maior equilíbrio entre a margem da indústria e do agricultor.





## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIR Crambe abyssinica, a comprehensive program – Workshop – Part 4 – Utilization. Summary information. AIR3-CT94-2480, 1997 (<http://www.biomatnet.org/secure/Air/F709.htm>).

BEKMAN, O. R.; COSTA NETO, P. L. O. Análise estatística da decisão. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 124p.

ESCHENBACH, T. G.; Spiderplots versus Tornado diagrams for Sensitivity Analysis; Interfaces, 1992, 6, p.40.

KNIGHTS, E.G. Crambe: A North Dakota case study. A Report for the Rural Industries Research and Development Corporation, RIRDC Publication No. W02/005, Kingston, 2002. 25p. (<http://www.rirc.gov.au>).

PITOL, C.; BROCH, D. L.; ROSCOE, R. Tecnologia e Produção: Crambe 2010. Maracaju: Fundação MS, 2010. 60p.

ROSCOE, R.; DELMONTES, A.M.A. Crambe é nova opção para biodiesel. Agrianual 2009. São Paulo: Instituto FNP, 2008. p. 40-41.

ROSCOE, R.; RICHETTI, A.; MARANHO, E. Análise de viabilidade técnica de oleaginosas para produção de biodiesel em Mato Grosso do Sul. Revista de Política Agrícola, v.16, p.48-59, 2007.

Tabela 10 – Custo de produção médio da cultura de crambe na região de Dourados, MS.

Componentes de Custo	Unidade	Quant	Preço Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)	Porport. Component (%)	Porport. Total (%)
<b>A - Operações</b>						
Aplicação de herbicida (75 cv)	hm	0,5	30,00	15,00	14%	6%
Plantio/Adubação (100 cv)	hm	0,3	40,00	12,00	11%	5%
Transporte Interno (plantio) (75 cv)	hm	0,23	30,00	6,90	6%	3%
Aplicação Inseticida/Fungicida (75 cv)	hm	0	30,00	0,00	0%	0%
Colheita Mecânica	hm	0,66	110,00	72,60	68%	29%
A - Sub-Total Operações		1,69		106,50	100%	43%
<b>B - Insumos</b>						
Sementes	kg	15	4,50	67,50	69%	27%
Herbicida (glyphosato)	L	2	15,00	30,00	31%	12%
Fertilizante 8-20-20 + micro	kg	0	1,30	0,00	0%	0%
Fungicida/Inseticida	kg	0	10,00	0,00	0%	0%
B - Sub-Total Insumos				97,50	100%	40%
<b>C - Pós-Colheita</b>						
Transporte até Armazem	t	1	20,00	20,00	47%	8%
Recepção	t	1	2,17	2,17	5%	1%
Secagem	t	1	11,55	11,55	27%	5%
Limpeza	t	1	3,14	3,14	7%	1%
Armazenamento (1 mês)	t	1	3,33	3,33	8%	1%
Taxas Administrativas	t	1	2,02	2,02	5%	1%
C - Sub-Total Pós Colheita				42,21	100%	17%
<b>TOTAL COST (A+B+C)</b>				<b>246,21</b>		<b>100%</b>





Tabela 2 – Valores médios das variáveis do modelo industrial.

Variáveis	
Total de óleo nos grãos umidade de 9% (%)	35%
Eficiência de extração (% do óleo total)	71,4%
Quantidade de óleo extraído por tonelada de grão (kg)	250 kg
Quantidade de torta residual 6% umidade, por tonelada de grão esmagado (kg)	700 kg
Valor pago pelo grão na indústria (R\$/t)	R\$ 400,00
Custo médio de esmagamento por tonelada de grão (R\$/t)	R\$ 90,00
Valor médio histórico do óleo de soja CIF São Paulo + 12% ICMS (2001-2010) (R\$/t)	R\$ 1.998,31
Valor médio do transporte do óleo de Dourados a São Paulo (R\$/t)	R\$ 105,00
Valor médio de venda do óleo em Dourados (R\$/t)	R\$ 1.653,51
Valor estimado de venda da torta na indústria (R\$/t)	R\$ 250,00
Custo total por tonelada de grão processado (R\$/t)	R\$ 490,00
Receita Total por tonelada de grão processado (R\$/t)	R\$ 588,00
Margem Bruta da Atividade (R\$/t)	R\$ 98,00
Margem Bruta da Atividade Industrial (%)	20%

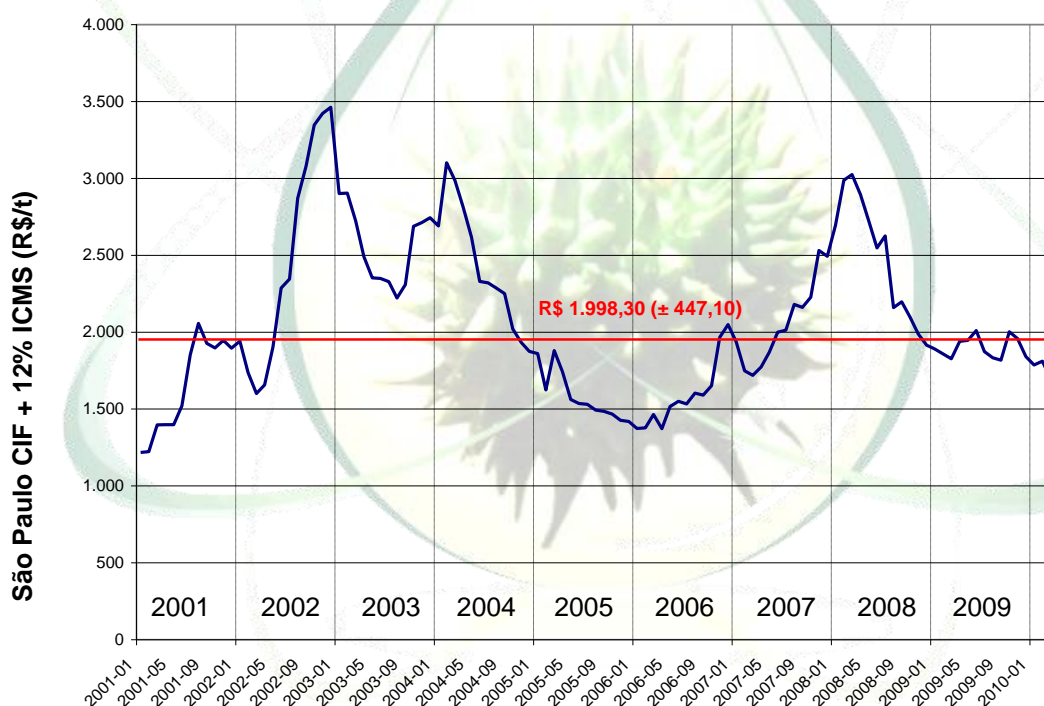


Figura 1. Variação dos preços históricos de óleo de soja posto São Paulo (CIF + 12% ICMS), corrigidos pelo IPC-DI, para valores atuais. A linha em vermelho representa a média corrigida de 2001 a 2010. Valor entre parêntesis representa o erro padrão da média.



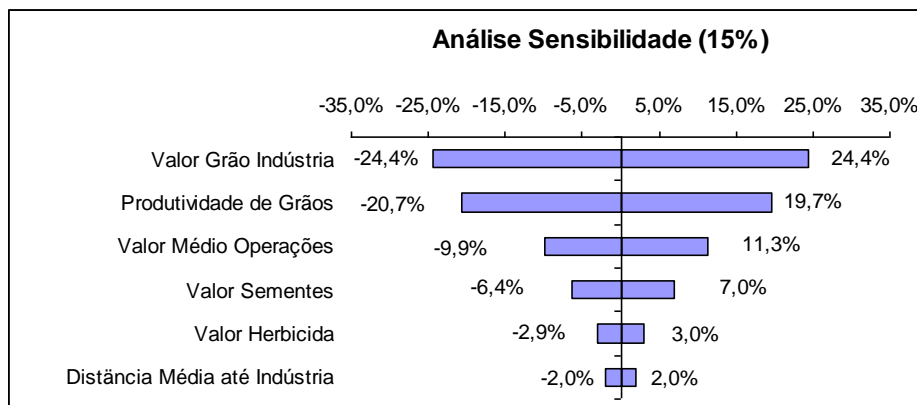


Figura 2. Diagrama Tornado mostrando a variação percentual da rentabilidade do produtor rural, em função de variações positivas e negativas de 15% em relação à média das variáveis independentes do modelo agrícola.

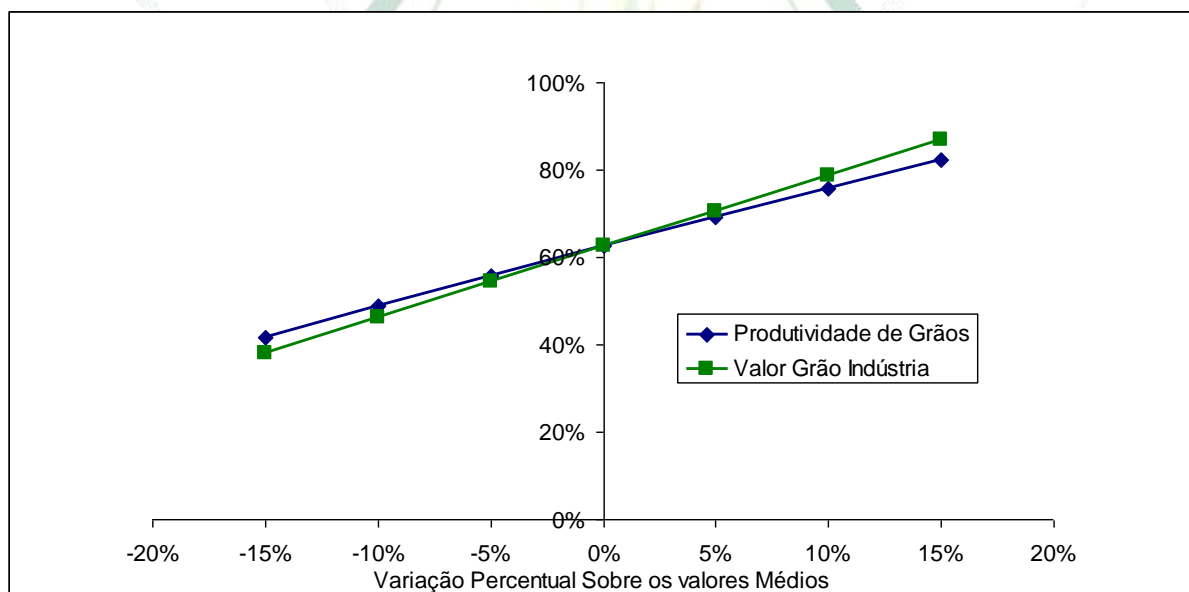


Figura 3. Variação na Margem Bruta do produtor rural com a cultura do crambe em Dourados, MS, em função da variação percentual das variáveis de maior impacto no modelo agrícola.



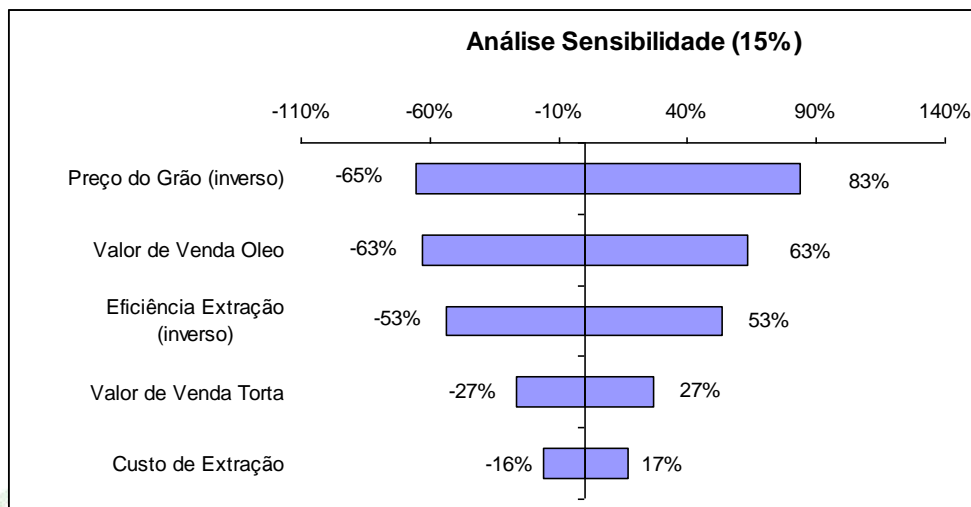


Figura 4. Diagrama Tornado mostrando a variação percentual da rentabilidade da indústria, em função de variações positivas e negativas de 15% em relação à média das variáveis independentes do modelo agrícola.

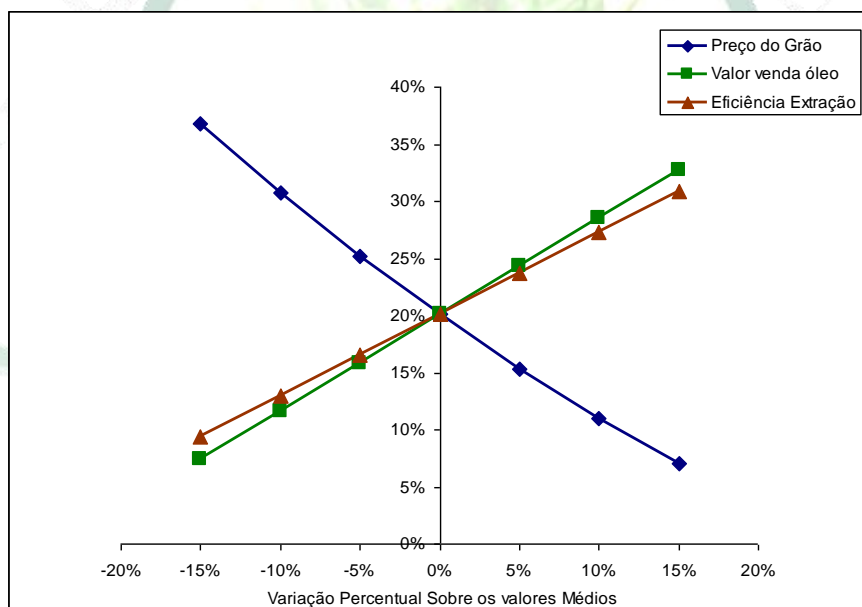


Figura 5. Variação na Margem Bruta da indústria com o processamento do crambe em Dourados, MS, em função da variação percentual das variáveis de maior impacto no modelo industrial.