

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS MEDIANEIRA
ESPECIALIZAÇÃO EM TECNOLOGIAS DA CADEIA PRODUTIVA DO BIOGÁS**

ANDRÉ VOSNIKA

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DO MILHO COMO
SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE BIOGÁS NO MATO GROSSO**

MONOGRAFIA

MEDIANEIRA

2019

ANDRÉ VOSNIKA

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DO MILHO COMO
SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE BIOGÁS NO MATO GROSSO**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Felipe S. Marques

MEDIANEIRA

2019



TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DO MILHO COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE BIOGÁS NO MATO GROSSO

por

ANDRE VOSNIKA

Esta Monografia foi apresentada em 3 de maio de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás. O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Felipe Souza Marques
Prof.(a) Orientador(a)

Janaina Camile Pasqual Lofhagen
Membro titular

Natalia Nunes dos Reis da Silva
Membro titular

RESUMO

VOSNIKA, Andre. **ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DO MILHO COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE BIOGÁS NO MATO GROSSO**. 2019. 28 páginas. Monografia (Especialização em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2019.

O Brasil se destaca no setor produtivo de milho, sendo atualmente o segundo maior exportador do produto no mundo. Entre os estados brasileiros, o Mato Grosso é o maior produtor, com a produção de 29,5 milhões toneladas do grão por ano. Desta produção, 70% é exportado. O milho é uma cultura energética muito utilizada na produção de biogás em diversas plantas da Europa. Avaliou-se, financeiramente, a possibilidade de utilizar o milho para a produção de biogás e energia elétrica para compensação de consumo. O resultado é positivo considerando as condições da safra de 2018, com VPL de R\$ 1,2 milhões e TIR de 12%. Além da viabilidade, a produção de energia forneceria uma ferramenta adicional em sua estratégia de comercialização, aumentando seu retorno ao longo dos anos. Constatou-se que o retorno financeiro é extremamente sensível à eficiência do sistema, onde aumento de 2% refletiria em um incremento de 2,8 milhões no VPL. Portanto mais vantajoso para o produtor adotar sistemas mais eficientes com este limite financeiro.

Palavras-chave: biogás; energia; milho; safra energética; viabilidade

ABSTRACT

VOSNIKA, Andre. **ANALYSIS OF ECONOMIC FEASIBILITY OF CORN BIOGAS PLANT IN MATO GROSSO STATE**. 2019. 28 pages. Monografia (Especialização em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2019.

The Brazilian corn production is a world highlight being the second largest exporter of the grain. The Mato Grosso state leads the internal production with 29,5 million metric tons per year of which 70% is exported. As corn is an energy crop largely used in biogas plants in Europe, a financial analysis was conducted to test the feasibility of using corn for the biogas and electric energy production in the Mato Grosso state. Considering the conditions of 2018 crop, the result is positive, with a NPV of R\$ 1,2 million and IRR of 12%. Moreover, the energy production would provide an additional tool to the producer commercialization strategy to arbitrate between corn sale and energy production. Additional results show the high return sensitivity to system efficiency, where a 2% increase would deliver additional R\$ 2,8 million to the project NPV. In this way it proves that is worth to the producer to seek more efficient plants with the financial limit of this increment.

Keywords: biogas; energy; corn; energy crop; feasibility

1.INTRODUÇÃO	13
2.MATERIAIS E MÉTODOS	15
2.1 CENÁRIO DO PRODUTOR RURAL	16
2.2 CUSTOS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA.....	17
2.3 PRODUÇÃO DE BIOGÁS E DADOS DE ENERGIA ELÉTRICA	19
2.4 MODELO FINANCEIRO	20
2.5 ANÁLISES DE PREÇO E SENSIBILIDADE.....	21
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
3.1 CENÁRIO BASE.....	22
3.2 SENSIBILIDADE PREÇO DO MILHO X PREÇO DA ENERGIA.....	23
3.2 SENSIBILIDADE DE RETORNO FINANCEIRO EM RELAÇÃO À EFICIÊNCIA DO SISTEMA.....	25
4. CONCLUSÕES	27
REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

O Brasil hoje é o 2º maior exportador de milho no mundo hoje. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) a estimativa é que no próximo ano safra a exportação será de 31 milhões de toneladas, este volume corresponde a aproximadamente um terço da nossa produção estimada de 90,4 milhões. Ou seja, em safras cheias, para o Brasil se tornar deficitário em milho, teríamos que aumentar toda a cadeia econômica de consumo do produto em 50%, visto que a estimativa é que utilizaremos 62,5 milhões dentro do país. Entre os estados, as maiores participações são: 29,9% Mato Grosso, 19,1% Paraná, 10,2% Goiás, 10,1% Mato Grosso do Sul e 8,2% Minas Gerais, sendo 25,4% pertencentes a outros estados da nação. (CONAB – Acompanhamento Brasileiro de Safra, 2018, p. 74)

Desde a safra de 2011/12, o país cresceu acentuadamente sua produção do grão, movido pela adoção da produção de milho durante a segunda safra, em que o produtor consegue obter, em um único ano safra, duas culturas em que, geralmente, planta soja durante o verão e milho durante o inverno. Esta atividade ocorre principalmente nos estados do Mato Grosso, Paraná, Mato Grosso do Sul e Goiás. Além de remunerar melhor a terra com duas safras, o plantio do milho ajuda na rotatividade da terra e auxilia no tratamento desta para o plantio de soja, pois, na colheita, as máquinas agrícolas atuais separam somente o grão, deixando todo o resto do vegetal sobre o solo. Este material serve como cobertura para o solo, aumentando a capacidade de retenção de água o que é essencial para melhor produtividade da próxima cultura que será plantada.

As projeções de longo prazo do MAPA (Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento) mostram que o cenário de um Brasil com superavitário na produção de milho se manterá pelos próximos dez anos, como mostra a Figura 1 abaixo. Concluindo que há muito espaço para utilização do grão no mercado nacional. (Projeções do Agronegócio - MAPA, 2018, p. 28)

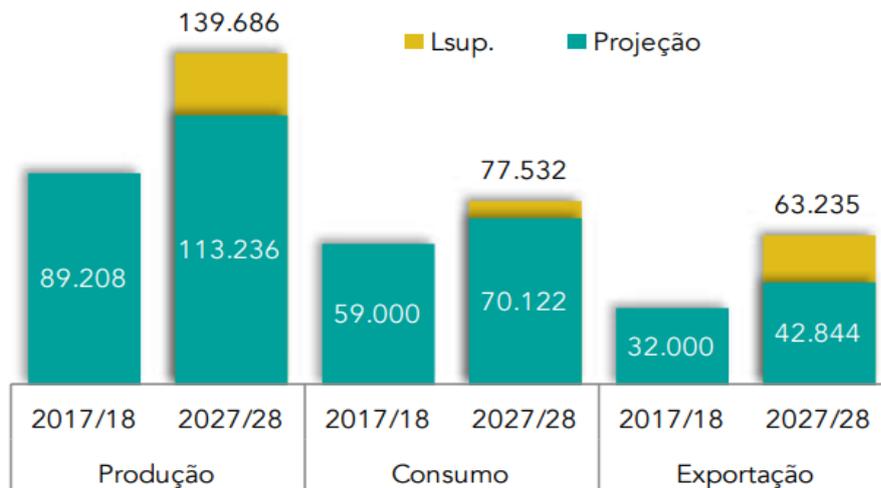


Figura 1 - Projeção de produção, consumo e exportação do Brasil em 10 anos.
Fonte: MAPA

O excedente da produção de milho já está em atenção por produtores de energia a partir do produto. O Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária (IMEA) constantemente investiga a cadeia agropecuária, principal motor econômico do estado, para encontrar novas oportunidades de agregar maior valor econômico com novas atividades no setor. Um grande foco é dado ao milho produzido no estado, pois somente 15% de sua produção de 29,5 milhões de toneladas é consumida no mercado mato-grossense, todo excedentes é destinado a outros estados do país e, principalmente, para exportação. Um estudo realizado no ano passado, avaliou plantas de etanol a partir do milho em integração com a pecuária, para aproveitamento de subprodutos ricos em proteína e destinado a ração animal. Para tal análise, os preços locais do milho, etanol, bem como os dados técnicos de produção foram analisados. Os resultados econômicos para tal empreendimento, na região médio-norte do estado, mostraram indicadores financeiros de Payback de 6 anos com uma TIR de 27,3%. Isto mostra que opções energéticas estão sendo adotadas devido ao alto retorno financeiro no estado. (Clusters de Etanol de milho em Mato Grosso - IMEA, 2017, p. 4)

Nos Estados Unidos, maior produtor mundial de milho com aproximadamente 370 milhões de toneladas anuais, grande parte do grão é destinado para a produção de etanol: 30% do consumo, ou aproximadamente 112 milhões de toneladas, é destinada a produção de etanol para ser usada como combustível (WASDE, 2018, p. 12). Já na Europa, a produção de biogás é bastante difundida, onde, em 2014, foram produzidos 14,9 Mtoes de energia equivalente do gás. Estima-se que metade de

toda esta produção é proveniente de “Safras energéticas”, que são produções agrícolas destinadas a produção energética, e cujo principal produto é o milho. (KAMPMAN, B. et al, 2017)

Entre as safras energéticas, o milho, considerando a digestão anaeróbica de todos os componentes da planta, fica somente atrás da batata em produção de metano por hectare, com potencial de produção de até 18540m³/ha e entre 397 e 618 m³/t. Em outro trabalho experimental, Hutnan et al (2010, p. 2), realizou testes de laboratório para produção de biogás a partir somente dos grãos de milho, encontrando resultados de produção de 0,770 m³/kg para biodigestão mesofílica (35°C). Além disso, há muitas variedades de produto hoje que são utilizadas. Uma série de experimentos foi realizada com quinze variedades de milho e híbridas, em condição de digestão mesofílica, e encontrou que a variedade PIXXIA (FAO 420) apresenta a melhor produção de biogás por ha, com 16.447,2 Nm³/ha. Já a consultoria de bioeconomia britânica NNFCC aconselha utilizar um valor conservador de produção para plantas operacionais de 0,560 m³ de biogás por tonelada de grão digerido. Ou seja, mundialmente já há pesquisas e desenvolvimentos genéticos de espécies com finalidade energética. (VINIDIS P. et al, 2010)

No Brasil, conforme discutido, a produção de energia a partir do milho, seja combustível, térmica ou elétrica, ainda é embrionária. Com a produção e pesquisa atuais, o país está caminhando para um cenário mais próximo as EUA, com o uso do milho para produção de etanol. Porém, por que não utilizarmos o produto para produção de biogás, como fazem os europeus?

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho elaborado foi baseado em pesquisa bibliográfica buscando na literatura especializada modelos de funcionamento para valores técnicos de produção de plantas de biogás movidas à milho. Para a análise financeira, utilizou-se indicadores como o Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR), que indicam, respectivamente, quanto o projeto vale considerando os fluxos

de caixas futuros trazidos ao presente e o retorno financeiro percentual sobre o investimento no projeto.

Para uma visão geral da cadeia de valor do produto, fontes de órgãos de pesquisa e governamentais, como CONAB, CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada) e IMEA foram utilizados para construção da visão de mercado. Em luz dos dados de produção, custos e utilização, foi construído um arranjo técnico e financeiro, obtendo um modelo de simulação como resultado. Estudos da aplicação do biogás foram conduzidos com base no valor agregado de sua utilização pelo produtor rural. Para tal análise, foi conduzido um estudo dos custos para produção de energia elétrica, com base no regime de compensação das resoluções ANEEL 482/2012 e 687/2015, que, segundo Coelho et al (2014, p. 6), o uso próprio da energia produzida tem o maior retorno entre os usos, térmicos, próprio e venda no livre mercado. Por fim, com o modelo financeiro, buscou-se identificar os principais pontos críticos e sensíveis para comprovar ou refutar a viabilidade econômica da aplicação considerando o regime de compensação de energia.

2.1 CENÁRIO DO PRODUTOR RURAL

Considera-se um cenário para análise em que o produtor rural é proprietário e que a planta fique localizada na zona rural, adjacente à área de produção agrícola. A localidade permitiria que o digestato fosse utilizado como fertilizante e com área suficiente para seu aproveitamento. A análise em questão não inclui o retorno econômico ocasionado por esta utilização, tornando o modelo de retorno mais conservador. Portanto, será considerado como fonte de receita somente a economia de energia elétrica desta utilização, assumindo que outras atividades, como secagem e armazenagem e outras atividades do produtor comportem toda a energia gerada.

Para efeito de comparação do retorno, consideraremos um cenário base, com os custos de produção agrícola e receita proveniente da venda do milho. Lembrando que se trata da produção de milho safra inverno, que é cultivado anualmente após a

colheita de soja. Tal prática é comum no mercado pois a colheita é realizada coletando apenas os grãos do produto, deixando todo o resto da planta no solo. Este material tem como função a cobertura do terreno, melhorando as propriedades do solo e servindo como cobertura para reduzir a transpiração e aumentar a umidade, trato para o próximo plantio de soja. Considerou-se então um perfil de um produto de tamanho médio da região estudada: uma área de plantio de 3000 ha em que 55% desta área é convertida em milho 2º safra, ou seja, 1650 ha. Com estes dados, resulta-se numa produção anual de 11.085 t de milho por safra.

2.2 CUSTOS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA

O IMEA realiza mensalmente uma estimativa de custos de produção agropecuária no estado do Mato Grosso, dividido por cultura, região do estado e tecnologia adotada no plantio. Para o presente trabalho, adotou-se como referência a região médio-norte, por ser a região com maior produção no estado e alta tecnologia devido ao maior retorno financeiro. Portanto, como referência, utilizaremos o custo operacional de R\$ 2532,99/ha. Adotando a produtividade média sugerida pelo IMEA de 111,9 sc/há (6,72 t), os custos operacionais equivalem a 21,25 R\$/sc (354,20 R\$/t), conforme exemplificado no gráfico abaixo. Lembrando que os custos agrícolas também são variáveis ao longo dos anos, visto que há insumos, como fertilizantes e químicos, que possuem preço variável e dependente do câmbio e momento de compra. Não é o foco do trabalho entrar numa discussão detalhada de custos agrícolas, por este motivo adotamos os custos projetados do relatório do IMEA. De fonte do mesmo instituto, os dados históricos de preço foram coletados para região, com uma visão histórica de preços trimestrais e a média mensal de preços praticados no ano de 2018. (Relatório de Custos de Produção Agrícola - IMEA 2018, p. 2)

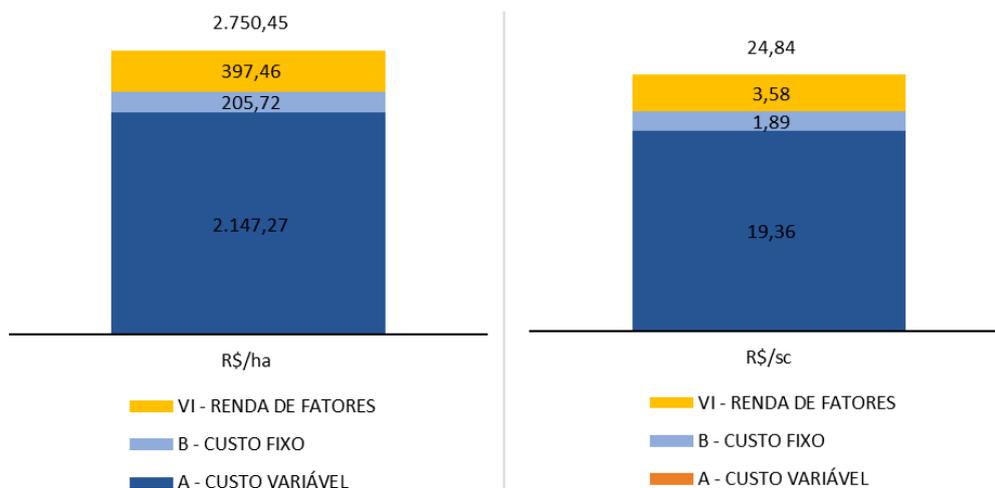


Figura 2 - Composição dos custos agrícolas.
Fonte: Autoria própria com dados do IMEA (2019).

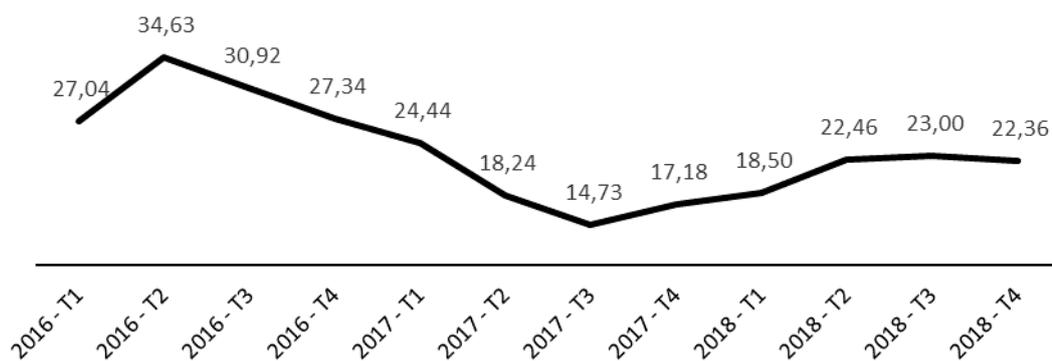


Figura 3 - Média trimestral do preço da saca do milho na região Médio-Norte do Mato Grosso.
Fonte: Autoria própria com dados do IMEA (2019).

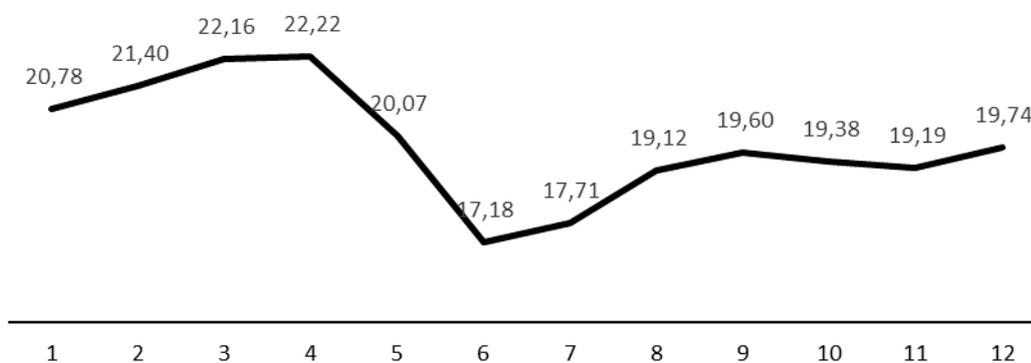


Figura 4 - Média mensal de preço da saca do milho na região Médio-Norte do Mato Grosso.
Fonte: Autoria própria com dados do IMEA (2019).

2.3 PRODUÇÃO DE BIOGÁS E DADOS DE ENERGIA ELÉTRICA

A planta de biogás utilizada será considerada como um modelo CSTR, mesmo largamente utilizado na produção de biogás a partir de milho na Europa, com um sistema de geração de energia elétrica a partir da combustão com eficiência fin 6 energia utilizada para alimentar o próprio sistema, assim como um poder calorífico de 21.600 kJ/m³ de biogás, conforme é indicado pelo Guia Técnico Ambiental de Biogás na Agroindústria. O detalhamento do melhor arranjo técnico não será aprofundado e valores de mercado e bibliografia de plantas operacionais serão utilizados.

Para estimar a energia gerada pelo sistema, conforme citado na seção de Introdução, a consultoria de bioeconomia britânica NNFC aconselha a utilização de uma produção de 560 m³ de biogás por tonelada de milho digerida anaerobicamente em plantas operacionais, valor que será considerado para desenvolvimento do trabalho.

Considerou-se ainda que a planta trabalha durante o ano todo para não interromper e realizar reativações do biodigestor, com regime de operação durante 360 dias no ano com o motogerador operando durante 22 horas por dia. O milho necessário para a produção seria armazenado em silos durante a colheita para sua utilização ao longo do ano. Com os dados de produção anual de milho calculados a Seção 2.1 de 11.085 t, produção de biogás, poder calorífico e tempo de operação, estimou-se que uma potência aproximada de 1,4 MW instalada é necessária para atender ao suprimento energético.

Quanto aos dados de energia elétrica, foram considerados valores de custo de energia segundo a tarifa vigente da Energisa, concessionária da região matogrossense. Como trata-se de zona rural, considerou-se a tarifa B2-Rural de 0,3977 R\$/kWh e alíquotas de imposto para a classe de 1,65%, 7,6% e 30% para PIS, COFINS e ICMS respectivamente, conforme dados disponibilizados também pela concessionária. O preço final pago pelo produtor, com impostos, então é de 0,65 R\$/kWh. Para o modelo consideraremos a compensação total segundo a resolução ANEEL 482 e a isenção de ICMS para geração distribuída vigente no estado. (ENERGISA, 2019)

2.4 MODELO FINANCEIRO

O modelo financeiro para avaliação do projeto foi realizado com o método de Fluxo de Caixa Descontado oriundo do projeto do biogás sobre o cenário base de produção e comercialização agrícola. Portanto dois modelos foram realizados para comparação, um somente com a operação agrícola e outro com a planta de biogás instalada, em que o milho não é vendido, mas sim utilizado para produção de energia elétrica conforme discutido anteriormente. Indicadores financeiros como Valor Presente Líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e Payback descontado foram utilizados para avaliar financeiramente a viabilidade dos projetos em questão.

O investimento inicial foi estimado com base na bibliografia em que, para o cenário brasileiro, o custo total de uma planta é de aproximadamente 6 milhões por MW de potência instalada (MARQUES F., 2016, p.4), chegando a um custo inicial de aproximadamente R\$ 8,45 milhões.

Os dados para estimativa foram baseados no Guia Técnico Ambiental de Biogás na Agroindústria para o Custo Anual de Operação e Manutenção sendo 3% do investimento inicial e 7 Materiais e Seguro sendo 2% do custo inicial. Com base no mesmo manual, adotou-se um tempo de implementação de 1 ano para a usina e uma vida útil e depreciação de 15 anos para os equipamentos em questão. (Guia Técnico Ambiental do Biogás na Agroindústria – FEAM, 2015, p. 51)

Além disso, como o produtor fará estoque com sua produção de milho para o consumo ao longo de todo ano, considerou-se um custo de armazenagem, também referenciado pelo IMEA para a região de 8 R\$/t.mês no modelo. (Relatório de Custos de Produção Agrícola – IMEA, 2018, p. 2)

Utilizou-se da premissa que os equipamentos, cerca de 70% do custo, seriam financiados pela linha de crédito para energias renováveis do FINAME do BNDES, adotando os dados disponíveis no site do banco de 1 ano de carência, 10 anos para liquidação do investimento e taxa de financiamento igual a 8,5% a.a., valor que também foi considerado como custo de capital do produtor. (BNDES Finame, 2019)

Para o modelo base, utilizou-se o um preço de R\$ 21,00/sc de milho, próximo à média praticada no ano de 2018 na região e, para energia, conforme discutido anteriormente, a tarifa vigente de 0,3977 R\$/kWh.

Como o produtor não receberá a receita proveniente da venda do milho, considerou-se que, no primeiro ano de operação da usina, somente os custos agrícolas, sem receita. Valor que é recuperado no último ano, visto que, com horizonte estreito ao projeto, não haverá plantio destinado à produção de energia. Nota-se que este custo é equivalente ao capital de giro requerido pelo projeto.

2.5 ANÁLISES DE PREÇO E SENSIBILIDADE

Para analisar a viabilidade da planta, dois valores variáveis são essenciais para determinar a lucratividade ou não do projeto: o custo de venda do milho e o custo da energia elétrica. São as duas principais fontes de receita, portanto uma análise comparando o modelo puramente agrícola e o modelo com produção de energia foi realizada variando o preço do grão e montando uma fronteira de viabilidade com o preço da energia em que valeria a pena construir a usina. Com base nos valores históricos discutidos anteriormente, adotou-se a faixa de preço entre 12 R\$/sc e 36 R\$/sc, valores praticados entre 2016 e 2018

Além disso, há possibilidade de se instalar equipamentos mais complexos para a produção de energia elétrica, o que resultaria numa maior eficiência do sistema com a contrapartida de um aumento de custo. Uma análise do modelo de produção de energia foi realizada variando a eficiência do sistema e vendo como resultado o VPL e payback descontado. Desta forma, o investidor pode utilizar estes dados e para determinar o quanto a maior pode desprender no projeto para que tenha o maior retorno possível e encontrar um valor ótimo de retorno sobre seu investimento. O indicativo servirá para avaliar plantas com outros sistemas e ciclos de produção de energia, outras máquinas termelétricas, sistema de reaproveitamento que não serão especificados no trabalho. Utilizou-se a faixa entre 30% e 40% de eficiência de produção para analisar as mudanças no VPL, TIR e Payback descontado do projeto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CENÁRIO BASE

Abaixo, na Tabela 1, seguem as informações resumidas das premissas adotadas, e justificadas anteriormente, para o cenário base e os resultados financeiros do modelo agrícola, somente com venda de milho, e o modelo com produção de energia a partir do grão foram expostos.

Tabela 1 - Principais premissas utilizadas no modelo.

Consumo anual milho	11.085 t
Produção biogás	6.207.617 m ³
Potência instalada	1,4 MW
Eficiência Sist.	30%
Produção de energia	11.173 MWh
Preço Milho	21,0 R\$/sc
Preço energia	0,65 R\$/kWh

Fonte: Aatoria própria

Tabela 2 - Resultados financeiros para o modelo base.

	Venda Milho	Comp. Energia
Receita Anual [R\$]	3.879.761	6.950.351
VPL [R\$]	632.947	1.184.792
TIR	-	11%
Payback descontado		15 anos

Fonte: Aatoria própria

Conforme mostra acima, ambos os projetos possuem retorno positivo com as premissas adotadas. O modelo tem suas limitações pois supões que em todos os anos os custos agrícolas e preço de venda do milho seriam os mesmos, o que é uma possibilidade extremamente baixa de ocorrer. Entretanto, com todas as premissas adotadas num cenário de safra muito próximo ao ocorrido em 2018, nota-se que, mesmo com um Payback ocorrendo somente no último ano do projeto, o VPL da compensação de energia elétrica é superior ao modelo puramente agrícola,

com uma TIR de 11% e valor de R\$ 1,18 milhão frente a um valor de R\$ 632 mil do modelo de comercialização do grão.

Vale lembrar que o projeto não considera potenciais economias com o uso do digestato como biofertilizante. Como a operação é próxima à área de produção agrícola, poderia haver possibilidade desta utilização reduzir os custos com insumos que representam 22% dos custos agrícolas segundo o IMEA. Portanto, entende-se que o projeto de energia teria uma vantagem financeira não demonstrada e explorada no presente trabalho, tornando-o mais atrativo.

Como mostrado anteriormente, o preço do produto possui alta flutuação ao longo dos anos e dos meses dentro do próprio ano, portando a análise de sensibilidade.

3.2 SENSIBILIDADE PREÇO DO MILHO X PREÇO DA ENERGIA

O objetivo desta análise, conforme discutido e, visto que o preço do milho se altera com grande amplitude, é de encontrar uma relação em que ponto valeria a pena construir a usina de digestão anaeróbica e produção de energia elétrica. Com todas as outras condições mantidas, o resultado encontra-se na Figura 5 abaixo.

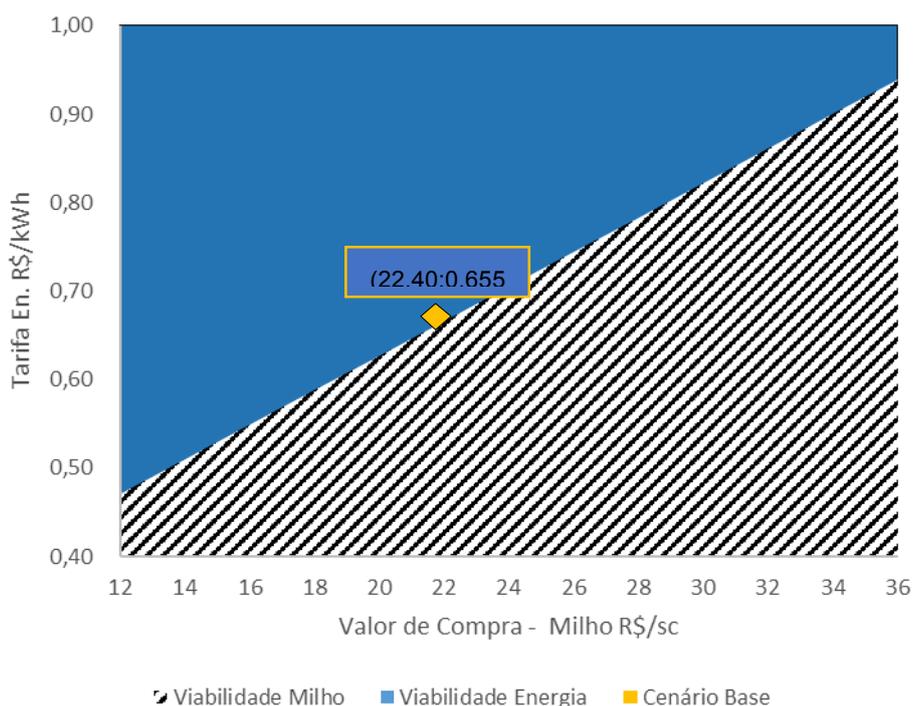


Figura 5 - Fronteira de viabilidade Milho x Energia.
Fonte: Autoria própria.

O gráfico mostra, variando o preço da saca do milho (eixo horizontal), a partir de qual tarifa de energia com impostos (eixo y) seria viável a construção da planta. A reta divisória entre a área hachurada e a área acima indica os pontos em que a operação de venda de milho e produção de energia possuem o mesmo Valor Presente Líquido, portanto, trariam o mesmo valor financeiro absoluto para o produtor. Logo, toda a área sólida do gráfico são pontos em que o investidor tem maior ganho financeiro com o projeto de geração de energia e, em toda a área hachurada, pontos em que seria mais vantajoso manter somente a operação agrícola.

O ponto destacado no gráfico, por exemplo, indica a operação do cenário base construído, com preço de 0,655 R\$/kWh e ponto de fronteira de 21,40 R\$/sc. O valor da saca praticado foi de 21 R\$/sc, portanto, viável, como provado na seção anterior. Nota-se que o valor utilizado da saca é muito próximo ao ponto neutro entre os projetos e mesmo assim há um VPL de mais de quase R\$ 600 mil de vantagem na produção de energia, demonstrando como a viabilidade é sensível em relação a estas duas variáveis. Por outro lado, devido ao alto valor de investimento inicial, esta proximidade pode desencorajar o produtor de instalar a usina, visto que está tão próximo das operações possuírem um VPL equivalente.

Por outro lado, devido ao alto valor de investimento inicial, esta proximidade pode desencorajar o produtor de instalar a usina, visto que está tão próximo das operações possuírem um VPL equivalente.

Entretanto, o preço de 21,00 é considerado historicamente alto e, como mostra o gráfico abaixo, haveria períodos em que a usina seria bem mais vantajosa.

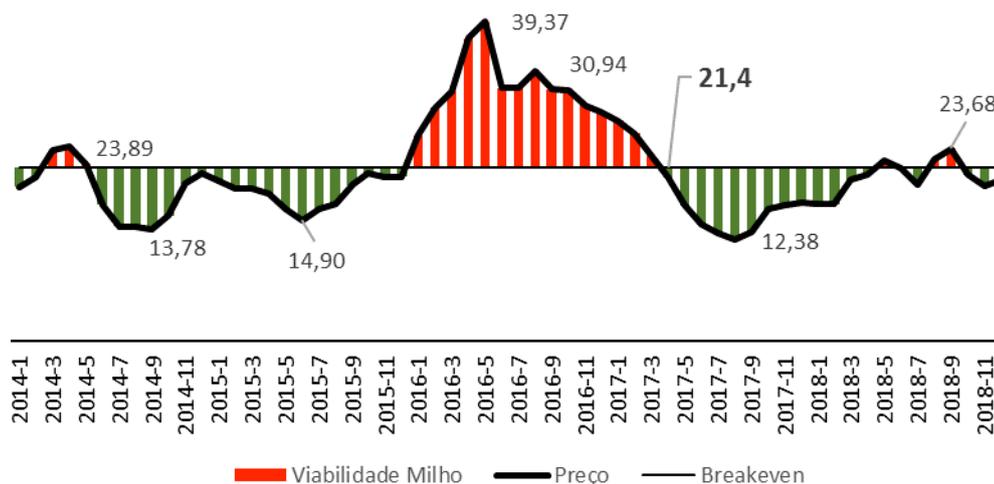


Figura 6 – Comparação histórica de viabilidade Milho x Energia.
Fonte: Autoria própria com dados do IMEA (2019)

A linha variável do gráfico acima indica a média de preço mensal praticada na região dos últimos 5 anos trazida a valor presente pelo IPCA. O preço de paridade entre a construção da usina e a venda de milho é de 21,4 R\$/sc, indicada pela reta horizontal no gráfico. As barras vermelhas indicam períodos em que o preço da saca estava mais alto que o necessário para viabilidade da usina e, os verdes, os meses em que a produção de energia seria mais vantajosa. Dos últimos 60 meses, apenas 21 mostraram maior viabilidade da venda direta do grão, ano que eu houve quebra de safra no estado, o que indicaria uma menor produção e conseqüente menor receita.

3.2 SENSIBILIDADE DE RETORNO FINANCEIRO EM RELAÇÃO À EFICIÊNCIA DO SISTEMA

Foi considerada uma eficiência de 30% para sistema acima, considerada conservadora para valores de mercado. Por este motivo, uma análise de retorno, a

partir do cenário base, variando apenas a eficiência foi realizada mostrando os resultados em termos financeiros.

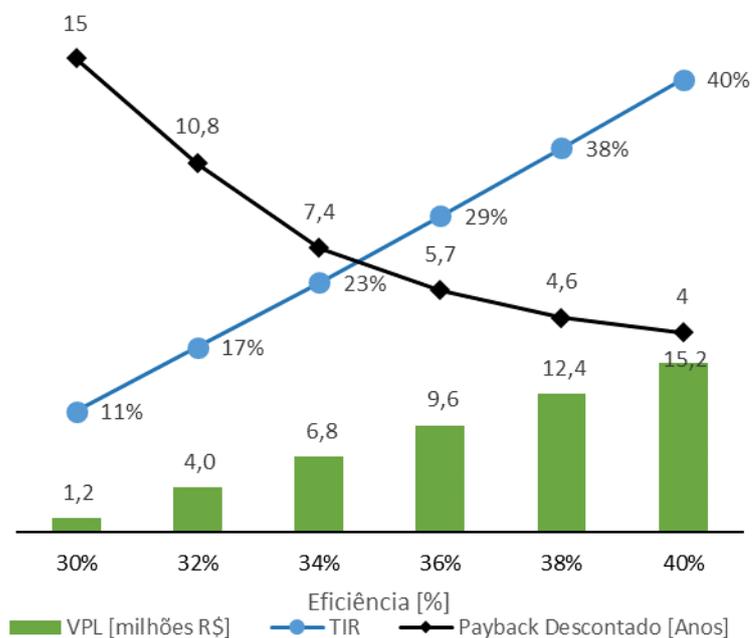


Figura 7 – Análise de sensibilidade de variáveis financeira por eficiência do sistema.
Fonte: Autoria própria.

O gráfico mostra a extrema sensibilidade do projeto com relação a eficiência de produção do sistema. Um aumento de 2% na eficiência, de 30% para 32% ocasiona crescimento de 230% no VPL do projeto e redução de 4,2 anos no Payback. A análise mostra que vale a pena o esforço de procurar equipamentos de maior eficiência. Em termos financeiros, com as limitações do modelo, nos fornece a informação que poderíamos desprender um valor de até 2,8 milhões a mais no investimento inicial para cada 2% de aumento de eficiência da produção de energia. Qualquer investimento inferior ao valor citado indica que o ganho do investidor será superior àquele estudado.

4. CONCLUSÕES

A atividade agrícola é extremamente imprevisível em que tanto os custos quanto o valor de venda são dependentes do cenário macroeconômico mundial, produção agrícola de outros países, consumo interno e, principalmente, da natureza para obter sucesso. Com alicerce da viabilidade econômica da produção de energia a partir da digestão anaeróbica do milho e das variações de preço, a usina promoveria uma alternativa para o produtor incrementar sua estratégia de comercialização e aumentar a lucratividade ao longo dos anos. Em períodos em que o preço está muito baixo, pode utilizar sua produção de milho para produzir energia. Em períodos em que o preço do milho está muito alto, pode vender sua produção e suspender a operação da usina ou até mesmo arbitrar entre vender sua produção e comprar a matéria prima de outros produtores em períodos diferentes. Portanto a finalidade energética para o milho tem alto potencial de ser lucrativa por meio da digestão anaeróbica na região estudada.

REFERÊNCIAS

BRAUN R.; WEILAND P.; WELLINGER A.; Biogas from Energy Crop Digestion. IEA Bioenergy 2011.

BNDES Finame – Energia Renovável – Outubro/2018. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finame-energiarenovavel> . Acesso em: out. 2018.

Clusters de Etanol de Milho em Mato Grosso, IMEA – OZAKI, P.M. 07/2017. Disponível em: <http://www.sistemafamato.org.br/portal/arquivos/12092017054227.pdf> Acesso em: out. 2018.

COELHO, M.A.A.; SOUZA J.; SCHAEFFER L.; ROSSINI, E.G.; Estudo de viabilidade econômica de plantas de biogás com tecnologia de última geração. Revista Espacios Vol 35 (Nº 6) Ano 2014 Pag. 6

CONAB Acompanhamento da Safra Brasileira – Grãos V.6 – SAFRA 2018/19 | Outubro/2018. Disponível em: https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/22459_07172d10b7104ce2765c1734d0f7e857 . Acesso em: out. 2018.

Energisa Mato Grosso – Tipos de Tarifa de Energia Elétrica. Fevereiro/2019. Disponível em: <https://www.energisa.com.br/Paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/tipos-tarifas.aspx> . Acesso em: fev. 2019.

Guia técnico ambiental de biogás na agroindústria / Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM / Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais – FIEMG.

HUTNAN M.; SPALKOVA V.; BODIK I.; KOLESAROVA N.; LAZOR M.; Biogas Production from Maize Grains and Maize Silage; Polish J. of Environ. Stud. Vol. 19, No. 2 (2010), 323-329

Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA – IBGE – Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Precos_Indices_de_Precos_ao_Consumidor/IPCA/Serie_Historica/ipca_SerieHist.zip . Acesso em: fev. 2019.

KAMPMAN B., et al. Optimal use of biogas from waste streams. An assessment of the potential of biogas from digestion in the EU beyond 2020. European Commission. Março 2017.

MARQUES F.; Oportunidades de Geração de Energia Elétrica com Biogás. JURE VI – Simpósio Jurídico de Empresas do Setor Energético, 2016 Pag. 4.

“Milho Ganha Espaço na Produção de Combustível”, Revista Canal Bioenergia N 140, Pag. 14-19, Outubro/2018. Disponível em:

<http://www.canalbioenergia.com.br/wpcontent/uploads/2018/10/CANAL-140-EmBaixa.pdf> . Acesso em: out. 2018.

OZAKI, P.M. Clusters de Etanol de Milho em Mato Grosso, IMEA. 07/2017. Disponível em: <http://www.sistemafamato.org.br/portal/arquivos/12092017054227.pdf> . Acesso em: out. 2018.

Projeções do Agronegócio: Brasil 2017/2018 a 2027/28 – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. – Brasília : MAPA/ACE, 2018. ISBN 978-85-7991- 116-3 . Acesso em: out. 2018.

Relatório de Custos de Produção Agrícola – IMEA. Disponível em: <http://www.imea.com.br/imeasite/relatorios-mercado-detalhe?c=3&s=3> . Acesso em: out. 2018. 13

VINIDS P.; MURSEC B.; JANZEKOVIC D.; Anaerobic digestion of maize hybrids for methane production. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering Volume 40 Issue 1 May 2010

World Agricultural Supply and Demand Estimates – WASDE 582 – October 2018 - United States Department of Agriculture. ISSN: 1554-9089