

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO PROBLEMA

A cultura da cana-de-açúcar tem como principal destino a produção de açúcar e etanol, ambos commodities na economia mundial e amplamente comercializados pelo mundo (SCHMIDT, 2011). Além da produção do açúcar e etanol, utiliza-se o bagaço para a co-geração de energia, e consequentemente, maximizando a rentabilidade do negócio.

No Brasil, a cultura da cana-de-açúcar foi introduzida nos primeiros anos do período colonial e se consolidou no país desde então. Ao longo da história do país, seu cultivo teve dois períodos de grande expansão: o primeiro com os incentivos do PROÁLCOOL (Programa Nacional do Alcool) em 1975, e o segundo, nos anos 2000 com a introdução dos veículos *flex-fuel* na frota brasileira impulsionado pelo aumento do preço do petróleo (TEIXEIRA, 2013).

A produção de etanol cresceu de 600 milhões de litros por ano em 1975/76 para 3,4 bilhões em 1979/80 (ALONSO, 2016), além de 120 novas usinas instaladas no centro-sul do país neste mesmo período. Adicionalmente, entre 2002 e 2007, o país dobrou sua produção de cana-de-açúcar (DASSIE, 2016).

Em 2008, o setor sucroenergético entrou em crise, ocasionando o fechamento de mais de 60 usinas e pelo endividamento do setor com valores estimados superiores a 130 bilhões de reais nos últimos 10 anos. A crise foi resultado da queda abrupta dos preços de açúcar, desaceleração da comercialização de etanol, aumento dos custos operacionais e despesas financeiras decorrente de endividamentos (DASSIE, 2016).

Segundo a UNICA (2019), a capacidade de moagem do setor encontra-se em cerca de 785 milhões de toneladas, na Safra 2018/2019, processou 621 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, evidenciando a crise do setor, dado sua ociosidade de 20%. Evidencia-se, portanto, a dificuldade do setor na diluição de seus custos fixos. Ainda segundo PECEGE/CNA (2019), a comercialização de subprodutos, especialmente a bioeletricidade, é o que tem ajudado a suavizar a deterioração dos resultados financeiros.

Margem = (Receita - Custo)/Custo					Margem = (Receita - Custo)/Receita				
Safra	Unid	Safra	Safra		Safra	Unid	Safra	Safra	
Ano	#	2016/2017	2017/2018	2018/2019	Ano	#	2016/2017	2017/2018	2018/2019
		2016	2017	2018			2016	2017	2018
Açúcar Cristal	R\$/t	23,6%	-8,4%	-4,3%	Açúcar Cristal	R\$/t	19,1%	-9,2%	-4,5%
Açúcar VHP	R\$/t	7,8%	-9,9%	-4,9%	Açúcar VHP	R\$/t	7,2%	-11,0%	-5,1%
Açúcar (Outros)	R\$/t	0,0%	0,0%	12,1%	Açúcar (Outros)	R\$/t	0,0%	0,0%	10,8%
Etanol Anidro	R\$/m <sup>3</sup>	1,1%	-1,5%	-0,4%	Etanol Anidro	R\$/m <sup>3</sup>	1,1%	-1,6%	-0,4%
Etanol Hidratado	R\$/m <sup>3</sup>	-3,1%	-7,3%	-1,8%	Etanol Hidratado	R\$/m <sup>3</sup>	-3,2%	-7,9%	-1,9%
Etanol (Outros)	R\$/m <sup>3</sup>	0,0%	0,0%	-6,1%	Etanol (Outros)	R\$/m <sup>3</sup>	0,0%	0,0%	-6,5%
Energia	R\$/Mwh	83,4%	138,4%	133,0%	Energia	R\$/Mwh	45,5%	58,0%	57,1%

Figura 1. Evolução da Margem por Produto do Setor Sucroenergético (PECEGE/CNA, 2017-2019)

A diminuição do preço do açúcar foi consequência da recessão dos EUA, que deixou de importar o produto, e da elevação dos estoques internacionais que não deram vazão ao aumento da oferta. A diminuição da receita do etanol, por sua vez, se deu pela perda de competitividade deste com a gasolina, que tinha o preço controlado pelo governo abaixo da inflação (DASSIE, 2016).

Segundo a UNICA (2016), a NOVACANA (2018), PECEGE/CNA (2019) os custos de produção, desde produção da cana-de-açúcar, processamento industrial, e até mesmo, às despesas com vendas, estão elevados a cada safra. Dentre os diferentes motivos, na safra 2018/19, a situação se agravou dado os menores preços internacionais do açúcar e da queda de produtividade dos canaviais. A UNICA representa a União da Indústria de Cana-de-Açúcar e o PECEGE/CNA o Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas em parceria com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil.

Entre 2000 e 2012, a colheita da cana-de-açúcar passou por uma revolução ambiental e social: as queimadas e o corte manual foram substituídos pela colheita mecanizada, que avançou

de 30% para 90% de toda a cana produzida no país neste mesmo período. Isso se deve ao Protocolo Agroambiental do Setor Sucroenergético, assinado em 2007, baseado na adoção de melhores práticas ambientais e sociais pelo setor produtivo.

Entretanto, a colheita mecanizada aumenta as perdas da matéria-prima e reduz significativamente a produtividade do canavial, fazendo com que seu cultivo precise de mais área e insumos agravando o aumento de custos (SCHMIDT, 2011). Este processo de colheita mecanizada, juntamente com a transbordagem e o transporte da cana de açúcar do campo para a usina, pode representar cerca de 40% de todo custo agrícola de uma usina (TEIXEIRA, 2013). Além da necessidade de investimentos dispendiosos, o custo de aquisição de uma colhedora de cana de açúcar, estimado para safra 2018/19, pode ultrapassar 1 milhão de reais. Portanto, para Schimidt (2011) e Teixeira (2013) o principal responsável pelo aumento dos custos produtivos foi a expansão da colheita mecanizada de cana-de-açúcar.

Dada a situação atual deste setor, discute-se medidas governamentais baseada em políticas públicas de incentivo financeiro como parte da solução do quadro apresentado. Estima-se que até dezembro de 2020, um programa do governo de incentivo ao uso de biocombustível, denominado RenovaBio, estará implementado.

A partir de um mecanismo de mercado, as emissões evitadas dos gases poluentes causadores do efeito estufa se tornarão um título que será negociado no mercado da bolsa de valores. Este título denominado CBio contribui surpreendentemente para a redução dos efeitos das mudanças climáticas dados os ganhos oriundos da eficiência da matriz energética dos biocombustíveis. (PEREIRA; ROITMAN; GRASSI, 2018).

As empresas do setor sucroenergético, o meio acadêmico e institutos de pesquisa sempre buscam entendimento do desempenho operacional, financeiro e econômico para a continuidade e prosperidade dos modelos de negócios adotados. Nesse contexto, a gestão e a contabilidade das empresas vem passando por um processo evolutivo, o qual evidencia os sistemas de controle gerenciais com o intuito de prover informações úteis no processo decisório, e conseqüentemente, melhor alocação dos recursos financeiros.

## **1.2. OBJETIVO DA PESQUISA**

Desenvolver um modelo simplificado, baseado em premissas operacionais, comerciais e financeiras, para a simulação do Fluxo de Caixa (FC) para auxílio no processo decisório da alocação dos recursos financeiros das empresas sucroenergéticas brasileiras.

Após a construção do modelo, o objetivo específico baseia-se em gerar inúmeros cenários para obter uma equação, utilizando-se da técnica de regressão linear múltipla, com o intuito de identificar as principais variáveis independentes (operacionais, comerciais e financeiras) que mais impactam no resultado econômico do Fluxo de Caixa da empresa (variável dependente).

## **1.3. IMPLICAÇÕES PRÁTICAS**

Este projeto contribuirá para que as empresas sucroenergéticas utilizem-se de uma ferramenta de planejamento financeiro (modelo de simulação) para o auxílio na alocação de recursos financeiros, além de evidenciar as principais variáveis que impactam no resultado econômico do negócio baseados em cenários de sensibilidades.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. MODERNA TEORIA DE FINANÇAS**

As áreas de Finanças Corporativas e Gestão de Portfólio e Risco são consideradas a base para a Moderna Teoria de Finanças. Segundo Assaf Neto (2012, p. 7) “o foco das finanças

passou de normativo para um enfoque de pesquisa positiva, questionadora dos resultados, onde são analisados os efeitos das decisões financeiras sobre o valor da empresa”.

Os modelos financeiros que constituem a Moderna Teoria de Finanças foram desenvolvidos a partir de 1950. Os principais estudos são: Formulações de Modigliani e Miller, Teoria ou Hipótese de Mercado Eficiente, Teoria do Portfólio, Modelo de Precificação de Ativos, Teoria das Opções, além dos citados, esse estudo fundamenta-se na Teoria da Firma, Teoria da Utilidade e Teoria da Agência, também constituintes da Moderna Teoria de Finanças (ASSAF NETO, 2012, p.7).

A maximização das riquezas dos acionistas é a base da Teoria da Firma. Seu início, no século XVIII, deu-se por Adam Smith sobre as riquezas das nações, e posteriormente, outros estudos científicos, em especial de Coase em 1937, sobre os custos de transação, modificaram e enriqueceram essa teoria. (BOAVENTURA ET AL, 2009, p. 292). Segundo a teoria microeconômica, a Teoria de Produção, dos Custos e dos Rendimentos são subdivisões da Teoria da Firma.

O processo racional de decisão dos investidores, frente aos riscos e o retorno esperado, é descrito pela Teoria da Utilidade. Segundo Assaf Neto (2012, p. 43) “todos os investidores agem de maneira perfeitamente racional na avaliação do risco” o que contrapõe as Finanças Comportamentais.

Apesar do conceito de utilidade ser subjetiva e individual, essa teoria pressupõe que, dado as opções de investimento, o indivíduo optará aquela que lhe oferece maior utilidade. Essa utilidade pode ser mensurada de forma quantitativa comparando-a inclusive com a satisfação proporcionada pelo retorno do investimento. (ASSAF NETO, 2012, p. 43).

Além de contrapor as Finanças Comportamentais, a Teoria da Utilidade também contrapõe a Teoria da Agência. Essa teoria baseia-se que a maximização da riqueza é o principal objetivo da corporação, e que os acionistas controlam a empresa com este objetivo, entretanto há evidências de que os objetivos de gestores, ou outros agentes, são buscados em detrimento dos acionistas, sejam ou não temporariamente. (ROSS; WESTERFIELD; JORDAN, 2010, p. 13).

## **2.2. ESTUDOS ANTERIORES**

Há estudos anteriores que construíram modelos científicos de simulação e estudos que analisaram o desempenho econômico específicos de atividades agrícolas utilizando técnicas de estatísticas, entretanto há poucos estudos que abordaram os dois assuntos simultaneamente ou específicos do setor sucroenergético.

Dentre vários autores, Milan (2004) e Padulla et al. (2016) desenvolveram modelos científicos que estudam a quantidade de equipamentos agrícolas e seus custos operacionais. Milan (2004) consolidou algoritmos, regras e cálculos para determinação do número de equipamentos de cada atividade agrícola e dimensionamento de seus custos operacionais.

Padulla et al. (2016) elaboraram um modelo para cálculo da idade ideal de substituição de equipamentos específico para colhedoras de cana-de-açúcar. No entanto, seu modelo analisa o equipamento individualmente, sem calcular a quantidade total necessária de equipamentos numa atividade, e utiliza como critério de decisão o indicador “Custo Anual Uniforme Equivalente” (CAUE), que é exato, porém menos comum em análises financeiras de projetos do setor, dificultando sua análise pelos investidores que estão habituados a analisar projetos pelo Valor Presente Líquido (VPL) e impossibilitando, também, a comparação do retorno de um investimento de substituição de equipamentos com outros tipos investimentos.

Nogueira et al. (2013, p. 79) realizaram análise discriminante das variáveis que interferem no resultado econômico na atividade cafeeira. Estes autores apuraram por pesquisa explicativa o resultado econômico de talhões de cafezais e os classificaram em dois grupos segundo o resultado econômico (lucro ou prejuízo). Os dados da pesquisa explicativa foram

analisados com nove variáveis sendo que apenas a variável “produtividade do talhão” foi selecionada como a que mais contribui para explicar o resultado econômico. Por fim os autores elaboraram uma função que “pode contribuir para o gestor da organização rural tomar decisões antecipadas em função do resultado econômico projetado, considerando-se as características dos talhões da atividade cafeeira” (NOGUEIRA ET AL, 2013, p. 80).

Similarmente ao autor supracitado, Marquesa et al. (2012 p. 67) realizaram análises estatísticas para mensuração de desempenho econômico na área agrícola, desta vez comparando o desempenho econômico de diferentes culturas agrícolas para uma mesma região. Os autores analisaram séries históricas de custos de produção, a renda bruta e o resíduo econômico das culturas e classificaram os resultados como positivo (lucro) ou negativo (prejuízo) para diferentes safras. Diferente de Nogueira et al (2013), Marques et al. (2012) não elaboraram nenhuma função estatística.

Xavier et al (2016, p. 100) analisaram o resultado econômico do setor sucroenergético analisando ampla base de dados de custos, preços e eficiência de várias usinas de açúcar e álcool durante 8 safras. A base de dados foi levantada por pesquisa explicativa. O estudo calculou a margem das usinas ao longo das safras e construiu um modelo de simulação da margem, onde cada variável pode ser analisada e testes de sensibilidade foram feitos. Coincidentemente com Nogueira et al. (2013, p. 79), a produtividade foi o fator mais determinante, mas não único na rentabilidade das usinas.

Ribeiro et al (2013) analisaram o desempenho econômico da cultura do girassol sob sistema de agricultura familiar. Em seu estudo 26 situações culturais foram analisadas (variando condições climáticas, estado de mecanização, custo de insumos, produtividade). Duas variáveis foram identificadas como principais: custo com fertilizante e, similarmente à Nogueira et al (2013), produtividade. Ribeiro et al (2013) agruparam as 26 situações por análise de cluster, obtendo portanto, 4 grupos de desempenho econômico. Os grupos foram definidos dado o cruzamento da margem bruta e do grau de mecanização.

### **3. METODOLOGIA**

Define-se a pesquisa de natureza explicativa pelo intuito principal da busca de um maior conhecimento sobre os efeitos das variáveis que compõem o resultado econômico na atividade sucroenergética. A pesquisa proposta também apresenta enfoque quantitativo dos dados e documental. Essa abordagem quantitativa, segundo Richardson et al (1999), “é aplicada em estudos que investigam a relação de causalidade entre fenômenos e representa a intenção de garantir a precisão dos resultados, evitar distorções de análise e interpretação, possibilitando uma margem de segurança quanto às inferências”.

Segundo Bessegato (2007), de forma bastante resumida, a elaboração de um modelo envolve as etapas:

- ✓ Redução ou abstração do sistema a ser estudado em algo mais simples;
- ✓ Identificar as variáveis chaves e definir limites como tempo, escopo;
- ✓ Codificar o sistema propriamente dito, criando fórmulas, algoritmos;
- ✓ Verificar os resultados projetados pelo modelo;
- ✓ Validar resultados, analisar saídas e documentar.

Neste estudo será avaliado e simulado usinas com capacidade de moagem de 2,5 milhões de toneladas dado sua representatividade no cenário brasileiro. Segundo CONAB (2019), na safra 2015/16, a capacidade de 2,0 a 3,0 milhões de toneladas representou cerca de 28% da cana-de-açúcar total processada. Ainda segundo a CONAB (2019), a região Centro-Sul (Sudeste e Centro-Oeste) representou 27% da cana-de-açúcar processada no país.

UF/REGIÃO	ATÉ 1 MILHÃO DE TONELADAS	1,0 A 1,5 MILHÃO DE TONELADAS	1,5 A 2,0 MILHÕES DE TONELADAS	2,0 A 3,0 MILHÕES DE TONELADAS	3,0 A 4,0 MILHÕES DE TONELADAS	4,0 A 5,0 MILHÕES DE TONELADAS	ACIMA DE 5,0 MILHÕES DE TONELADAS
NORTE/NOR-DESTE	24.042.631	14.048.731	5.388.363	2.366.200	2.970.768	0	0
CENTRO-SUL	33.095.993	60.079.400	72.312.324	186.531.532	108.968.017	83.800.993	71.981.240
BRASIL	57.138.624	74.128.131	77.700.688	188.897.732	111.938.786	83.800.993	71.981.240

Figura 2. Representatividade do Perfil dado suas capacidades de moagem do Brasil (CONAB, 2019).

Propõe-se um modelo simplificado baseado nas principais premissas e cálculos operacionais, comerciais e financeiros para a simulação do demonstrativo financeiro do Fluxo de Caixa com o intuito de auxiliar no processo decisório da alocação dos recursos financeiros.

Esse modelo foi estruturado baseado na metodologia de Milan (2004) para a determinação majoritária do plano agrícola, projeção de receita pela venda dos produtos acabados (etanol, açúcar e energia), e adaptações necessárias, dado a experiência do pesquisador, para a geração dos demonstrativos financeiros.

Utilizou-se dos dados de custeio, corrigidos pela inflação de 2019, divulgados pelo PECEGE no 18º Levantamento de custos de produção referente a safra 2018/19. Este levantamento corresponde à 69 usinas representando 160 milhões de toneladas. O estudo apresenta os dados de custeio segregado em quartis.

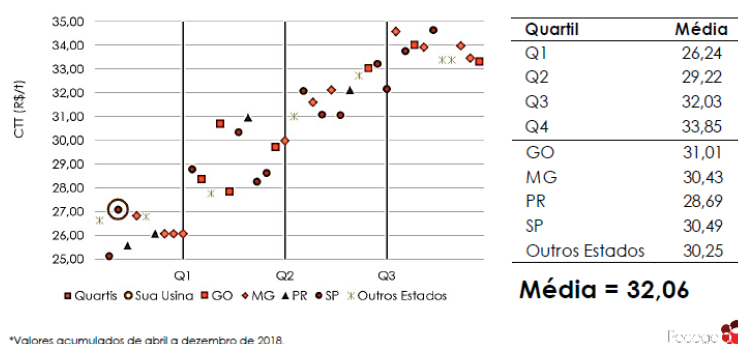


Figura 3. Exemplo Custo da Colheita, Transbordo e Transporte (CTT) Centro Sul do Brasil (PECEGE, 2019).

Quanto às premissas comerciais dos produtos acabados (etanol, açúcar e energia) serão considerados para esse cenário os preços da região Centro-Sul. Utilizou-se, portanto, da série histórica de preços de açúcar e etanol de 2010 à 2019 (horizonte dos últimos 10 anos) divulgada pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA/USP). Adicionalmente corrigiu-se os preços pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC).

Após a construção do modelo, gerou inúmeros cenários utilizando as premissas que se localizavam no segundo e quarto quartis com o intuito de se excluir os outliers do setor sucroenergético da região Centro Sul do Brasil. Com os cenários gerados e a utilização do *software* Microsoft Excel empregou-se da técnica estatística de regressão linear multivariada para a obtenção da equação que melhor explicasse o Fluxo de Caixa baseado nas premissas empregadas.

Segue abaixo descritivos das principais etapas para tratamento e análise dos dados:

ETAPA 1) Construção, análise e tratativa dos bancos de dados.

ETAPA 2) Verificação dos pressupostos estatísticos e análise de correlação: variância não nula; normalidade dos resíduos, homocedasticidade, linearidade dos coeficientes e ausência de multicolinearidade entre as variáveis independentes.

ETAPA 3) Definição da variável dependente, hipóteses do estudo e variáveis independentes.

ETAPA 4) Regressão Linear Múltipla usando o método “Stepwise”: esse método seleciona quais variáveis mais influenciam o conjunto de saída, podendo assim, diminuir o

número de variáveis a compor a equação da regressão. Combina-se os procedimentos matemáticos dos Métodos “Forward” e “Backward”.

ETAPA 5) Análise dos Resultados (outputs do software estatístico):

O esquema do procedimento metodológico completo encontra-se abaixo:

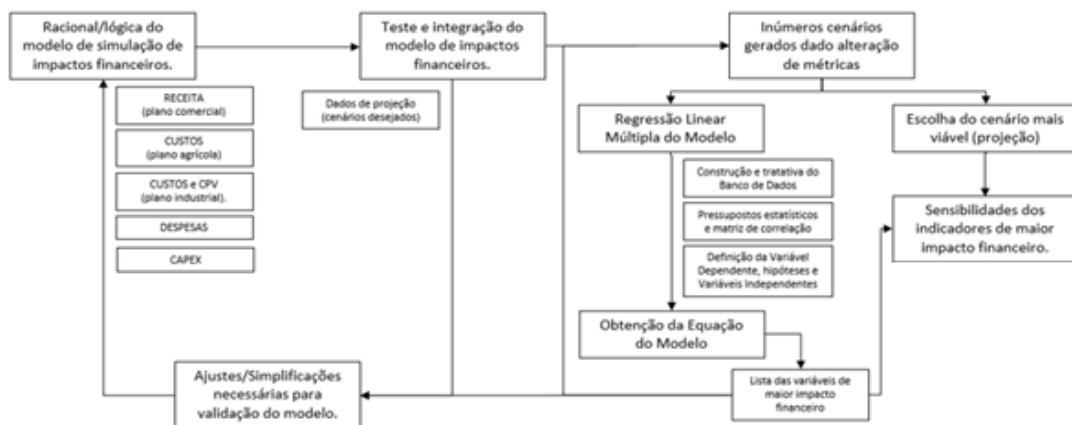


Figura 4. Resumo do procedimento metodológico (autoria própria).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. PREMISSAS PARA ELABORAÇÃO DO MODELO

Foram utilizadas 54 dados de entrada, ou premissas, e 84 etapas de cálculos para a elaboração do modelo determinístico de simulação, totalizando em 138 variáveis. Os dados de entrada foram obtidos de um longo histórico de dados disponíveis em fontes públicas e em pesquisas de benchmarking, resultando na criação de 1050 cenários ao combinar todas as variações disponíveis. O resultado do modelo foi o fluxo de caixa livre de usina modelo com moagem entre 2,0 à 3,0 milhões de toneladas.

Tipo de Dado	Contagem
Cálculos	84
Premissas Comercias	26
Premissas de Custos e Despesas	18
Premissas Operacionais	10
<b>Total</b>	<b>138</b>

Tabela 1. Quantidade de premissas e cálculos do modelo. (Autoria Própria)

### 4.2. VARIÁVEL DEPENDENTE E VARIÁVEIS INDEPENDENTES

O fenômeno denominado multicolinearidade corresponde na correlação entre as variáveis independente. Segundo Corrar et al (2007), essa multicolinearidade prejudica a predibilidade do modelo e a compreensão do real efeito da variável independente sobre a variável dependente. Espera-se de uma situação ideal para a pesquisa estatística quando as variáveis independentes apresentam alta correlação com a dependente, mas também apresentem baixa correlação entre elas próprias.

Ainda segundo Corrar et al (2007) constitui-se num ponto importante do processo de estimação do modelo a seleção de quais variáveis farão parte do modelo. O método empregado nesta pesquisa foi o “Stepwise” (método por etapas ou passo-a-passo) para a seleção final das variáveis independentes.

A Tabela 2 apresenta a variável dependente e as variáveis independentes selecionadas na versão final da regressão, após refinamento da regressão e seleção das melhores variáveis.

**Variável dependente:** Fluxo de Caixa Livre (R\$ milhões)

<b>Variáveis independentes</b>	<b>Tipo de Premissa</b>
Moagem (milhões de toneladas)	Premissas Operacionais
Mix de Produção de Açúcar VHP (%)	Premissas Operacionais
ATR (Kg/ton)	Premissas Operacionais
% Compra de Cana-de-Açúcar (%)	Premissas Operacionais
Preço de Açúcar VHP (R\$/kg)	Premissas Comercias
Preço do Etanol Hidratado (R\$/L)	Premissas Comercias
Custos e despesas (R\$/ton)	Premissas de Custos e despesas

Tabela 2. Variável Dependente e Independentes. (Autoria Própria)

### 4.3. EQUAÇÃO DA REGRESSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A fim de simplificar a análise dos resultados e facilitar o uso do modelo, os dados foram todos tabelados e usados na construção de uma regressão linear multivariada. Apresenta-se abaixo na Tabela 4 resumo dos resultados da regressão, com fórmula que explica o Fluxo de Caixa livre dos cenários gerados.

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,9623
R-Quadrado	0,9260
R-quadrado ajustado	0,9255
Erro padrão	5,9405
Observações	1050

ANOVA					
	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	7	460255,50	65750,79	1863,21	0
Resíduo	1042	36771,18	35,29		
Total	1049	497026,68			

<i>Cód</i>	<i>Variáveis</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>
A	Interseção	-206,98	7,03	-29,45	3,24E-139
B	Moagem (milhões de toneladas)	8,44	0,63	13,35	1,15E-37
C	Mix de açúcar para exportação (%)	1,67	0,04	38,75	3,94E-204
D	ATR (Kg/ton)	0,63	0,04	17,03	1,44E-57
E	% Compra de Cana-de-Açúcar (%)	-0,65	0,02	-26,26	4,39E-117
F	Preço de Açúcar VHP (R\$/kg)	71,36	1,30	54,91	0,00E+00
G	Preço do etanol hidratado (R\$/L)	92,24	1,36	67,75	0,00E+00
H	Custos e despesas (R\$/ton)	-1,56	0,02	-69,43	0,00E+00

**EQUAÇÃO: FLUXO DE CAIXA LIVRE = A + 8,44B + 1,67C + 0,63D - 0,65E + 71,36F + 92,24G -1,56H**

Tabela 4. Resultados e Equação da Regressão Linear Múltipla (Autoria Própria)

Foram analisados 1050 cenários e os resultados foram tratadas no software Excel. Dado a análise da matriz de correlação, a equação utiliza apenas sete variáveis independente no modelo de regressão lembrando que haviam mais de 130 itens disponíveis.

Observando, os resultados da Tabela 4, vemos em “Estatística de regressão” que o Coeficiente de determinação, “R-Quadrado”, foi de 0,92. Esse indicador mede como a variância dos dados testados é explicada pelo modelo de regressão. Variando de 0 a 1, quanto maior for seu valor, melhor o modelo de regressão explica a variabilidade dos dados. Desta forma podemos inferir que o modelo de regressão explica muito bem a variação dos dados.

Há também os testes estatísticos de variância (ANOVA). Vemos que o valor de F é bem maior que o F de significação (5%), isso significa que as partes das observações da regressão

possuem comportamento de variação semelhante ao total de observações, validando a variabilidade da equação, para o nível de confiança escolhido (95%) e grau de liberdade usado.

O valor-p (também chamado nível descritivo ou probabilidade de significância) das sete variáveis independentes escolhidas representa a probabilidade de se obter uma estatística de teste igual ou maior que a observada em amostra sob a hipótese nula, ou seja, para o nível de significância de 5% pode-se rejeitar a hipótese nula caso o valor-p seja menor que 5%. Nos resultados os valores-P foram bem pequenos e muito próximos de 0, significando que os coeficientes explicam muito bem o modelo e podem ser mantidos na análise.

## 5. CONCLUSÃO

Segundo o PECEGE (2019) há perspectivas de recuperação dos preços dos produtos (açúcar e etanol) nas safras 2019/20 e 2020/21 ocasionada pelo fim do superávit global de açúcar e aumento da demanda de etanol. Apesar da condição financeira, o setor sucroenergético precisa manter esforços para a redução de custos e ampliação da eficiência produtiva. No médio e longo prazo, entretanto, a sustentabilidade econômica desta indústria dependerá essencialmente de novas tecnologias, especialmente na área agrícola.

O objetivo principal do trabalho foi atingido. Elaborou-se uma equação, utilizando-se da técnica estatística de regressão linear multivariada, comprovando a diferenciação das variáveis independentes em cada modelo relacionada à variável dependente. Além disso, percebe-se, alinhado com a revisão de literatura e análise multivariada dos dados, que a equação de regressão do modelo explica o fluxo de caixa livre de uma usina utilizando apenas as 7 variáveis independentes selecionadas, de um total de mais de 130 variáveis disponíveis. Ressalto a relevância das variáveis de preços do produto acabado e custos de produção evidenciadas na equação do modelo.

Para estudo futuro sugere-se ampliação de testes e de amostragem de usinas a fim de provar a robustez da regressão estatística em explicar a geração de fluxo de caixa com as variáveis independentes, bem como, eventualmente, atualizar a equação de regressão com novos valores de coeficientes ou até mesmo inclusão/exclusão de variáveis independentes.

Essa intervenção proposta poderá ser replicada, com adaptações necessárias, em diferentes culturas agrícolas, sejam perenes ou não, como também, em localidades distantes, sejam em território nacional ou internacional. Além de diferentes culturas agrícolas, a ideia de um modelo de simulação, juntamente com uma regressão linear múltipla para identificação das principais variáveis que impactam o resultado econômico, podem ser aplicados em diferentes setores da economia. Por fim, expressa-se que há também contribuição com a academia pela ampliação de estudos nesta área específica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSAF NETO, Alexandre. *Finanças Corporativas e Valor*. São Paulo: Atlas S.A., 2012.

ALONSO, Leonardo Bóveda. Crescimento do Setor Sucroenergético no Mato Grosso do Sul de 2000 a 2013, Dourados, 2016. Disponível em:

<https://dspace.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/123456789/665/1/LEONARDOALONSO.pdf>. Acesso em: 11 set. 2019.

ANTHONY, Robert Newton; GOVINDARAJAN, Vijay. *Sistemas de Controle Gerencial*. São Paulo: Mc-Graw-Hill Interamericana do Brasil, 2011.

ATKINSON, Anthony A. et al. *Management Accounting*. Prentice Hall, Fourth Edition, 2003.



BESSEGATO, Lupércio. Modelos e Modelagem. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: [http://www.inf.ufpr.br/urban/Anteriores/2016-1-TS/Aulas\\_PlanoDeAulas/Aula02-0203-Anexo1.pdf](http://www.inf.ufpr.br/urban/Anteriores/2016-1-TS/Aulas_PlanoDeAulas/Aula02-0203-Anexo1.pdf)  
Acesso em: 25 mar. 2019

BOAVENTURA, João Maurício Gama et al. Teoria dos Stakeholders e Teoria da Firma: *um estudo sobre a hierarquização das funções-objetivo em empresas brasileiras*. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios (FECAP)*. São Paulo, v.11, n. 32, p. 289-307, 2009. Disponível em: <https://rbgn.fecap.br/RBGN/article/viewFile/378/512>. Acesso em: 15 nov. 2018.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Dados de Históricos. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br> Acesso em: 19 jan. 2020.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-açúcar. V6. Safra 2019/20. Brasília. 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana> Acesso em: 11 set. 2019.

CONAB. Perfil do Setor do Açúcar e do Etanol no Brasil: *Edição para a safra 2015/16*. Brasília. 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana> Acesso em: 11 set. 2019.

CORRAR, Luiz João.; PAULO, Edilson.; DIAS FILHO, José. Maria. *Análise Multivariada: para cursos de administração, ciências contábeis e economia*. São Paulo, Atlas, 2007.

DASSIE, César. Cana-de-açúcar: Globo Rural faz balanço da crise do setor. *Revista Globo Rural Online*, 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2016/06/cana-de-acucar-globo-rural-faz-balanco-da-crise-do-setor.html> Acesso em: 15 nov. 2018.

DEZAN, Camila; OLIVEIRA, Carine. O uso das informações contábeis na tomada de decisão nas micro e pequenas empresas. *Revista da Faculdade Dom Alberto*, v.13, n.2, 2015. Disponível em: <https://www.domalberto.edu.br/wp-content/uploads/2015/12/O-USO-DAS-INFORMA%C3%87%C3%83OES-CONT%C3%81BEIS-NA-TOMADA-DE-DECIS%C3%83O-NAS.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2019.

HAIR, Joseph F. et. al. *Análise multivariada de dados*. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MARQUESA, Rúbia Cristina Arantes; WANDER, Alcido Elenor; FILHO, Bento Alves da Costa. Análise da rentabilidade da produção de milho, soja, sorgo e cana de açúcar no município de Rio Verde-GO. *Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento*, v. 1, n. 1, p. 61-75, 2012. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbpd/article/view/3098> Acesso em: 15 nov. 2018.

MERCHANT, K. A; VAN DER STEDE, W. A. *Management Control Systems: Performance measurement, evaluation and incentives*. Prentice Hall, Third Edition, 2012.

MILAN, Marcos. *Gestão sistêmica e planejamento de máquinas-agrícolas*. Tese de Livre-Docência. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004

NOGUEIRA, Leandro Rivelli Teixeira et al. Desempenho e resultado econômico por talhão na atividade cafeeira. *Custos e agronegócio online*, Minas Gerais, v. 9, n. 2, p 79- 103, 2013. Disponível em: <http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero3v9/talhao.pdf> Acesso em: 18 nov. 2018.

NOVACANA. Com etanol e açúcar dando prejuízo, cogeração salva as usinas em 2018/19. Disponível em: <https://www.novacana.com/n/industria/financeiro/custos-mais-altos-cogerao-compensa-prejuizo-economico-usinas-080819> Acesso em: 11 set. 2019.

PADULLA, José Pedro Andrade; HENRIQUE, Daniel Christian; CATARINA, Arthur Santa. Substituição de colhedoras de cana-de-açúcar: *avaliação de uma frota*. V Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Ponta Grossa, 2015. Disponível em:

<https://slidex.tips/download/substituicao-de-colhedoras-de-cana-de-aucar-avaliacao-de-uma-frota>.

Acesso em: 16 nov. 2018.

PECEGE. Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas. Custos de produção de cana-de-açúcar, açúcar e etanol no Brasil: fechamento da safra 2016/17; 2017/18; 2018/19. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017-2019

PEREIRA, Gonçalo; ROITMAN, Tamar; GRASSI, Carolina. O Planeta, o Brasil e o RenovaBio. *Boletim Energético (FGV Energia)*, São Paulo, 2018. Disponível em:

[https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/coluna\\_opinioao\\_-\\_renovabio.pdf](https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/coluna_opinioao_-_renovabio.pdf) Acesso em: 16 nov. 2018.

RIBEIRO, Maria de Fátima dos Santos; RAIHER, Augusta. Pelinski. Desempenho econômico da cultura do girassol em sistemas de agricultura familiar do sudeste paranaense. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 43, n. 5, p. 786-791, 2013. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/cr/2013nahead/a13513cr6715.pdf> Acesso em: 19 nov. 2018.

RICHARDSON, Roberto Jarry et al. *Pesquisa Social: métodos e Técnicas*. São Paulo: Atlas, 1999.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W; JORDAN, Bradford, D. Administração Financeira. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

SCHMIDT, João Conrado. Avaliação do desempenho efetivo da colhedora de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). (Dissertação de Mestrado em Biosistemas, Universidade de São Paulo, 2011).

Disponível em: [http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11148/tde-23112011-094646/publico/JOAO\\_CONRADO\\_SCHMIDT\\_JUNIOR.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11148/tde-23112011-094646/publico/JOAO_CONRADO_SCHMIDT_JUNIOR.pdf). Acesso em: 15 nov. 2018.

TEIXEIRA, Flávio Luiz dos Santos. Custos da Colheita mecanizada de cana-de-açúcar em três faixas de produtividade. (Dissertação de Mestrado em Biosistemas, Universidade de São Paulo, 2013).

Disponível em: [http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11148/tde-21082013-110756/publico/Flavio\\_Luiz\\_dos\\_Santos\\_Teixeira\\_versao\\_revisada.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11148/tde-21082013-110756/publico/Flavio_Luiz_dos_Santos_Teixeira_versao_revisada.pdf). Acesso em: 15 nov. 2018.

UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. Setor Sucroenergético no Brasil: *uma visão para 2030*. São Paulo, 2019. Disponível em: [http://www.mme.gov.br/documents/10584/7948692/UNICA-CEISE\\_Setor+Sucroenerg%C3%A9tico+no+Brasil\\_Uma+Vis%C3%A3o+para+2030.pdf](http://www.mme.gov.br/documents/10584/7948692/UNICA-CEISE_Setor+Sucroenerg%C3%A9tico+no+Brasil_Uma+Vis%C3%A3o+para+2030.pdf) Acesso em: 11 set. 2019.

UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. Dados de Históricos. Disponível em:

<http://unicadata.com.br/> Acesso em: 05 jan. 2020.

XAVIER, Luiz Fernando Sansigolo et al. Projeções de Custos e Rentabilidade do Setor Sucroenergético na Região Nordeste para a Safra 2015/16. *Revista IPECEGE*, p. 100-110. 2016.

Disponível em: <https://revista.ipecege.com/Revista/article/view/38/35> Acesso em: 20 nov. 2018.