

**UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE**

**CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E APLICADAS - CCSA**

**Programa de Pós-Graduação em Controladoria e Finanças Empresariais**

**DESEMPENHO ECONÔMICO-FINANCEIRO DAS  
EMPRESAS SUCROENERGÉTICAS DA REGIÃO CENTRO-  
SUL DO BRASIL**

**Lucas Iugas Correia**

**São Paulo**

**2020**

**Lucas Iugas Correia**

**DESEMPENHO ECONÔMICO-FINANCEIRO DAS  
EMPRESAS SUCROENERGÉTICAS DA REGIÃO CENTRO-  
SUL DO BRASIL**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Controladoria e Finanças  
Empresariais da Universidade Presbiteriana  
Mackenzie para a obtenção do título de Mestre  
em Controladoria e Finanças Empresariais.**

**Orientadora: Profa. Dra. Ana Lúcia Fontes de Souza Vasconcelos**

**São Paulo**

**2020**

C837d Correia, Lucas Iugas  
Desempenho econômico-financeiro das empresas sucroenergéticas da região  
centro-sul do Brasil / Lucas Iugas Correia.  
72 f.: il. ; 30 cm

Mestrado Profissional (Mestre em Controladoria e Finanças Empresariais). –  
Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2020.

Orientadora: Ana Lúcia Fontes de Souza Vasconcelos  
Bibliografia: f. 63-67

1. Setor Sucroenergético 2. Planejamento Financeiro 3. Regressão Linear.  
I. Vasconcelos, Ana Lúcia Fontes de Souza, *orientadora*. II. Título.

CDD 336

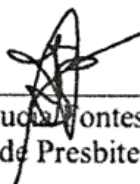
Lucas Iugas Correia

**DESEMPENHO ECONÔMICO-FINANCEIRO DAS  
EMPRESAS SUCROENERGÉTICAS DA REGIÃO CENTRO-  
SUL DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Controladoria e Finanças Empresariais da Universidade Presbiteriana Mackenzie como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Controladoria e Finanças Empresariais.

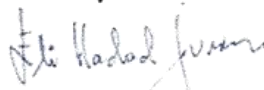
Aprovado em: 26 / 05 / 2020

**BANCA EXAMINADORA**



---

Profa. Dra. Ana Lucia Montes de Souza Vasconcelos  
Universidade Presbiteriana Mackenzie



---

Prof. Dr. Eli Hadad Junior  
Universidade Presbiteriana Mackenzie



---

Profa. Mrs. Paola Richter Londero  
Faculdade de Tecnologia do Cooperativismo - ESCOOP

*Dedico,*

*À minha família amada,  
meus pais, José e Rosângela, e minha irmã, Isabela,  
pelo constante incentivo e suporte;*

*à Lucas Valle Mielke, parceiro e companheiro,  
pelo apoio e pelas opiniões desse estudo;*

*à memória de minha avó Aparecida Viegas Iugas,  
sábua mulher, que sempre conduziu e incentivou  
meus passos em vida;*

*“Essentially,  
all models are wrong,  
but some are useful”*

*(George Edward Pelham Box,  
British statistician)*

## RESUMO

**Objetivo:** Elaborar, com fundamentos em pressupostos empíricos e teóricos, modelo de simulação das demonstrações contábeis baseado em variáveis operacionais, comerciais e financeiras, para então, gerar equação de regressão linear que valide e sumarie o modelo proposto com o intuito de identificar as principais variáveis que impactam no resultado econômico-financeiro do modelo proposto.

**Metodologia:** As principais etapas da metodologia consistiram na elaboração do modelo, simulação de inúmeros cenários testando as variáveis, e por fim, obtenção da equação da regressão linear e análises estatísticas. O estudo foi caracterizado como pesquisa explicativa com abordagem quantitativa e documental dos dados. Delimitou-se o estudo para empresas sucroenergéticas com capacidade entre 2,0 à 3,0 milhões de toneladas localizadas na região Centro-Sul do Brasil devido a representatividade dessas empresas no cenário brasileiro.

**Implicações práticas:** Este estudo contribui para que as empresas sucroenergéticas utilizem um modelo de projeção das demonstrações contábeis para identificar as principais variáveis que impactam nos resultados econômico-financeiros. Com isso, atua na mitigação de riscos e auxilia na compreensão, planejamento, projeção, alocação e controle de recursos financeiros.

**Originalidade e contribuições:** O estudo é considerado original devido a análise simultânea de variáveis no resultado econômico-financeiro de empresas sucroenergéticas. Este estudo contribui para o desenvolvimento do setor sucroenergético destacando técnicas e disseminando conhecimentos que melhorem o desempenho econômico com respeito aos seus efeitos sociais e ambientais. Expressa-se também que há contribuição com a academia pela ampliação de estudos nesta área específica.

**Resultados:** Percebe-se, alinhado com a revisão de literatura e análise dos dados, que a equação de regressão do modelo, baseado em 14 variáveis independentes, explica o fluxo de caixa livre das empresas sucroenergéticas com R-Quadrado (ajustado) de 95%. Pelo método “Stepwise”, as 5 variáveis independentes que mais explicam o R-Quadrado (ajustado) correspondem à 82,9%. As variáveis independentes testadas que mais possuem impactam no resultado econômico-financeiro foram: preço líquido do VHP, teor de açúcar (sacarose) da cana-de-açúcar (ATR), distância do campo até a usina, valor do contrato de arrendamento e preço líquido do hidratado.

**Palavras-chave:** Setor Sucroenergético. Planejamento Financeiro. Regressão Linear.

## ABSTRACT

**Objective:** The main objective of this study was to develop a financial statements model (P&L and CFS) based on operational, commercial and financial variables for Brazilian sugarcane companies. It was also to calculate a linear regression equation for validation, summarization, and identification of the main variables that have more economic and financial impact on the proposed model's results.

**Methodology:** The main methodology step were: firstly the creation of the model; secondly the simulation of scenarios by testing the variables; and finally the calculation and analysis of the linear regression equation. The study was characterized as explanatory research with a data quantitative and documentary approach. The study was delimited to sugarcane companies with a crushing capacity between 2.0 to 3.0 million tons located in Brazil's Center-South region due to its representativeness to the Brazilian scenario.

**Practical Implications:** This study contributes to the sugarcane companies by using a predictive model for the development and analysis of the financial statements. It also contributes to the identification of the main variables that most impact the economic-financial result. Additionally, it is important to mitigate risks based on a tool that helps to understand, plan, project and control the financial resources.

**Originality and Contributions:** The study is original as it concomitantly analyzes many variables in financial and economic results. This study also contributes to the development of the sugarcane industry, highlighting techniques and disseminating knowledge that improve economic performance while respecting and considering its social and environmental effects. Furthermore, it is possible to contribute to the field of academia by expanding studies in this specific area.

**Results:** According to the literature review and data analysis, it was noticed that the model regression equation explains the free cash flow of sugarcane companies with an R-square (adjusted) of 95% based on 14 independent variables. The "Stepwise" method was used to identify the most relevant variables and following this, 5 independent variables that most explain the R-Square (adjusted), corresponding to 82.9%, were determined. The independent variables tested that most impact the economic-financial results were: sugar net price (VHP type), the sugar content of sugarcane (sucrose), distance from the field to the mill, leasing contract value and hydrous net price.

**Keywords:** Sugarcane Industry. Financial Planning. Linear Regression.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fluxograma 1 - Técnica "Árvore de Problemas" do setor sucroenergético.....	15
Fluxograma 2 - Comercialização dos produtos da cana-de-açúcar da safra 2017/18. ....	31
Fluxograma 3 - Etapas do preparo do solo, plantio e tratos planta da cana-de-açúcar. ....	35
Fluxograma 4 - Processo da colheita, transbordagem e transporte da cana-de-açúcar. ....	36
Fluxograma 5 - Etapas do CTT, tratos soca, moagem e da comercialização dos produtos. ....	37
Fluxograma 6 - Etapas produtivas e comercialização dos produtos.....	38
Fluxograma 7 - Interações dos processos produtivos e da comercialização dos produtos.....	39
Fluxograma 8 - Resumo do procedimento metodológico. ....	43
Fluxograma 9 - Passo a passo Regressão Linear (Minitab) .....	50
Esquema 1 - Representação ilustrativa da Demonstração do Resultado do Exercício (DRE).....	21
Esquema 2 - Demonstração do Fluxo de Caixa (DFC) pelo método indireto. ....	22
Esquema 3 - Principais seções elaboradas do modelo de simulação.....	44
Esquema 4 - Detalhamento do Plano Operacional (custos e despesas).....	46
Esquema 5 - Detalhamento do Plano Comercial (receitas e despesas comerciais). ....	47
Esquema 6 - Detalhamento Metodologia CONSECANA.....	48
Esquema 7 - Resultado (outputs) do modelo elaborado: DRE e DFC. ....	51
Fórmula 1 - Fluxo de caixa incremental a partir do resultado operacional. ....	23
Fórmula 2 - Equação geral da regressão linear múltipla. ....	24
Fórmula 3 - Equação simplificada da regressão linear do modelo proposto.....	60
Gráfico 1 - Ciclos da cana, variações de temperatura e pluviosidade (Centro-Sul).....	29
Gráfico 2 - Evolução volume cana-de-açúcar, etanol e açúcar no Brasil (2010-2019).....	30
Gráfico 3 - Endividamento do setor sucroenergético da safra 13/14 até a 18/19.....	32
Gráfico 4 - Principais players do setor sucroenergético. ....	34
Gráfico 5 - Exemplo de informação do custeio dos tratos soca em R\$/ha (Centro-Sul).....	41
Gráfico 6 - Histograma dos resíduos .....	62
Gráfico 7 - CUSUM .....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução da margem por produto acabado das safras 16/17, 17/18 e 18/19. ....	32
Tabela 2 - Representatividade do Perfil das empresas sucroenergéticas do Brasil. ....	40
Tabela 3 - Lista de variáveis (operacional, comercial e financeira) e respectivas fontes.....	42
Tabela 4 - Quantidade de dados entrada, cálculos e outputs do modelo elaborado. ....	52
Tabela 5 - Variáveis independentes selecionadas.....	53
Tabela 6 - Matriz de Correlação (variáveis independentes) – INICIAL .....	54
Tabela 7 - Matriz de Correlação (variáveis independentes) - FINAL.....	55
Tabela 8 – Estatística do Erro.....	61
Tabela 9 - Teste de Heterocedasticidade .....	61
Tabela 10 - Teste de normalidade de resíduos .....	62
Tabela 11 - Teste de Ramsey.....	62
Tabela 12 - Teste de especificação de modelos.....	62
Tabela 13 - Teste de Breusch-Godfrey.....	63
Tabela 14 - Teste de estabilidade paramétrica.....	63
Minitab 1 - Sumário do Modelo testado.....	56
Minitab 2 - Análise de Variância (ANOVA).....	56
Minitab 3 - Teste de Significância (valor-p) .....	57
Minitab 4 - Equação geral da regressão linear do modelo proposto. ....	57
Minitab 5 - Método “Stepwise” (Passo 1 até 14). ....	59
Minitab 6 - Método “Stepwise” (Passo 5).....	60
Minitab 7 - Valores de “VIF and Tolerance” (Teste de Correlação).....	61

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1	DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA.....	13
1.2	QUESTÃO E OBJETIVOS DA PESQUISA .....	15
1.2.1	<b>Questão da Pesquisa</b> .....	15
1.2.2	<b>Objetivo Geral</b> .....	16
1.2.3	<b>Objetivos Específicos</b> .....	16
1.3	IMPLICAÇÕES PRÁTICAS .....	16
1.4	CONTRIBUIÇÃO TECNOLÓGICA-SOCIAL.....	17
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b> .....	18
2.1	MODERNA TEORIA DE FINANÇAS .....	18
2.2	SISTEMAS DE CONTROLE PARA GERENCIAMENTO DE RISCO.....	19
2.3	DEMONSTRAÇÕES CONTÁBEIS (DRE e DFC) .....	21
2.4	MODELO ESTRUTURAL COM ANÁLISE DE IMPACTO .....	23
2.5	REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA .....	24
2.6	REVISÃO DOS ESTUDOS ANTERIORES .....	25
2.7	PROPOSIÇÕES OU ARTICULAÇÕES DAS HIPÓTESES .....	27
<b>3</b>	<b>OBJETO DO ESTUDO</b> .....	29
3.1	O SETOR SUCROENERGÉTICO .....	29
3.2	DO CAMPO À INDÚSTRIA E A VENDA DE AÇÚCAR E ETANOL.....	34
3.3	DELIMITAÇÃO E BANCO DE DADOS DA PESQUISA.....	40

<b>4</b>	<b>PROCEDIMENTO METODOLÓGICO</b> .....	43
4.1	TIPOLOGIA E ETAPAS DA PESQUISA .....	43
4.2	ELABORAÇÃO DO MODELO .....	44
4.3	REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA E TESTES DE PÓS ESTIMAÇÃO .....	49
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	51
5.1	MODELO PROPOSTO.....	51
5.2	VARIÁVEIS TESTADAS DO MODELO PROPOSTO .....	52
5.3	ANÁLISE DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES.....	53
5.4	INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS ESTATÍSTICOS.....	56
5.5	EQUAÇÃO GERAL DA REGRESSÃO LINEAR .....	57
5.6	MÉTODO STEPWISE.....	58
5.7	EQUAÇÃO SIMPLIFICADA DA REGRESSÃO LINEAR.....	60
5.8	TESTES PÓS ESTIMAÇÃO .....	61
5.9	DISCUSSÕES E ARTICULAÇÕES DAS HIPÓTESES .....	64
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	65
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	68
	<b>ANEXOS</b> .....	73

## **1 INTRODUÇÃO**

### **1.1 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA**

No Brasil, a cultura da cana-de-açúcar foi introduzida nos primeiros anos do período colonial e se consolidou no país desde então. 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 produção e comercialização de energia, o que maximiza a rentabilidade do negócio.

Ao longo da história do país, seu cultivo teve dois períodos de grande expansão: o primeiro com os incentivos do PROÁLCOOL (Programa Nacional do Álcool) 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 o seu endividamento com valores estimados superiores a 130 bilhões de reais até a safra 2015/2016. A crise foi resultado da queda abrupta dos preços de açúcar, da desaceleração da comercialização de etanol, e do aumento dos custos operacionais e despesas financeiras decorrente de endividamentos (DASSIE, 2016).

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 teve o preço controlado pelo governo abaixo da inflação (DASSIE, 2016).

Segundo a União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA, 2016), a NOVACANA (2018) e o Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas em parceria com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (PECEGE/CNA, 2019) os custos referentes a produção da cana-de-açúcar, o processamento industrial, e até mesmo, às despesas com vendas, estão mais elevados nessa última década.

Entre 2000 e 2012, a colheita da cana-de-açúcar passou por uma revolução: 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 e imposição de melhores práticas ambientais e sociais pelo setor produtivo.

O processo da 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 da 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 (ROSA, 2017). Portanto, para Schmidt (2011) e Teixeira (2013) o principal responsável pelo aumento dos custos produtivos foi a expansão da colheita mecanizada de cana-de-açúcar.

Segundo a UNICA (2019), a capacidade instalada de moagem, na safra 2018/19, corresponderia cerca de 785 milhões de toneladas, entretanto processou apenas 621 milhões de toneladas de cana-de-açúcar na safra em questão. Esta ociosidade nos patamares de 20% das plantas de produção, além de representar e acentuar a crise do setor, ainda dificulta a diluição de seus custos fixos..

Apesar de sua ligeira recuperação nas safras seguintes, a alavacagem financeira deste setor produtivo aumentou novamente a partir da safra 2018/2019 (ITAÚBBA, 2019). Ainda segundo PECEGE/CNA (2019), a comercialização de subprodutos, especialmente a bioeletricidade, é o que tem ajudado a suavizar a deterioração dos resultados financeiros nas últimas safras (ANEXO A).

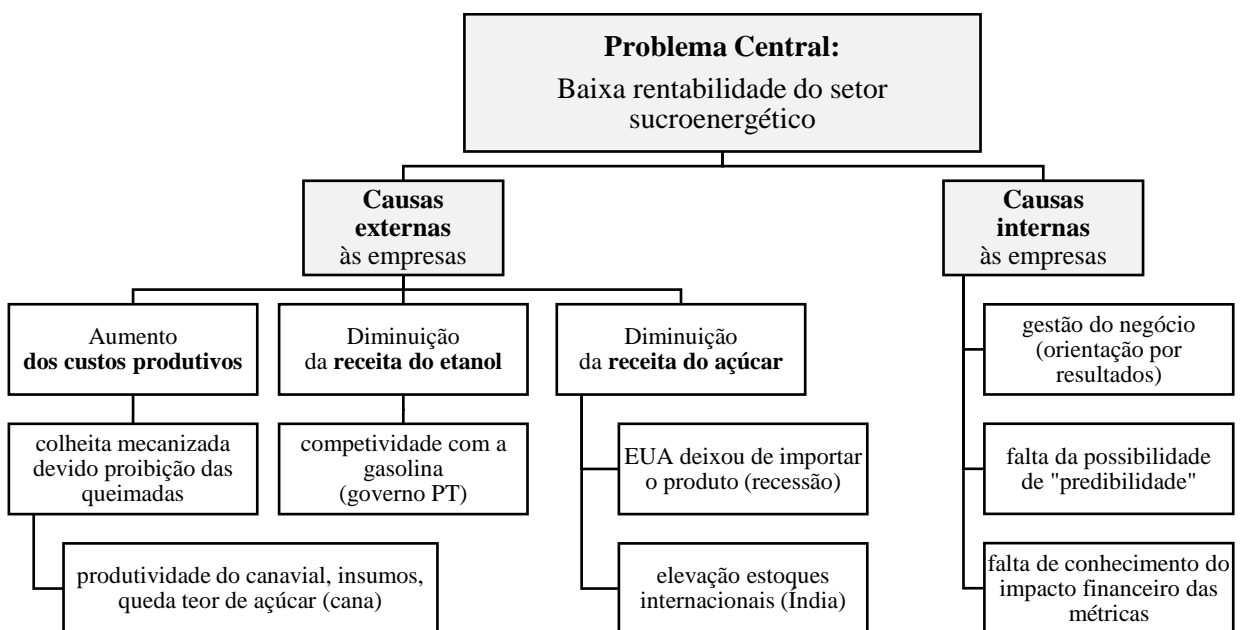
As empresas do setor sucroenergético, o meio acadêmico e os institutos de pesquisa sempre buscam e buscaram o entendimento do desempenho operacional, econômico e financeiro para a continuidade e prosperidade dos modelos de negócios adotados no mercado. Para tanto, é fundamental analisar e compreender as suas demonstrações contábeis, objeto deste estudo, de forma minuciosa e integrada, além da proximidade e entendimento do negócio como um todo.

Os principais produtos comercializados, o açúcar e o etanol, desse segmento da economia são commodities, portanto seus preços são regidos pelo mercado, portanto as empresas sucroenergéticas devem priorizar a redução de custo para aumento de sua rentabilidade financeira.

Nesse contexto, a gestão e a contabilidade das empresas vem passando por um processo evolutivo, utilizando-se de controles gerenciais, modelos científicos e técnicas estatísticas com o intuito de prover informações úteis no processo decisório, e conseqüentemente, melhorar a alocação e controle dos recursos financeiros.

O diagrama de árvore é uma ferramenta que a partir de um problema central, identifica causas e efeitos em relação à esse problema central. O fluxograma 1 demonstra de forma estruturada a “árvore de problemas” deste estudo com o intuito de facilitar a visualização dos principais pontos abordados até o momento.

### Fluxograma 1 - Técnica "Árvore de Problemas" do setor sucroenergético



Fonte: O autor (2020)

## 1.2 QUESTÃO E OBJETIVOS DA PESQUISA

### 1.2.1 Questão da Pesquisa

Devido às dificuldades enfrentadas pelo setor sucroenergético, juntamente com os problemas de gestão na tomada de decisão das empresas, os resultados econômico-financeiros vêm-se apresentando negativos nas últimas safras em diversas usinas do Brasil.

Portanto, propõe-se com este estudo responder à questão:

*“Qual o efeito das principais variáveis no resultado econômico-financeiro das empresas sucroenergéticas com capacidade de moagem de 2,0 à 3,0 milhões de toneladas da região Centro-Sul do Brasil?”.*

### 1.2.2 Objetivo Geral

Elaborar, com fundamentos em pressupostos empíricos e teóricos, **modelo de simulação das demonstrações contábeis** baseado em variáveis operacionais, comerciais e financeiras, para então, gerar **equação de regressão linear** que valide e sumarie o modelo proposto com o intuito de identificar as **principais variáveis** que impactam no resultado econômico-financeiro do modelo proposto.

### 1.2.3 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos basearam-se em:

- ✓ **Mapear interações e empregar racional** dos efeitos dos planos de produção e comercial no resultado econômico-financeiro das empresas sucroenergéticas;
- ✓ Obter, por meio de pesquisa documental, **custos** de produção da cana-de-açúcar e **preços** de venda (açúcar, etanol e bioeletricidade) detalhados e atualizados do setor sucroenergético;
- ✓ Validar e analisar o modelo proposto com base em **análises estatísticas e análises de sensibilidades adequadas**;
- ✓ **Evidenciar as contribuições** dos resultados obtidos para gerenciamento de risco, processo orçamentário, sistemas de controle gerenciais, definição de metas e planejamento financeiro de curto e longo prazo.

## 1.3 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

Este estudo contribui para que as empresas sucroenergéticas utilizem um modelo de projeção das demonstrações contábeis para identificar as principais variáveis que impactam nos resultados econômico-financeiros. Com isso, atua na mitigação de riscos e auxilia na compreensão, planejamento, projeção, alocação e controle de recursos financeiros.

As projeções das demonstrações contábeis também podem ser utilizadas, com as devidas adaptações, para projeções de longo prazo, com foco no planejamento financeiro e estratégico do negócio.

O modelo proposto neste estudo poderá ser utilizado para análises de sensibilidades frente à um cenário base, evidenciando o efeito isolado nas alterações das variáveis testadas, por meio do fluxo de caixa incremental. Além de, com as devidas adaptações, possibilitar as análises de investimentos.



A intervenção proposta poderá ser replicada, com as devidas adaptações, em diferentes culturas agrícolas (sejam perenes ou não), como também em localidades distintas, sejam em território nacional ou internacional. Além da aplicação em diferentes culturas agrícolas, o estudo, com as devidas adaptações, também poderá ser aplicado em diferentes setores da economia.

#### **1.4 CONTRIBUIÇÃO TECNOLÓGICA-SOCIAL**

O Brasil é o maior produtor global de cana-de-açúcar (UNICA, 2016). O setor sucroenergético emprega mais de 950 mil empregos formais diretos e 70 mil produtores rurais de cana-de-açúcar. Estima-se que as emissões de gases do efeito estufa foram reduzidas em mais de 350 milhões de toneladas de CO<sub>2eq</sub> desde o lançamento dos veículos *flex fuel* (UNICA, 2016).

Ainda segundo a UNICA (2016) o setor sucroenergético é responsável por 17% da matriz energética e por 41% da energia renovável ofertada no Brasil com potencial de expansão. Essa expansão resultaria na redução da importação prevista de combustível fóssil. Inclusive esse potencial foi reconhecido na 21ª Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (COP21) ocorrida em Paris em 2015.

Portanto, o presente estudo contribui para o desenvolvimento do setor sucroenergético destacando técnicas e disseminando conhecimentos que melhorem o desempenho econômico com respeito aos seus efeitos sociais e ambientais. Expressa-se também que há contribuição com a academia pela ampliação de estudos nesta área específica.

## 2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 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 baseados em modelos financeiros são: Formulações de Modigliani e Miller, Teoria ou Hipótese de Mercado Eficiente, Teoria do Portfólio, Modelo de Precificação de Ativos, Teoria das Opções (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 (1937), modificaram e enriqueceram essa teoria. As firmas trabalham com o lado da oferta de mercado ao oferecer seus produtos e serviços aos consumidores, agregando valor às matérias-primas e reunindo capital e trabalho (BOAVENTURA ET AL., 2009, p. 292). Partem desta teoria as três seguintes subdivisões: **Teoria de Produção, dos Custos e dos Rendimentos**.

A primeira subdivisão, chamada de **Teoria da Produção**, tange conceitos do processo de produção e determina a quantidade ideal a ser produzida pelo negócio. A chamada função de produção demonstra a produção máxima da empresa ao combinar seus subprodutos.

A segunda subdivisão, chamada de **Teoria dos Custos**, elenca os conceitos de custo econômico, custo total, custo marginal e custo médio. Essa teoria afirma que o objetivo do negócio é a minimização de custos, ou seja, produzir a quantidade desejada com o mínimo de custo necessário ou empregado em seu processo produtivo.

A última subdivisão, chamada **Teoria dos Rendimentos**, coloca em evidência os conceitos de receita total, receita média e receita marginal e declara o objetivo da firma de maximizar os lucros, consequência natural das subdivisões anteriores (COASE, 1937 apud SALHANI, 2014).

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).

O presente estudo é embasado na **Moderna Teoria de Finanças** pelo seu foco, principalmente, questionador dos resultados. O modelo das demonstrações contábeis é fundamentado na **Teoria da Firma e suas subdivisões** (Produção, Custos e Rendimentos) dado o seu viés da otimização operacional-financeira do negócio. Por fim, as implicações práticas deste estudo, alinhados com a **Teoria da Utilidade**, atuam para o planejamento financeiro com o foco no gerenciamento de risco e no processo decisório na alocação dos recursos financeiros do negócio.

## 2.2 SISTEMAS DE CONTROLE PARA GERENCIAMENTO DE RISCO

Santos e Lima (2008) definem contabilometria como uma ciência que reúne matemática, informática, estatística e contabilidade para auxiliar na elaboração, verificação e análises de demonstrações contábeis. Por meio dessa ciência é possível aplicar métodos quantitativos, matemáticos e estatísticos com o intuito preditivo. Destaque-se nesse ramo equações lineares, análises discriminantes, séries temporais e modelos empregados na tomada de decisões, e também, no gerenciamento de riscos.

Adicionalmente ao conceito de contabilometria, o controle gerencial encontra-se entre a formulação da estratégia (metas, estratégias e diretrizes) e o controle de tarefas (desempenho eficiente e eficaz de tarefas individuais) com o objetivo de implementar a estratégia. Segundo Anthony e Govindarajan (2006) os elementos dos sistemas de controle gerencial incluem o planejamento estratégico, preparação de orçamento, alocação de recursos, mensuração de desempenho, avaliação e recompensas, alocação de centro de responsabilidade e composição do preço de transferência.

Atkinson et al. (2003) evidenciaram a diferença entre a informação contábil da gerencial, e inclusive, citam as diversas aplicações em ambos os casos em seus estudos. Esse estudo baseou-se principalmente das informações gerenciais disponíveis, principalmente pelo seu foco na análise do resultado econômico-financeiro, e não em regras contábeis ou temporais que possam impactar o resultado financeiro.

Dezan e Oliveira (2015) concluíram que as informações contábeis e gerenciais só têm relevância para a gestão das empresas e tomada de decisão se apresentadas de forma **simples** e,

principalmente, **contextualizada**, além de serem consideradas uma das fontes mais básicas na tomada de decisões em uma organização.

Índices usados nas análises das demonstrações contábeis, tais quais **liquidez corrente**, **grau de endividamento**, **margem líquida** são indicadores interessantes que podem ser componentes da contabilometria, inclusive, variáveis a serem analisadas em estudos estatísticos.

Riscos são comumente associados à uma visão negativa como de perigo ou ameaça, entretanto, no mercado financeiro o risco pode ser simplesmente definido como o desvio entre o retorno esperado e o obtido (SALHANI, 2014). O mesmo autor ainda afirma que na valoração das empresas o risco está sempre vinculado ao fluxo de caixa para refletir perdas ou possibilidade de divergência entre resultado projetado e realizado.

Nas análises de investimento, o risco está muito atrelado à volatilidade dos ativos. O gerenciamento de risco, por sua vez, é definido por De Cicco e Fantazzini (1994 apud LEINFELDER, 2016) como “a ciência, a arte e a função que visa proteção dos recursos humanos, materiais e financeiros da empresa (...) através da eliminação ou redução de seus riscos”.

As principais etapas do gerenciamento de riscos envolvem em identificar, analisar e avaliar os mesmos para, em um segundo momento, tratá-los e gerenciá-los de forma efetiva e contínua (LEINFELDER, 2016).

Cabe citar que riscos identificados, avaliados e quantificados devem ser tratados quando seus impactos passarem do limite tolerável pelos donos do processo. Praticamente, na maioria dos casos, é impossível a eliminação dos riscos, espera-se portanto mitigar os potenciais efeitos gerados por esses riscos. Leinfelder (2016) ainda cita a relevância do uso de *softwares* para avaliação mais efetiva, e quantitativa, do impacto dos potenciais riscos.

Pela definição acima, podemos enquadrar o modelo proposto como uma técnica de contabilometria, como também, uma ferramenta de controle gerencial. Adicionalmente, a análise estatística do modelo, por meio da regressão linear, e a possibilidade de diferentes cenários simulados desse modelo proposto, atuam na mitigação de riscos, principalmente os de natureza financeira, além de evidenciar a alocação adequada e o controle dos recursos financeiros.

O modelo proposto foi desenvolvido pela modelagem operacional-financeira das empresas sucroenergéticas obtendo como resultado as demonstrações contábeis e o próximo item detalhará os principais conceitos e práticas contábeis que embasam essas demonstrações contábeis.

### 2.3 DEMONSTRAÇÕES CONTÁBEIS (DRE e DFC)

A demonstração do fluxo de caixa (DFC) e a demonstração do resultado do exercício (DRE) são relatórios contábeis obrigatórios e complementares em diferentes perspectivas para a gestão das empresas. A DFC emprega o regime contábil de caixa e a DRE o regime contábil de competência. Independente da perspectiva analisada (DRE ou DFC), ambas demonstrações devem ser coerentes entre si.

O regime de competência apropria receitas e despesas no momento do fato gerador, portanto de forma simplificada, o lançamento é contabilizado, por exemplo, na data em que um acordo é firmado, independentemente da situação de caixa da empresa (SALHANI, 2014): a DRE emprega-se desse mecanismo. O esquema 1 representa a DRE ilustrativa do Pronunciamento Técnico CPC 03.

#### Esquema 1 - Representação ilustrativa da Demonstração do Resultado do Exercício (DRE)

Vendas  
 CMV  
 Lucro bruto  
 Despesa com depreciação  
 Despesas de venda e administrativas  
 Despesa de juros  
 Resultado de equivalência patrimonial  
 Perda cambial  
 Lucro líquido antes do imposto de renda e da contribuição social  
 Imposto de renda e contribuição social  
 Lucro líquido

Fonte: Comitê de Pronunciamentos Contábeis – CPC 03.

A DFC é um representativo das movimentações na conta “Caixa e Equivalentes de Caixa”, pertencente ao Balanço Patrimonial Ativo durante o período de exercício e fornece uma evolução dinâmica do caixa da empresa. (IUDÍCIBUS et. al., 2008 apud SALHANI, 2014). Dessa forma, a DFC não corresponde, propriamente, aos resultados de vendas, mas com “entradas e saídas reais de dinheiro” da companhia, desprezando valores não efetivamente pagos ou recebidos, como exemplo da depreciação e amortização, além de não contabilizar despesas ou recebimentos futuros (regime contábil de caixa).

A DFC pode ser elaborada por dois métodos: o direto, no qual são registradas todas as entradas e saídas de caixa de um período; e o indireto, elaborado a partir do lucro/prejuízo líquido da DRE ao se adicionar as alterações de giro (Ativo Circulante e Passivo Circulante) que provocaram alteração de caixa (MARION, 2009), em termos práticos, ajusta-se a depreciação, a equivalência patrimonial e constituição de reservas (“itens não-caixa”). Este estudo empregou o modelo do fluxo de caixa indireto em sua metodologia.

## **Esquema 2 - Demonstração do Fluxo de Caixa (DFC) pelo método indireto.**

### Demonstração dos fluxos de caixa pelo método indireto (item 18b)

#### **Fluxos de caixa das atividades operacionais**

Lucro líquido antes do IR e CSLL

Ajustes por:

Depreciação

Perda cambial

Resultado de equivalência patrimonial

Despesas de juros

Aumento nas contas a receber de clientes e outros

Diminuição nos estoques

Diminuição nas contas a pagar – fornecedores

Caixa gerado pelas operações

Juros pagos

Imposto de renda e contribuição social pagos

Imposto de renda na fonte sobre dividendos recebidos

*Caixa líquido gerado pelas atividades operacionais*

#### **Fluxos de caixa das atividades de investimento**

Aquisição da controlada X, líquido do caixa obtido na aquisição (Nota A)

Compra de ativo imobilizado (Nota B)

Recebimento pela venda de equipamento

Juros recebidos

Dividendos recebidos

*Caixa líquido consumido pelas atividades de investimento*

#### **Fluxos de caixa das atividades de financiamento**

Recebimento pela emissão de ações

Recebimento por empréstimos a longo prazo

Pagamento de passivo por arrendamento

Dividendos pagos <sup>(a)</sup>

*Caixa líquido consumido pelas atividades de financiamento*

#### **Aumento líquido de caixa e equivalentes de caixa**

**Caixa e equivalentes de caixa no início do período (Nota C)**

**Caixa e equivalentes de caixa no fim do período (Nota C)**

<sup>(a)</sup> Esse valor também poderia ser apresentado no fluxo de caixa das atividades operacionais.

O fluxo de caixa é comumente usado nas análises do retorno de investimentos ao ser medido num determinado intervalo de anos pela metodologia do Valor Presente Líquido (VPL). Para Assaf Neto (1992), essa metodologia é considerada o aspecto mais importante na avaliação de investimento e depende do rigor e confiabilidade das estimativas. O autor ainda ressalta sua utilidade no gerenciamento da liquidez da empresa.

Toma-se essa decisão, de se considerar os resultados de caixa a partir do fluxo de caixa descontado, e não de lucro, pela necessidade de evidenciar a capacidade da empresa em remunerar o capital investido e gerar valor (ASSAF NETO, 1992).

Em análises de investimento, considera-se os valores incrementais no fluxo de caixa, ou seja, os fluxos que são gerados exclusivamente pelo investimento em análise. O modelo básico de fluxo de caixa incremental pode ser apresentado abaixo (ASSAF NETO, 1992).

**Fórmula 1 - Fluxo de caixa incremental a partir do resultado operacional.**

$$FC = [ \Delta \text{ROP} - \text{IR} * (\Delta \text{ROP}) ] + \Delta \text{DND}$$

$$FC = \Delta \text{ROP} * (1 - \text{IR}) + \Delta \text{DND}$$

onde:

$\Delta$  FC: fluxo de caixa incremental;

$\Delta$  ROP: resultado operacional incremental;

IR: alíquota de imposto de renda aplicável sobre o resultado operacional incremental;

$\Delta$  DND: despesas não desembolsáveis incrementais (depreciação, por exemplo).

Fonte: Assaf Neto (1992)

## 2.4 MODELO ESTRUTURAL COM ANÁLISE DE IMPACTO

Modelo é uma representação da realidade em escala reduzida, envolvendo a simplificação de um sistema mais complexo com o propósito de analisar, descrever, explicar e simular cenários que representem o mais próximo da realidade (BESSEGATO, 2007).

Ainda exposto por Bessegato (2007), os modelos científicos podem ser classificados de diferentes formas segundo a maneira como os dados se encontram, como o tempo é simulado e como os sistemas estudados se comportam.

Quanto à forma de dados, os modelos podem ser classificados em:

- ✓ Determinísticos, quando um conjunto de dados de entrada gera um único conjunto de saídas, ou;
- ✓ Probabilísticos, quando possuem uma ou mais variáveis aleatórias de entrada que conduzem às saídas aleatórias.

Quanto à forma de passagem do tempo simulado, modelos podem ser:

- ✓ Discretos, quando a passagem de tempo do modelo é feita em intervalos de um evento até o outro, sendo que o sistema não se altera entre esses intervalos, ou;
- ✓ Contínuos, quando a passagem do tempo é vista como se fosse realmente contínua, muito embora seja, na verdade, feita em pequenos intervalos de tempo.

Quanto à dinamicidade do sistema simulado, o modelo poderá ser classificado em:

- ✓ Estáticos, quando os sistemas do modelo não se alteram ao longo do tempo, ou;
- ✓ Dinâmicos, quando os sistemas do modelo se alteram ao longo do tempo.

Há ainda os modelos ditos “Combinados”, quando combinam classificações quanto à forma de dados, passagem do tempo ou sistema simulado. O modelo proposto deste estudo é classificado em determinístico, discreto e estático, e conforme mencionado anteriormente, utilizou-se do método indireto para a construção do seu fluxo de caixa.

A complexidade de um modelo não necessariamente refletirá na melhor qualidade do resultado esperado, inclusive pode-se muitas vezes, ser inferior quando comparado ao desempenho do “passeio aleatório ingênuo (sem tendência)” como constatado por Marçal e Hadad Junior (2016). Portanto, faz-se importante mencionar que há necessidade de se equilibrar a complexidade de um modelo versus os seus resultados simulados ou projetados.

Por fim, o entendimento da relação das variáveis do modelo proposto possibilita maior senso crítico no controle e planejamento financeiro, e conseqüentemente, alocação adequada dos recursos financeiros de uma empresa. Além disso, a modelagem dos cenários estudados permitirá comparação das análises realizadas ou aferição de resultados já apresentados em anos anteriores.

## 2.5 REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

A regressão linear é uma análise estatística que tem por objetivo verificar a existência da relação entre variáveis dependentes e as variáveis independentes. Obtêm-se uma equação dessa análise que tenta explicar como alguns fatores (variáveis independentes) resultam na resposta observada (variável dependente) (PETERNELLI; MELO, 2013, p. 190).

A regressão linear é considerada múltipla quando envolve 3 ou mais variáveis, ou seja, possui a variável dependente e duas ou mais variáveis independentes que a tentam explicar. A fórmula representada abaixo é um modelo de regressão múltipla com k variáveis.

**Fórmula 2 - Equação geral da regressão linear múltipla.**

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \epsilon, \text{ na qual:}$$



Os parâmetros  $\beta$  são os coeficientes estimados,

Y é a variável dependente ou de resposta e

X é a variável independente ou explanatória.

Fonte: Peternelli e Melo (2013).

Elaborada a regressão, inúmeros testes são realizados a fim de verificar se a fórmula obtida representa adequadamente a população simulada com respeito à distribuição de dados e se as variáveis independentes de fato explicam os resultados da variável dependente.

Para se verificar se a variância da regressão se comporta de modo semelhante à variância da população, é calculado o coeficiente de determinação, também conhecido como R-Quadrado. O valor de R-Quadrado calcula a proporção da variação da população que é explicada pelo modelo. Variando de 0 a 1, quanto mais próximo a 1, o modelo apresenta maior adequação para descrever o fenômeno estudado (PETERNELLI; MELLO, 2013, p. 190).

Outro teste realizado é o teste de significância (ANOVA). Esse teste também verifica a variância do modelo e confirma se a variância de parte da população analisada é a mesma da população total. Como resultado, tem-se o coeficiente F, que deve ser maior que um valor tabelado (F significância) para se atestar a validade da regressão (PETERNELLI; MELLO, 2013, p. 165).

Por fim, é realizado o teste do Valor P sobre as variáveis. De modo simples, esse teste verifica a probabilidade, de 0 a 1, do efeito gerado pela variável independente sobre a dependente ser devido ao acaso. Caso essa probabilidade seja elevada, próxima a 1, podemos inferir que, provavelmente, a variável dependente não é explicada por aquela variável independente (PETERNELLI; MELLO, 2013, p. 150-151).

## **2.6 REVISÃO DOS ESTUDOS ANTERIORES**

Há estudos anteriores que construíram modelos científicos de simulação e estudos que analisaram o desempenho econômico-financeiro específicos de atividades agrícolas utilizando técnicas de estatísticas, entretanto há poucos estudos que abordaram os dois assuntos simultaneamente ou específicos do setor sucroenergético. Ao longo da revisão dos estudos anteriores, apresentam-se variáveis relevantes, como técnicas estatísticas, que auxiliaram na reflexão e elaboração do modelo proposto nesse estudo.

Milan (2004) e Rosa (2017) consolidaram algoritmos, regras e cálculos para determinação do dimensionamento do número de equipamentos de diferentes atividades agrícolas e de seus custos operacionais com base em desempenhos médios (modelo

determinístico). Com base nos estudos citados, adaptou-se o dimensionamento agrícola desenvolvido pelo Milan e Rosa no modelo proposto. O PECEGE (2018) estima que os custos e despesas agrícolas correspondem a grande parcela de todo o desembolso anual das empresas sucroenergéticas, podendo representar até 80% em cada safra.

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). No entanto, a utilização do CAUE como critério de decisão pode dificultar a análise do investimento, dado que habitualmente utiliza-se o “**Valor Presente Líquido**” (VPL). Essa dificuldade se agrava em situação de crise, quando os recursos de investimento estão limitados e os investidores devem priorizar os projetos que trarão maior retorno dentre vários projetos avaliados. Apesar do modelo desenvolvido não utilizar dos indicadores financeiros “CAUE” ou “VPL” neste estudo, recomenda-se a utilização dos indicadores como potenciais variáveis dependentes a serem analisadas em estudos futuros, isso se deve, principalmente, pela natureza perene do canavial ao longo dos anos.

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.

Ribeiro et al. (2013) analisaram o desempenho econômico da cultura do girassol sob sistema de agricultura familiar. Em seu estudo 26 situações 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.

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 sucroenergéticas 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.

Há estudos semelhantes, apenas quanto ao viés estatístico, para outros setores da economia. Brignoni e Ruberto (2015) fizeram estudo com regressão linear para projetar resultado de empresas de cosméticos e higiene pessoal utilizando como base dados de demonstrações de resultados de exercício dessas empresas de capital aberto, e obtendo, no final dos estudos, uma equação de regressão linear capaz de explicar os resultados dessas empresas. Diferentemente do que sugere este estudo, Brignoni e Ruberto (2015) não desenvolveram um modelo para simular o resultado dessas empresas com outras variáveis.

## 2.7 PROPOSIÇÕES OU ARTICULAÇÕES DAS HIPÓTESES

Para Hair et al. (2005) uma das características mais significativas da pesquisa descritiva é a utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como questionários e a observação sistemática. Hair et al. (2005) também evidenciaram que as hipóteses são desenvolvidas antes da etapa de coleta de dados e compõe o plano de pesquisa. Essas hipóteses possibilitam que os pesquisadores expliquem e compreendam fatos ou fenômenos propostos.

Como análise preliminar para responder a pergunta do estudo, baseando-se na literatura e no conhecimento prévio do pesquisador, acredita-se que:

- ✓ H<sub>1</sub>: acredita-se que a variável de produtividade do canavial, expresso em tonelada por hectare, será a variável de maior impacto no resultado econômico-financeiro do modelo proposto;
- ✓ H<sub>2</sub>: as variáveis de natureza operacional e financeira possuem maior impacto no resultado econômico-financeiro comparadas às variáveis de natureza comercial.

A hipótese 1 foi evidenciada pelos autores Nogueira et al. (2013), Xavier et al. (2016) e Ribeiro et al. (2013) no que diz respeito a produtividade de uma cultura agrícola em seu resultado econômico-financeiro. Esse fato, como esperado, se dá devido a relação que quanto maior a produtividade do canavial, menor será a área necessária do cultivo da cana-de-açúcar, e conseqüentemente, diminui-se os custos com o arrendamento de terras, tratos culturais e gastos no processo de colheita, transbordagem e transporte da cana-de-açúcar.

Já a hipótese 2 foi evidenciada a partir do pressuposto que os preços de comercialização dos produtos acabados (açúcar, etanol e bioeletricidade) são regidos majoritariamente pelo mercado. Esse fato apresentaria, teoricamente, menor significância para as variáveis comerciais. Adicionalmente, sabe-se que os custos fixos representam relevância no custo total das empresas sucroenergéticas, e novamente, independente da produção ou comercialização, as variáveis comerciais apresentariam menor significância em comparação às variáveis operacionais e financeiras.

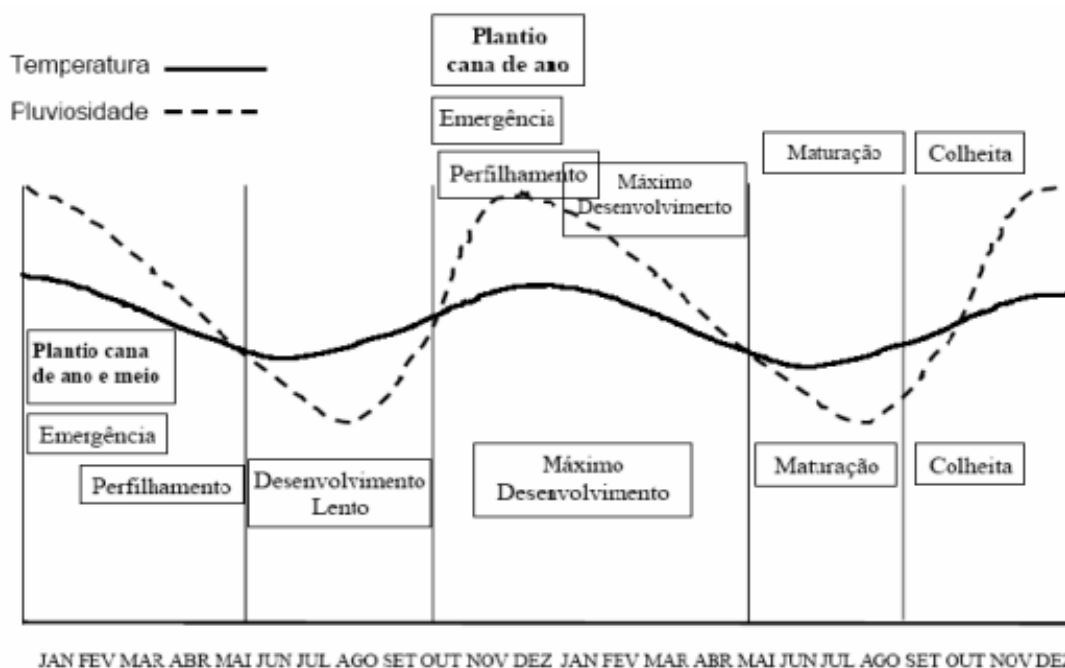
### 3 OBJETO DO ESTUDO

#### 3.1 O SETOR SUCROENERGÉTICO

A cultura da cana-de-açúcar se estabeleceu no Brasil apenas em 1533 com a construção do primeiro engenho na capitania de São Vicente, atual cidade de Santos em São Paulo. No ano de 2020, o Brasil ainda é o maior produtor global de cana-de-açúcar, com cerca de 40% do cultivo em todo o mundo (UNICA, 2016).

A cana-de-açúcar é uma planta perene com ciclo comercial mínimo, geralmente, de 5 cortes, o que corresponde a 5 safras ou 5 anos. Esse ciclo pode-se estender até 10 anos dado a qualidade do canavial. Esta planta tropical, de porte médio, estoca sacarose: o açúcar, em seu caule. O plantio comercial desta cultura é feito exclusivamente por propagação vegetal, que consiste em usar partes do vegetal no plantio ao invés de sementes (QUEIROZ, 2014).

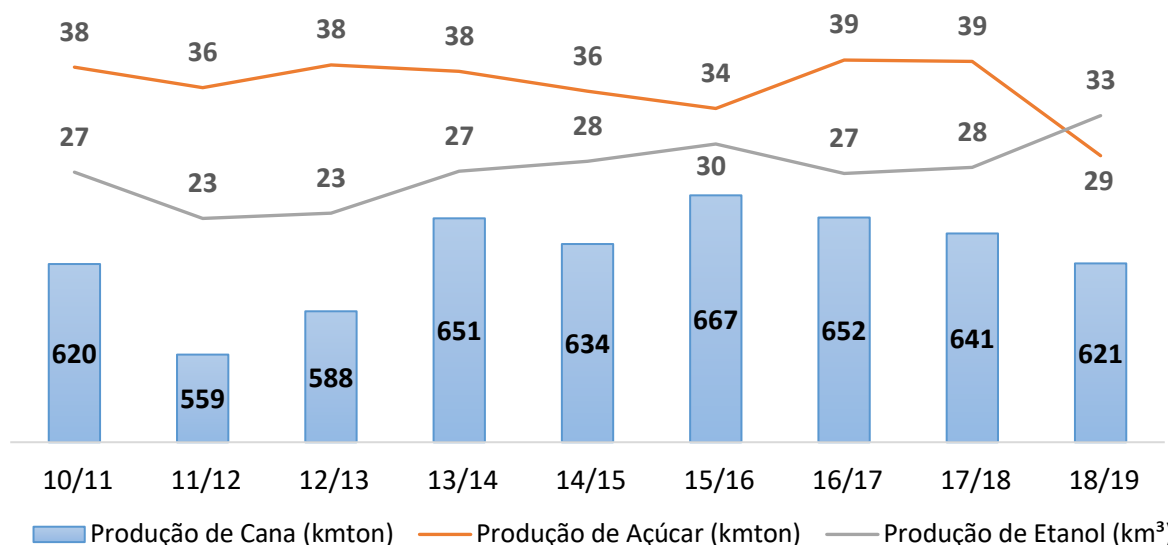
**Gráfico 1 - Ciclos da cana, variações de temperatura e pluviosidade (Centro-Sul).**



Fonte: Castro (1999).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2016), apesar da área ter diminuído nos últimos anos, o estado de São Paulo ainda possui cerca de 8,5 milhões de hectares da cultura, o que corresponde a 52% de toda área produtora nacional. Apesar da representatividade de São Paulo, a região Centro-Oeste, destaque para Minas Gerais e Goiás, aumentaram suas produções de cana-de-açúcar em relação à produção nacional na última década.

**Gráfico 2 - Evolução volume cana-de-açúcar, etanol e açúcar no Brasil (2010-2019)**



Fonte: UNICA (2019)

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).

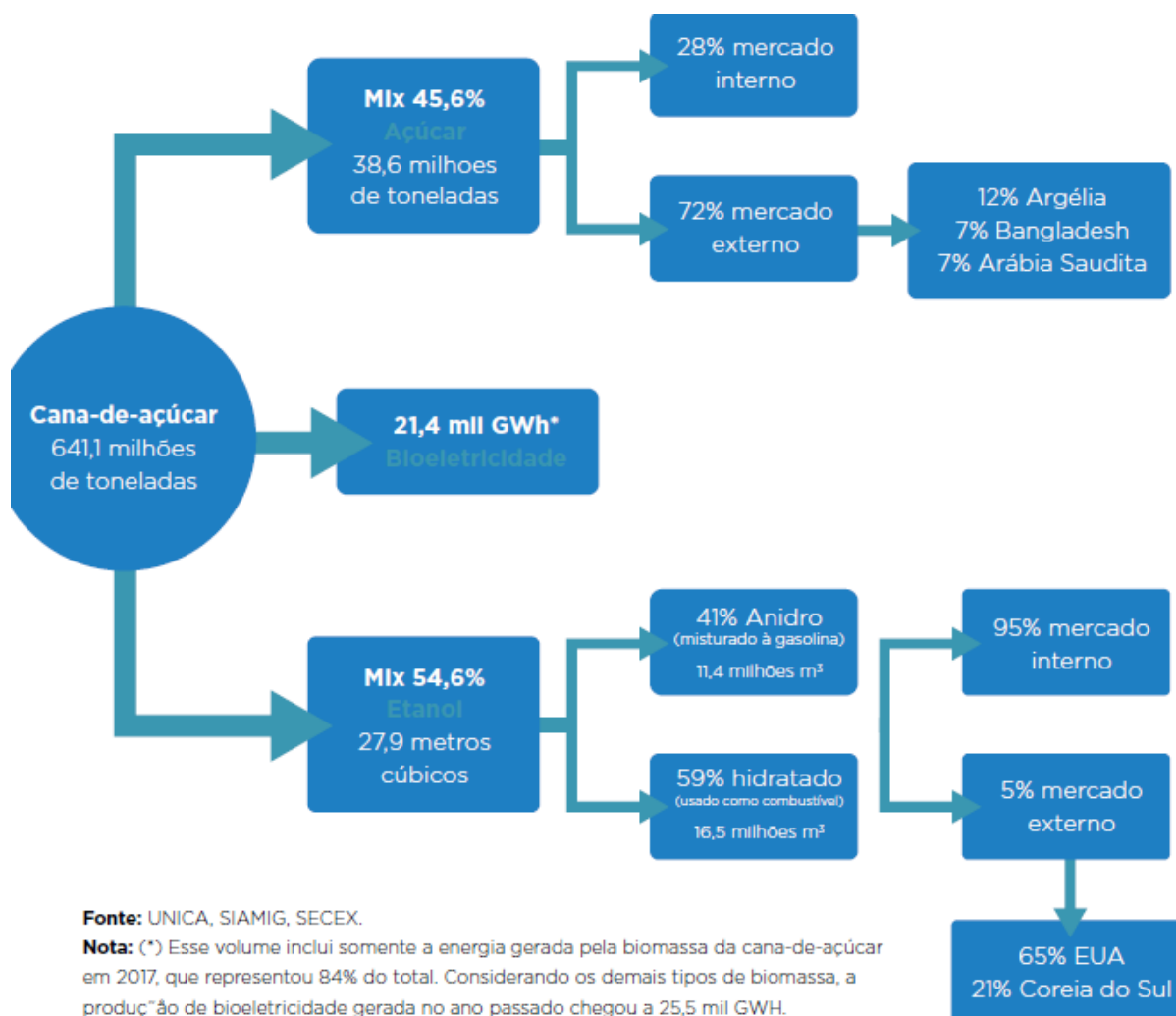
Tanto o açúcar como o etanol são subdivididos basicamente em mais dois produtos por categoria: o **açúcar cristal bruto a granel, açúcar cristal branco ensacado, o etanol anidro e o etanol hidratado.**

O açúcar bruto deve ser submetido ao refino para consumo humano. Os cristais são recobertos por uma fina camada de mel, o que confere a sua cor característica. Os principais tipos são VHP (very high polarization) e o VVHP (very very high polarization). Já o açúcar branco é processado atendendo às Boas Práticas de Fabricação e Segurança de Alimentos, definidas pela Anvisa, que o tornam próprio para o consumo humano. Esse estudo utilizará os nomes simplicados dos produtos como Açúcar VHP e Açúcar Cristal.

O etanol hidratado contém até 7,5% de água em sua composição. Pode ser utilizado puro, ou misturado em qualquer proporção com a gasolina nos carros *flex-fuel*. Já o etanol anidro é composto em média por 99,3% de etanol puro, praticamente sem água, para sua adição na gasolina na proporção de 27%, segundo acordo com o governo brasileiro.

Além dos principais produtos, açúcar e do etanol, o setor sucroenergético integra em seu portfólio alguns subprodutos, bioeletricidade, vinhaça, melaço e biopolímeros são alguns exemplos. Inclusive, esses subprodutos que tem ajudado a maximizar a rentabilidade do negócio.

**Fluxograma 2 - Comercialização dos produtos da cana-de-açúcar da safra 2017/18.**



Fonte: UNICA, SIAMIG, SECEX (2019)

Segundo a UNICA (2019), a capacidade de moagem do setor encontra-se em cerca de 785 milhões de toneladas no Brasil. Na Safra 2018/2019 foram processadas 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 a UNICA (2016), a NOVACANA (2018), PECEGE/CNA (2019) os custos referentes a produção da cana-de-açúcar, o processamento industrial, e até mesmo, às despesas com vendas, estão elevados a cada safra. O PECEGE/CNA (2019) ressalta que a comercialização de seus subprodutos, especialmente a bioeletricidade, é o que tem ajudado a suavizar a deterioração dos resultados financeiros.

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 conforme já citados na introdução desse estudo.

**Tabela 1 - Evolução da margem por produto acabado das safras 16/17, 17/18 e 18/19.**

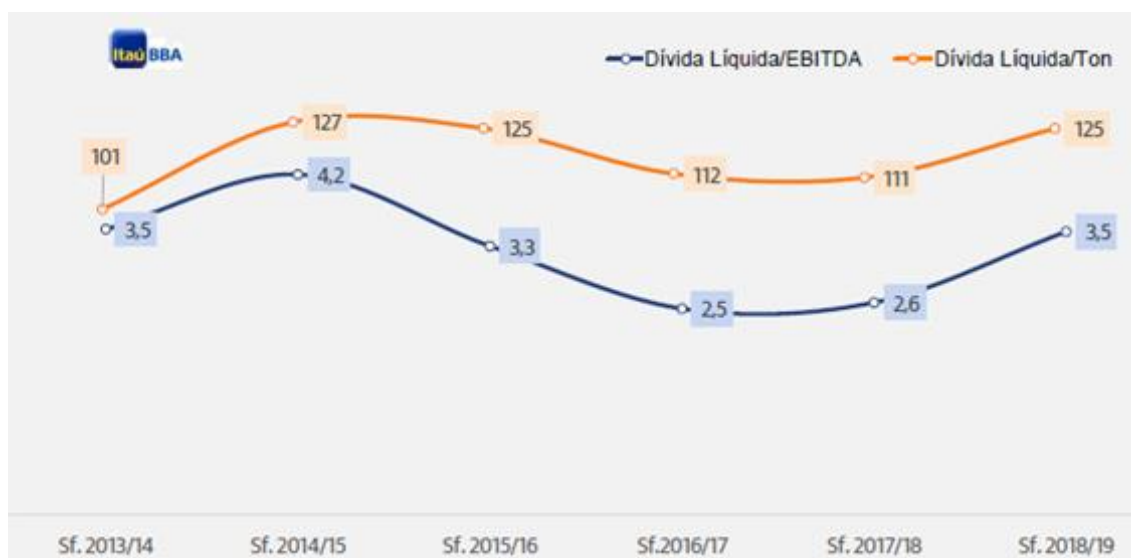
Margem = (Receita - Custo)/Receita

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

Fonte: PECEGE/CNA (2017,2018,2019).

Em 2008, o setor sucroenergético entrou em crise, ocasionando o fechamento de mais de 60 usinas e o seu endividamento com valores estimados superiores a 130 bilhões de reais até a safra 2015/2016 (DASSIE, 2016). 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 o ITAÚBBA (2019), em um estudo com 60 grupos do Centro-Sul, a alavancagem financeira do setor voltou a aumentar, pode-se afirmar dado os indicadores da dívida líquida pelo EBITDA, ou mesmo, a dívida líquida por tonelada moída a partir da safra 16/17 até a presente data desta publicação.

**Gráfico 3 - Endividamento do setor sucroenergético da safra 13/14 até a 18/19.**

Fonte: ITAÚBBA (2019).



Apesar da situação apresentada supracitada, a UNICA (2016) elenca a importância do setor sucroenergético para o Brasil, principalmente, aos fatos citados abaixo, com referência ao ano de 2016 (safra 2015/2016):

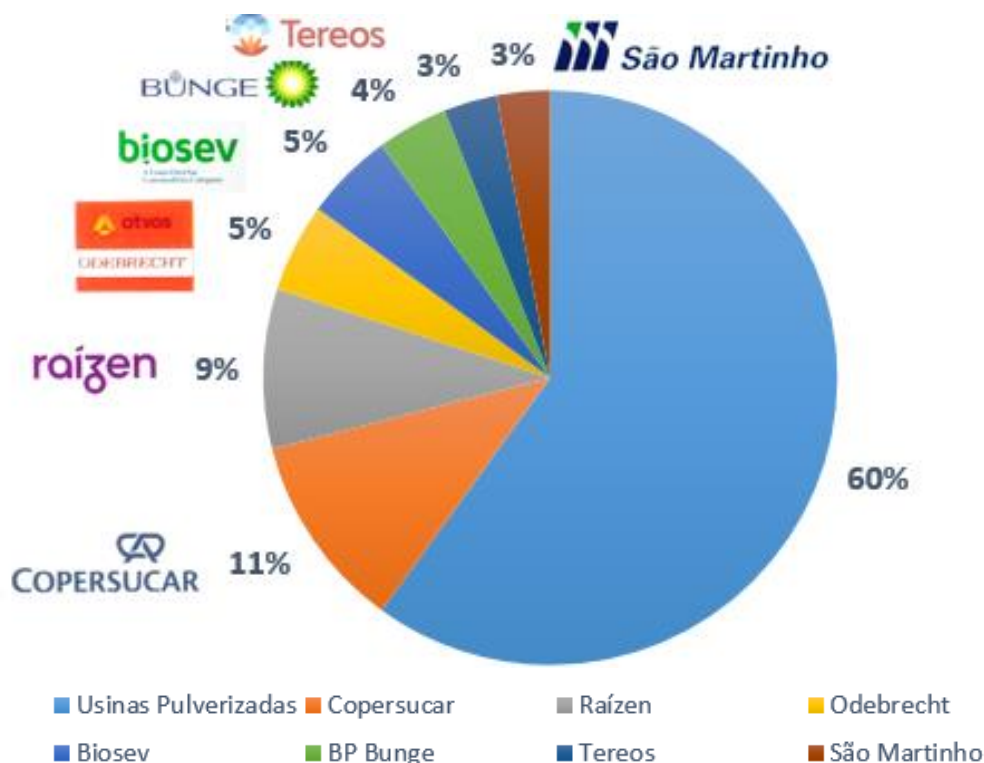
- ✓ *“Cerca de 380 unidades produtoras e mais de 1.000 municípios com atividades vinculadas à indústria sucroenergética no País.*
- ✓ *Mais de 950 mil empregos formais diretos no setor produtivo e 70 mil produtores rurais de cana-de-açúcar independentes.*
- ✓ *US\$ 8,5 bilhões em divisas externas geradas em 2015, sendo o 4º segmento na pauta de exportação do agronegócio nacional no mesmo ano em questão.*
- ✓ *PIB de aproximadamente 40 bilhões de dólares, equivalente aproximadamente a 2% do PIB brasileiro.*
- ✓ *Valor bruto anual movimentado pela cadeia sucroenergética supera os 100 bilhões de dólares.*
- ✓ *Maior produtor e exportador mundial de açúcar (respondendo por 20% da produção e por 40% da exportação global) e o segundo maior produtor de etanol do mundo.*
- ✓ *Frota corrente de 26 milhões de automóveis flex (equivalente a 70% da frota de veículos leves do Brasil), aqueles habilitados a utilizar qualquer combinação de gasolina e de etanol.*
- ✓ *Redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) em mais de 350 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq desde o lançamento dos veículos flex fuel.*
- ✓ *Etanol e bioeletricidade, em conjunto, figuram como a primeira fonte de energia renovável do País (17% da matriz nacional), com um potencial de produção de energia elétrica equivalente a mais de 4 usinas de Belo Monte”.*

O CONSECANA-SP (Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Etanol do Estado de São Paulo) é uma associação constituída pela ORPLANA (Organização dos Plantadores de Cana do Centro-Sul do Brasil) e pela UNICA. Este conselho tem por objetivo zelar pelo relacionamento entre os produtores de cana-de-açúcar e as indústrias que compram e processam essa matéria-prima.

O modelo de negócio demarcado pelo CONSECANA, de incontestável sucesso, é presente e adotado pela maioria das empresas sucroenergéticas e produtores rurais no estabelecimento dos contratos de fornecimento de cana-de-açúcar. Trata-se de um exemplo internacional de determinação de preços em livre mercado e de relacionamento entre fornecedores independentes e a agroindústria.

Por fim, destaca-se abaixo os principais players desse setor altamente pulverizado.

**Gráfico 4 - Principais players do setor sucroenergético.**



Fonte: NOVACANA (2019).

### 3.2 DO CAMPO À INDÚSTRIA E A VENDA DE AÇÚCAR E ETANOL

Para a implantação do canavial, cultura perene, deve-se planejar para a aquisição de novas áreas ou reutilização do terreno já agricultável (área de canavial antigo). Após esta etapa, ocorre o Preparo do Solo (correções físicas e químicas), sucedido pelo Plantio, aonde ocorre a distribuição de toletes (material vegetal propagável) no sulco do terreno (espaçamento de 1,5m). Geralmente, o plantio ocorre no período das chuvas, de janeiro até março, e o preparo de solo, 6 meses antecedente à esse período. A cana-de-açúcar se desenvolverá por cerca de 12 à 18 meses, para então, receber os tratos culturais, o primeiro tratamento, denominado de Tratos da Cana Planta.

A formação do canavial (Preparo, Plantio e Tratos Planta) é considerado um investimento biológico, portanto desde o desembolso da mão-de-obra, manutenção dos equipamentos e insumos empregados nessas fases serão denominados como ativo biológico com exaustão média de 5 à 7 anos nas demonstrações contábeis. A aquisição de equipamentos

agrícolas, juntamente com a Formação do Canavial, correspondem majoritariamente o maior volume de investimento recorrente anual do negócio.

**Fluxograma 3 - Etapas do preparo do solo, plantio e tratos planta da cana-de-açúcar.**



Fonte: O autor (2020).

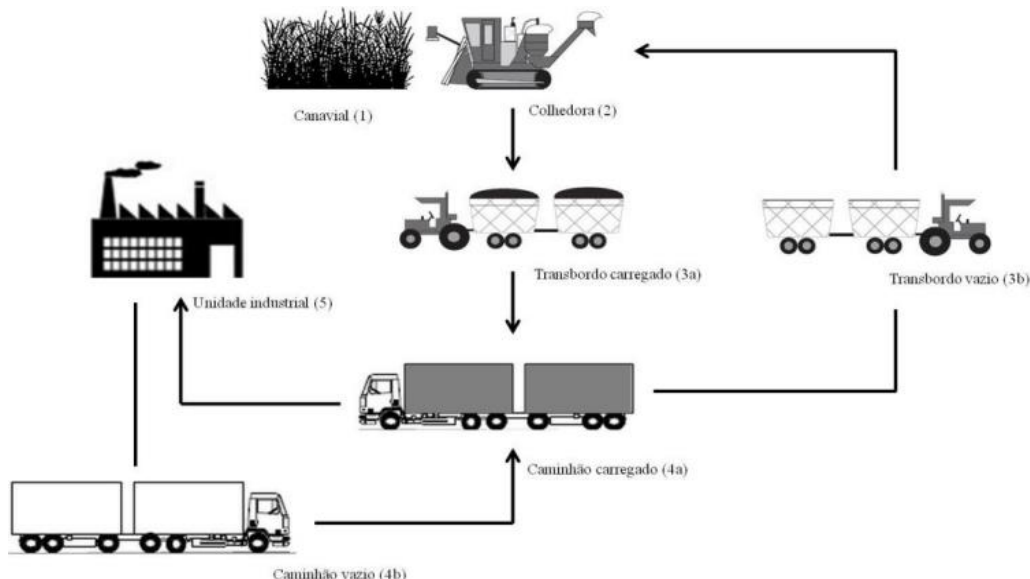
No caso da formação do canavial, espera-se a menor quantidade de falhas no plantio (área sem a brotação ou ausência de muda), boas práticas agrícolas (*timing* de operação, produtos corretos, material propagativo de qualidade, ausência de pragas) e eficiência no plantio (horas trabalhadas, velocidade, manutenção de equipamentos), o que resultará em maior produtividade, e logo, em menor custo operacional.

Após a cana-de-açúcar desenvolvida e estabelecida, incia-se o processo da Colheita Mecânica: corte da planta feito por colhedoras, a Transbordagem: passagem da cana colhida em um ponto de encontro no campo, e o Transporte da cana colhida: viagem utilizando caminhão, este denominado caminhão canavieiro, que transporta a cana-de-açúcar crua e picada do campo até a usina. Nesta fase, denominada CTT, destaca-se a importância do combustível no processo.

Em cada “frente de colheita”, encontram-se as colhedoras de cana, os transbordos e os caminhões. Os transbordos geralmente são compostos por conjuntos de 1 trator e 2 reboques de carga. Cada conjunto acompanha a colhedora que despeja nestes a cana fracionada. Quando cheios, os conjuntos descarregam a cana em caminhões responsáveis pelo transporte da cana fracionada até a usina (QUEIROZ, 2014).

Onde observa-se o canavial (1), a cana é colhida pela colhedora (2). A cana picada é carregada no transbordo (3a) que descarrega a cana, quando cheio, no caminhão (4a). O caminhão cheio leva a cana à usina (5). O Transbordo vazio (3b) retorna à colhedora e o caminhão vazio (4b) retorna à frente de colheita (MILAN, 2004).

**Fluxograma 4 - Processo da colheita, transbordagem e transporte da cana-de-açúcar.**



Fonte: Milan (2004).

Após o CTT, realiza-se os Tratos da Cana Soca, com o intuito de auxiliar no rebrotamento da soqueira da cana planta. Nesta etapa, faz-se a reposição de fertilizantes, combatem-se as pragas (insetos, ervas daninhas e doenças fitopatológicas) e pode-se utilizar da irrigação para maior produtividade do canavial. Quanto maior a produtividade do canavial, maior será sua longevidade (maior quantidade de cortes), e conseqüentemente, menores custos de reforma do canavial.

O CTT da matéria-prima à usina, os Tratos Cana Soca, e os custos de processamento da Indústria correspondem aos desembolsos operacionais. Nesses processos destacam-se a mão-de-obra, os insumos e os serviços tercerizados (agrícolas e industriais). No caso do processo da colheita mecanizada, espera-se o menor número de máquinas no campo, e conseqüentemente, isso acarretará em um menor custo operacional. Portanto, objetiva-se a maior quantidade de horas trabalhadas por máquina/dia com a maior velocidade permitida.

Ao chegar na usina, inicia-se o processamento dessa cana-de-açúcar com as seguintes etapas: i. recepciona-se a matéria-prima; ii. extração do caldo; e iii. direcionamento do caldo para a fábrica de açúcar ou a destilaria baseado no plano de mix de produção (açúcar ou etanol) dado as tendências e acordos comerciais.

Por fim, armazena-se e escoar-se o produto acabado (etanol ou açúcar). O açúcar VHP é praticamente distribuído para os portos e comercializado no mercado externo. O etanol (anidro ou hidratado) e o açúcar cristal concentram-se suas vendas no mercado doméstico. Além disso, ainda há a distribuição do excedente da energia para comercialização. Portanto, a receita do negócio compõem-se dos produtos processados na indústria (etanol, açúcar e energia), e estes pela sua característica de comercialização, apresentam seus preços regidos pelo mercado de commodities.

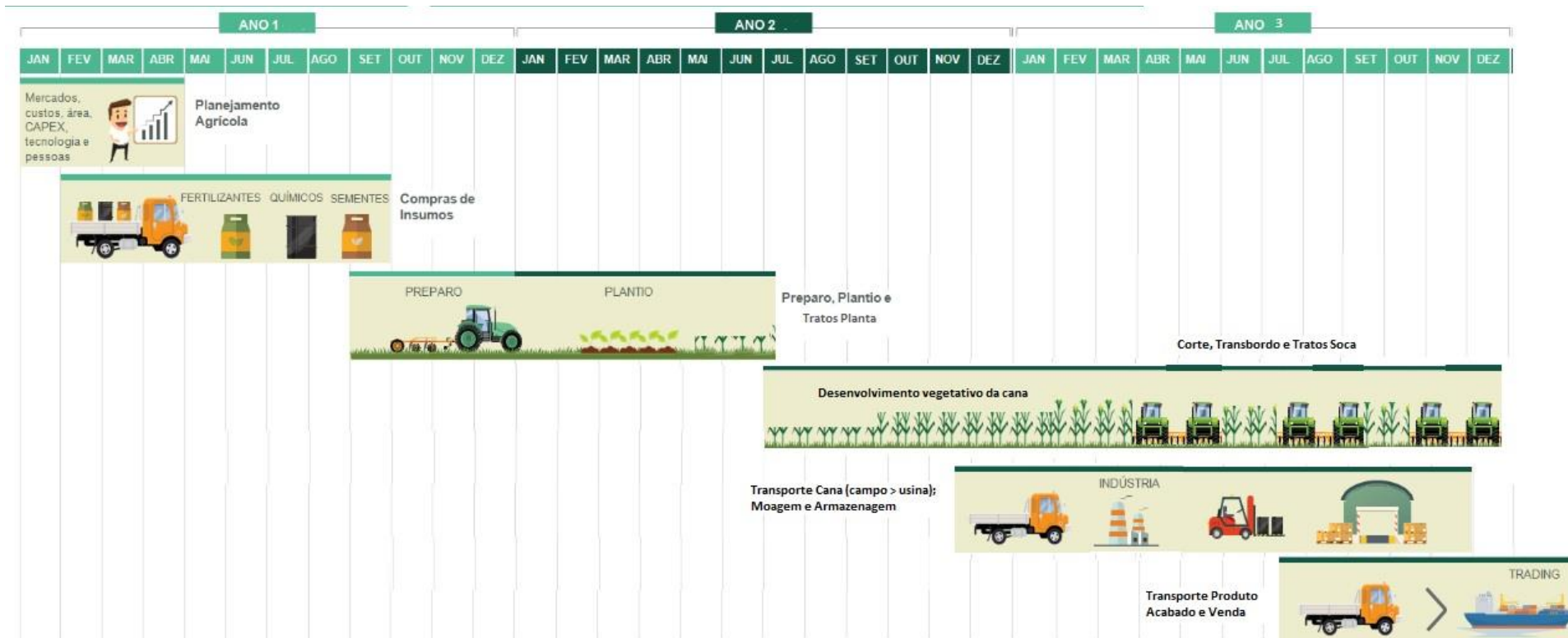
**Fluxograma 5 - Etapas do CTT, tratos soca, moagem e da comercialização dos produtos.**



Fonte: O autor (2020).

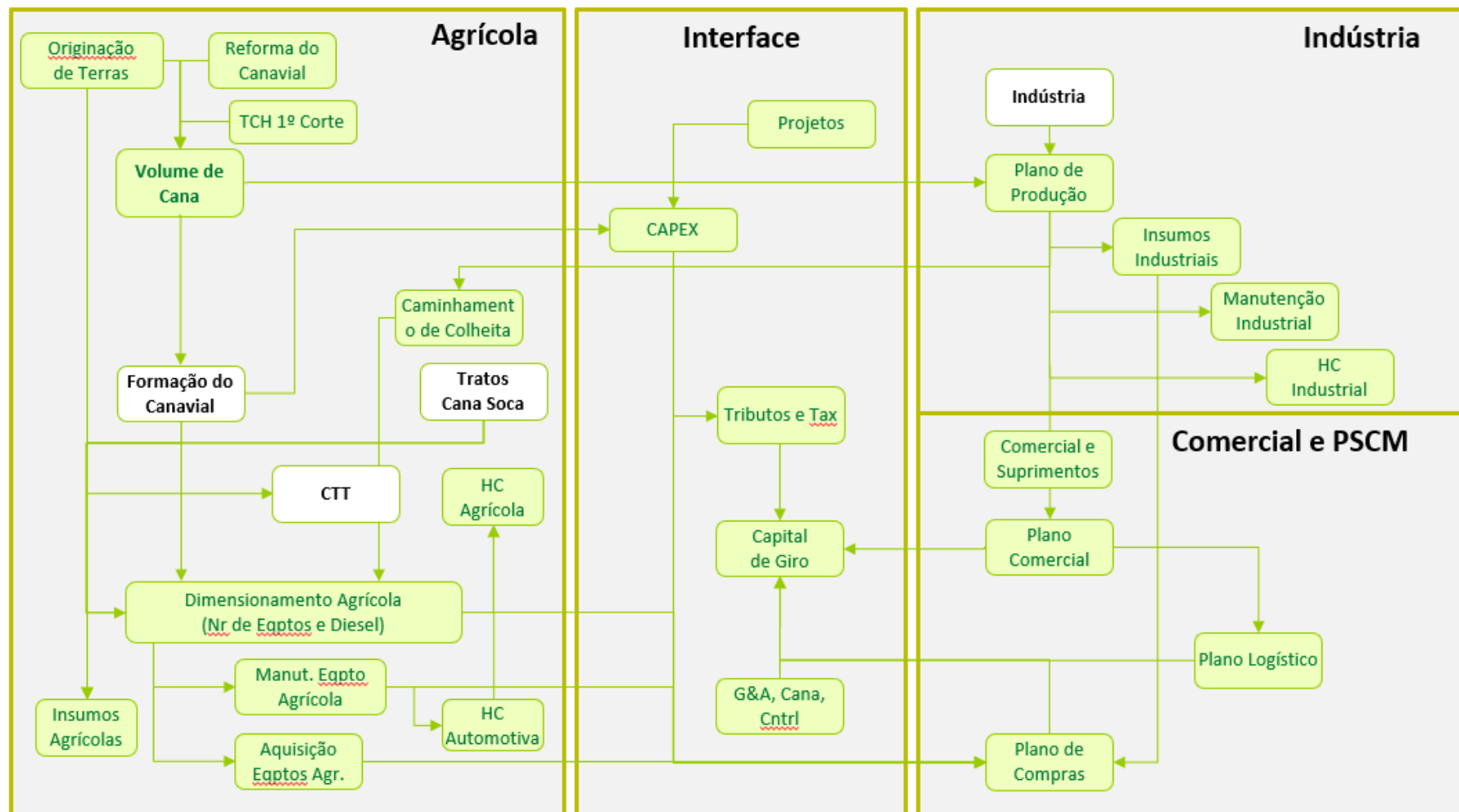
O fluxograma 6 e 7 demonstram a importância e a complexidade do planejamento da empresa sucroenergética. Especificamente no fluxograma 6 evidencia que a venda do produto final inicia-se seu processo até mesmo três anos antes, e o fluxograma 7, as inúmeras interações entre os processos produtivos e seus principais envolvidos.

## Fluxograma 6 - Etapas produtivas e comercialização dos produtos.



Fonte: Adaptado do Processo produtivo da SLC Agrícola (2020).

**Fluxograma 7 - Interações dos processos produtivos e da comercialização dos produtos.**



Fonte: O autor (2020)

### 3.3 DELIMITAÇÃO E BANCO DE DADOS DA PESQUISA

Na safra 2015/2016, segundo CONAB (2019) 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 brasileiro)** representou 27% da cana-de-açúcar processada no país. Portanto, neste estudo foram avaliadas e simuladas usinas para tais características.

**Tabela 2 - Representatividade do Perfil das empresas sucroenergéticas do Brasil.**

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

Fonte: CONAB (2019).

As **variáveis operacionais** basearam-se principalmente nos estudos divulgados pela CONAB. Estes estudos evidenciaram e segregaram as principais informações do setor sucroenergético brasileiro. Foram coletadas informações tais como a evolução de ATR (açúcar total recuperado, expresso em kg/ton) e TCH (tonelada de cana-de-açúcar por hectare, ton/ha) dos últimos 10 anos. Alguns dados, por exemplo, a distribuição do perfil das usinas quanto ao percentual de compra de cana-de-açúcar (% cana de terceiro) e a distância média percorrida pela cana-de-açúcar do ponto da colheita até a indústria (km) correspondem ao perfil da safra 2015/2016 (ANEXO B).

Quanto às **variáveis comerciais** dos produtos acabados (etanol, açúcar e energia) foram considerados para esse cenário os preços da região Centro-Sul. Utilizou-se, portanto, da série histórica de preços de açúcar cristal e etanol (ANEXO C) divulgada pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA/USP). Especificamente para o açúcar VHP utilizou-se a série temporal divulgado pela BLOOMBERG, apresentado também pelo PECEGE (ANEXO C). Por fim, o preço de energia a série temporal divulgada pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE). Todos os preços consideraram o período de 2010 à 2019 (horizonte dos últimos 10 anos) e adicionalmente foram corrigiram pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC).

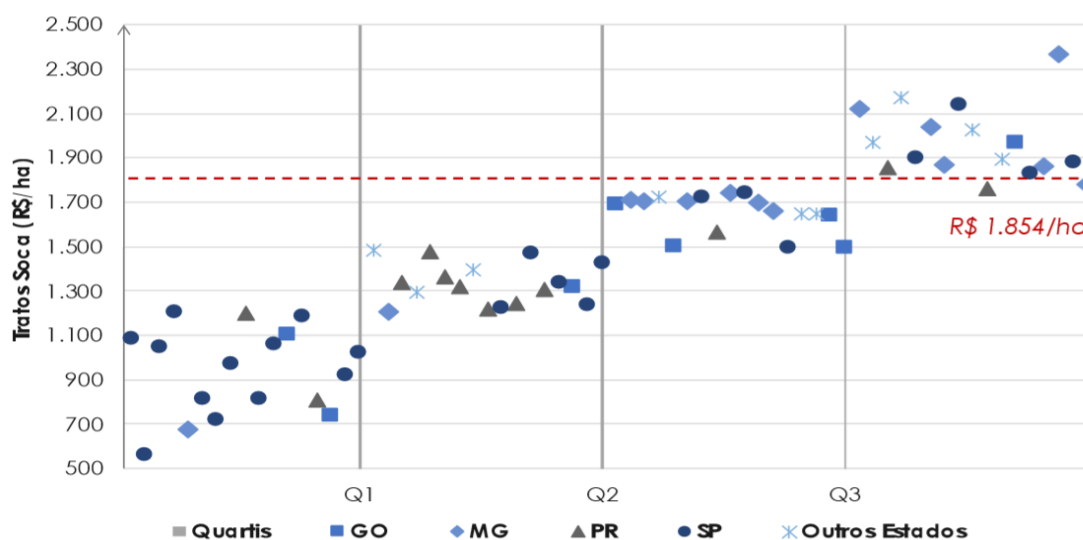
Majoritariamente, as **variáveis financeiras** são constituídas por informações de custeio agroindustrial (custos produtivos agrícolas, industriais e administrativos). Utilizaram-se os custos, corrigidos pela inflação de 2019, divulgados pelo PECEGE no 18º Levantamento dos Custos de Produção de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Etanol: fechamento da safra 2018/19. Este



levantamento avaliou 69 usinas da região Centro-Sul do Brasil, representando 160 milhões de toneladas, 28% da cana-de-açúcar processada na região. O estudo apresenta os dados de custeio segregado em quartis (ANEXO D).

**Gráfico 5 - Exemplo de informação do custeio dos tratos soca em R\$/ha (Centro-Sul).**

### Quanto custa tratar a soca? | Usinas | 2018.19



\*Valores acumulados de abril a dezembro de 2018.

Pecege

Fonte: PECEGE/CNA (2019).

O setor sucroenergético respeita e utiliza o manual de instruções do CONSECANA, o qual apresenta um conjunto de regras para o funcionamento das negociações comerciais. Além da sua metodologia empregada neste estudo, alguns dados, os fatores de conversão da cana-de-açúcar para os produtos acabados e o mix de produção padrão também foram utilizadas como base para as variáveis operacionais e comerciais.

Utilizou-se também de fontes pontuais: COPERSUCAR, GOOGLE MAPS e LEGISLAÇÃO BRASILEIRA para informações específicas, tais como, distâncias e custos médios das usinas do Centro-Sul até o porto da cidade de Santos, alíquotas de impostos: INSS e IR).

Por fim, ressalta-se que há grande complexidade no processo produtivo da cana-de-açúcar e na comercialização dos seus produtos acabados. Destaque-se, na tabela 3, as principais métricas operacionais, custeio e preços a serem testadas e analisadas como variáveis deste estudo.

**Tabela 3 - Lista de variáveis (operacional, comercial e financeira) e respectivas fontes.**

Natureza	Variável	Nome modelo (termo inglês)	Unid	Fonte
Comercial	Preço Líquido VHP (mercado externo)	VHP External Market at the port	R\$ / tne	BLOOMBERG
Comercial	Preço Líquido Cristal (mercado interno)	CRYSTAL at the mill	R\$ / tne	CEPEA
Comercial	Preço Líquido Anidro (mercado interno)	Anhydrous Ethanol - at Ribeirão Preto	R\$ / m3	CEPEA
Comercial	Ajuste de preço etanol (desc. logístico)	Logistical Discount Ethanol	R\$ / m3	CEPEA
Comercial	Preço Líquido Hidratado (mercado interno)	Hydrous Ethanol at the mill	R\$ / m3	CEPEA
Comercial	Preço Líquido de Energia	Cogeneration (net price)	R\$ / MWh	CCEE
Comercial	Distância da usina até o porto	Distance mill to port	km	GOOGLE MAPS
Comercial	Frete da usina até o porto (açúcar)	Freight to the port per km	R\$/km	COOPERSUCAR
Comercial	Fobing (elevação)	Fobing (elevation)	R\$ / tne	COOPERSUCAR
Comercial	Fator CONSECANA Açúcar VHP	Sugar Export Market	factor	CONSECANA
Comercial	Fator CONSECANA Açúcar Cristal	Sugar Domestic Market	factor	CONSECANA
Comercial	Fator CONSECANA Anidro	Anhydrous Ethanol	factor	CONSECANA
Comercial	Fator CONSECANA Hidratado	Hydrous Ethanol	factor	CONSECANA
Comercial	Mix produção VHP	Sugar Export Market	%	CEPEA
Comercial	Mix produção Cristal	Sugar Domestic Market	%	CEPEA
Comercial	Mix produção Anidro	Anhydrous Ethanol	%	CEPEA
Comercial	Mix produção Hidratado	Hydrous Ethanol	%	CEPEA
Comercial	CONSECANA MIX (cost base SP)	CONSECANA MIX (cost base SP)	%	CONSECANA
Comercial	Mix CONSECANA VHP	Sugar Export Market	%	CONSECANA
Comercial	Mix CONSECANA Cristal	Sugar Domestic Market	%	CONSECANA
Comercial	Mix CONSECANA Anidro	Anhydrous Ethanol	%	CONSECANA
Comercial	Mix CONSECANA Hidratado	Hydrous Ethanol	%	CONSECANA
Operacional	Moagem	Crushing	ktne/y	CONAB
Operacional	ATR (açúcar total recuperável)	TSR	kg/tne	CONAB
Operacional	Ef. Industrial VHP	Conv. Sugar Export	factor	CONSECANA
Operacional	Ef. Industrial Cristal	Conv. Sugar Domestic	factor	CONSECANA
Operacional	Ef. Industrial Anidro	Conv. Anhydrous Ethanol	factor	CONSECANA
Operacional	Ef. Industrial Hidratado	Conv. Hydrous Ethanol	factor	CONSECANA
Operacional	Taxa de cogeração de energia	Cogeneration	MWh / ton	CCEE
Operacional	% Cana de Terceiro (compra mat. prima)	% Third Cane Suppliers	%	PECEGE
Operacional	Produtividade própria	Own Yields	tne/he	CONAB
Operacional	Distância do canavial até a usina	Distance fields to mill	km	PECEGE
Financeira	Contrato de arrendamento	Contract	tne/he	PECEGE
Financeira	ATR para arrendamento de terra	TSR for Land Leasing	kg/tne	PECEGE
Financeira	Custo de Tratos Soca	Ratoon Cost	R\$/he	PECEGE
Financeira	Custo Fixo Industrial	Industry Fixed Cost	R\$/tne/cap	PECEGE
Financeira	Custo Variável Industrial	Industry Variable Cost	R\$/tne	PECEGE
Financeira	Custo G&A Agrícola	Agr G&A Cost R\$/tne	R\$/he	PECEGE
Financeira	Custo G&A Industrial	Ind G&A Cost R\$/tne	R\$/he	PECEGE
Financeira	Custo anualizado da Form. do Canavial	Annualized Equipment Cost R\$/tne	R\$/tne/years	PECEGE
Financeira	Vida útil Equipamento Agrícola	Life cycle Ag Equipment	years	PECEGE
Financeira	Custo Fixo anual. da Form. do Canavial	Annualized Planting Cost - Fixed	R\$/tne/years	PECEGE
Financeira	Custo Variável anual. da Form. do Canavial	Annualized Planting Cost - Variable	R\$/he	PECEGE
Financeira	Custo da Muda	Seedling	R\$/he	PECEGE
Financeira	Taxa de Renovação do Canavial	Renewal Rate	years	PECEGE
Financeira	Annualized Industry Cost R\$/tne	Annualized Industry Cost R\$/tne	R\$/tne/years	PECEGE
Financeira	Vida útil da Indústria	Life cycle Industry	years	PECEGE
Financeira	Alíquota do Imposto de Renda	Income tax rate	%	GOVERNO
Financeira	Alíquota do INSS	INSS tax	%	GOVERNO

Fonte: O autor (2020).

## 4 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

### 4.1 TIPOLOGIA E ETAPAS DA PESQUISA

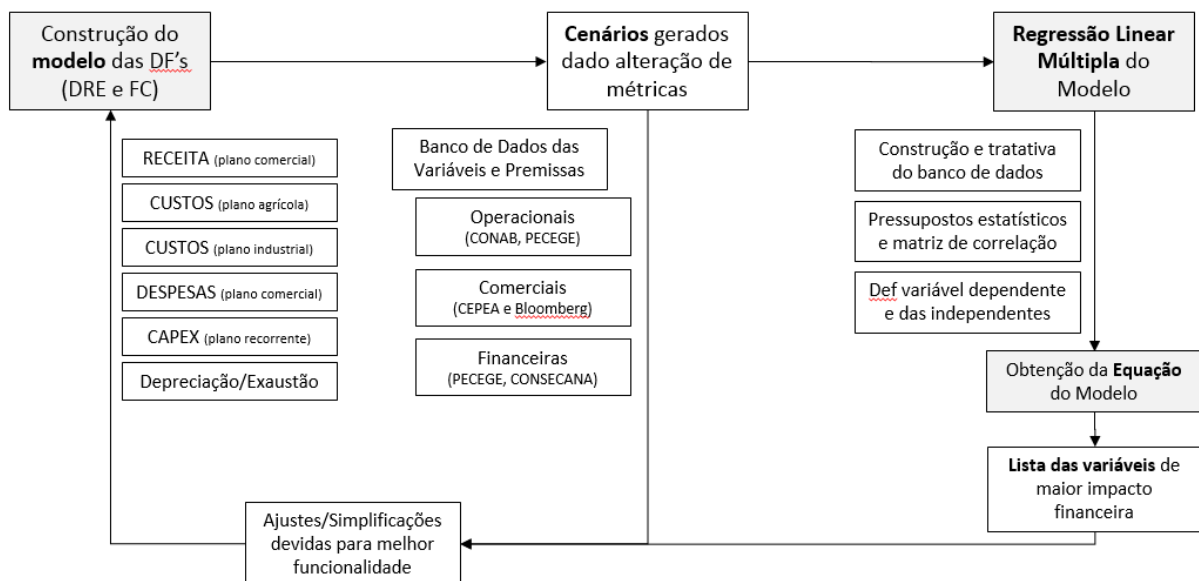
Segundo Richardson et al. (1999), “é aplicada em estudos que investigam a relação de causalidade entre fenômenos e representa a intenção de garantir a precisão dos resultados, evitar distorções de análise e interpretação, possibilitando uma margem de segurança quanto às inferências”.

O modelo proposto e desenvolvido classifica-se em determinístico, discreto e estático. Seu preenchimento foi baseado em informações de entidades públicas e privadas. Após os cenários preenchidos, realizaram-se as análises estatísticas para identificação das principais variáveis que impactam no resultado econômico-financeiro das empresas sucroenergéticas.

Para executar o preenchimento do modelo descrito foi necessário levantar a evolução dos custos e despesas de operação e dos preços médio dos produtos de açúcar, etanol e bioeletricidade por **pesquisa documental e bibliográfica**. Já a **natureza explicativa** é definida pelo intuito principal da busca do maior conhecimento sobre os efeitos das variáveis que compõem o resultado econômico-financeiro na atividade sucroenergética. Portanto, a pesquisa proposta apresenta enfoque **quantitativo e documental dos dados**, além de sua natureza **explicativa**.

O fluxograma do procedimento metodológico encontra-se resumido abaixo.

#### Fluxograma 8 - Resumo do procedimento metodológico.



Fonte: O autor (2020).

## 4.2 ELABORAÇÃO DO MODELO

Segundo Bessegato (2007) 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 e escopo;
- ✓ Codificar o sistema propriamente dito, criando fórmulas e algoritmos;
- ✓ Verificar os resultados projetados pelo modelo;
- ✓ Validar resultados, analisar saídas, teste de robustez e documentar.

No esquema 3, pode-se verificar as principais seções do modelo: i. Plano Operacional e Comercial (detalhamento da produção e vendas); ii. Plano Financeiro (mensuração financeira do plano operacional e comercial); iii. Outputs (DRE e DFC). Destaque-se que no esquema 3 também é possível verificar as colunas “worst”, “avg” e “best” e a quantidade de cenários simulados.

### Esquema 3 - Principais seções elaboradas do modelo de simulação.

Ops & Cml Plan | Financial | PnL & Cash Flow

Scenarios of simulation

Input

KPI	Unit	WORST	AVG	BEST	Scenarios	
					1	1.400
Operational & Commercial Plan						
Commercial Plan						
Industrial Plan						
Agricultural Plan						
Financial						
Net Sales						
Consecana Index						
Operational Cost						
SG&A						
PP&E						
Output						
PnL						
Cash Flow						

Fonte: O autor (2020).

Vale mencionar que o modelo é integrado e interligado entre os planos operacionais, comerciais e financeiro. Consta-se, por exemplo, que com a premissa do volume de cana-de-açúcar disponível para a produção de produto final, obtêm-se a quantidade de açúcar, etanol e energia, e automaticamente, a receita líquida do negócio.

O objetivo foi simular o pior (“worst case”) e melhor cenário (“best case”) com os dados disponíveis correspondentes ao segundo (Q2) e terceiro quartil (Q3), e a média (“avg”/average) dos dois casos. Com isso, nos cenários 1 até o 1.400, com o auxílio da função “ALEATÓRIOENTRE”, alterou-se os valores das variáveis e os inúmeros cenários foram gerados para posteriormente serem testados.

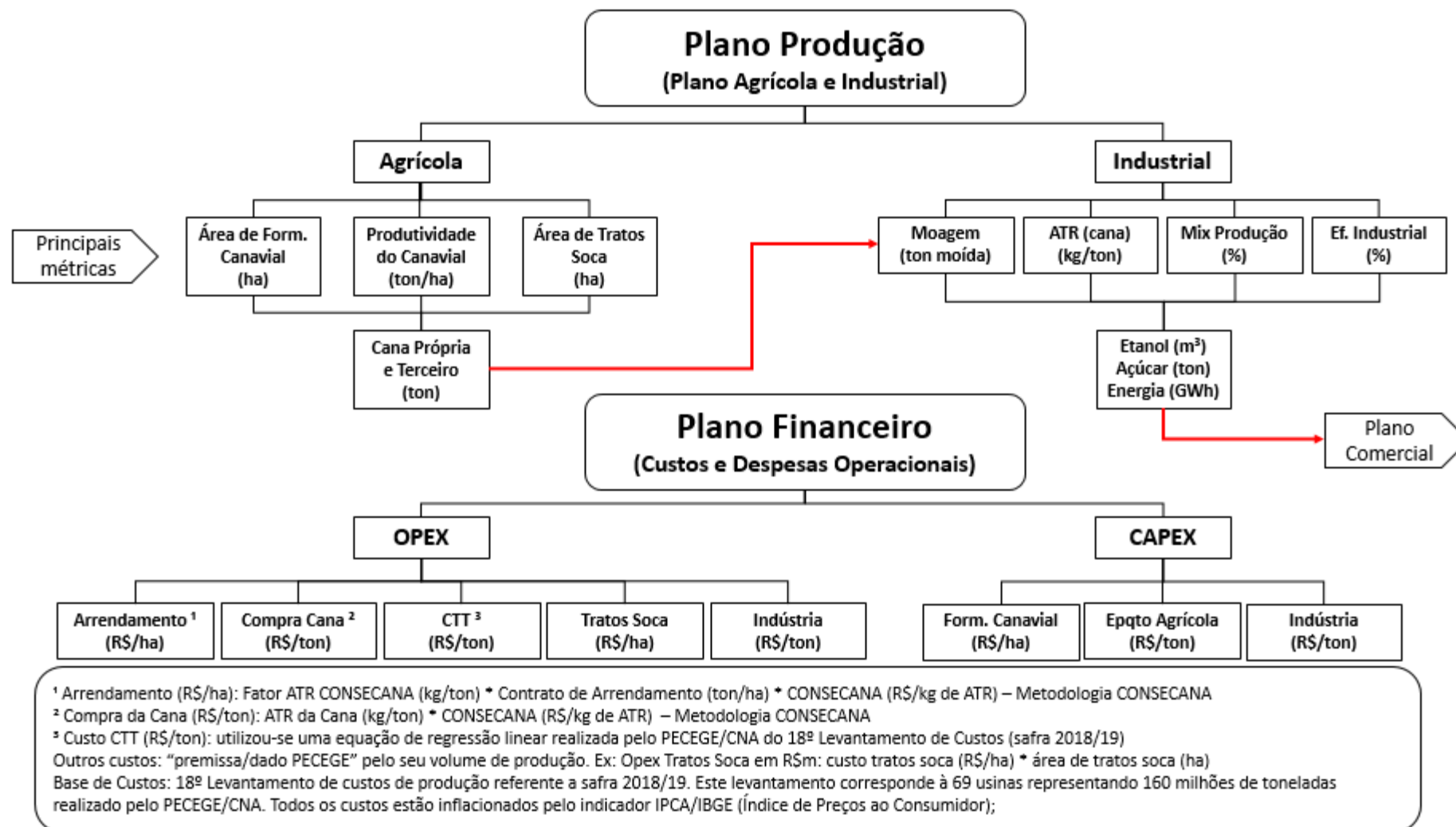
Conforme supracitado, as principais premissas, variáveis, lógicas e racionais empregados na construção dos planos operacionais, comerciais e financeiros estão apresentados, de forma estruturada, nos esquemas 4 (plano operacional e financeiro), 5 (plano comercial) e 6 (detalhamento metodologia CONSECANA, esta utilizada tanto para custeio da compra de cana-de-açúcar de origem terceira como para o pagamento do arrendamento de terras).

O Plano Operacional subdivide-se no Plano Agrícola, foco na quantidade de matéria-prima a ser processada pela indústria (volume da produção ou compra de cana-de-açúcar), e no Plano Industrial, foco na quantidade de produto acabado produzido (etanol, açúcar e bioeletricidade). O Plano Comercial, além do detalhamento da formação de preço dos produtos acabados, define o mix de venda considerando a otimização e a escolha pelos preços regidos no mercado.

O Plano Financeiro é composto principalmente com os desembolsos das despesas e custos operacionais (OPEX), investimentos em bens de capitais (CAPEX), como também, as depreciações, amortizações e exaustões (PP&E). Além do detalhamento da composição da receita líquida.

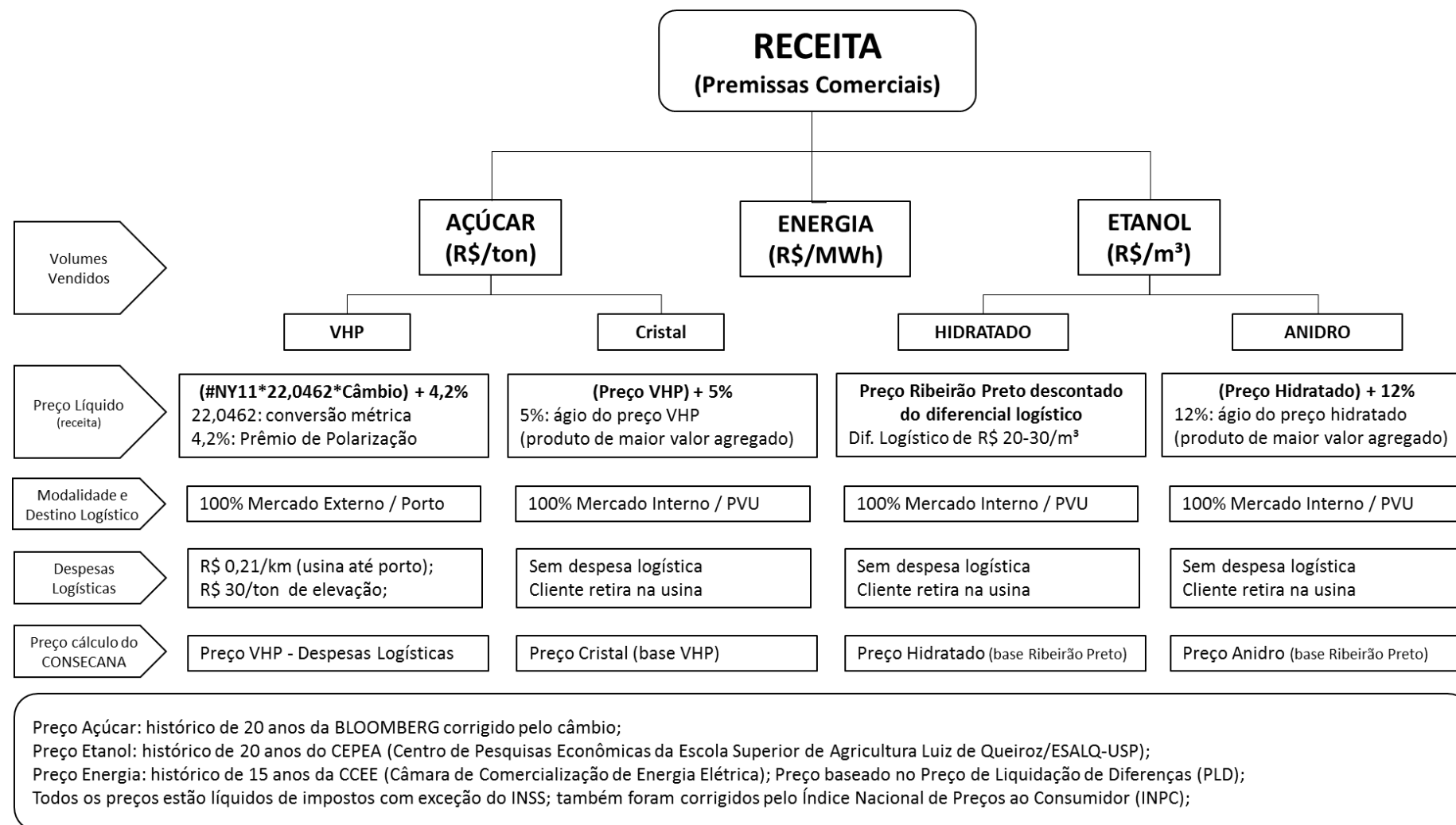
Este modelo apresenta uma menor assertividade dado a simplificação dos racionais, entretanto pode-se verificar e simular, em termos gerais, os principais impactos das principais métricas, operacionais e financeiras, no resultado do negócio. Este modelo foi estruturado com auxílio do *software* Microsoft Excel.

Esquema 4 - Detalhamento do Plano Operacional (custos e despesas).



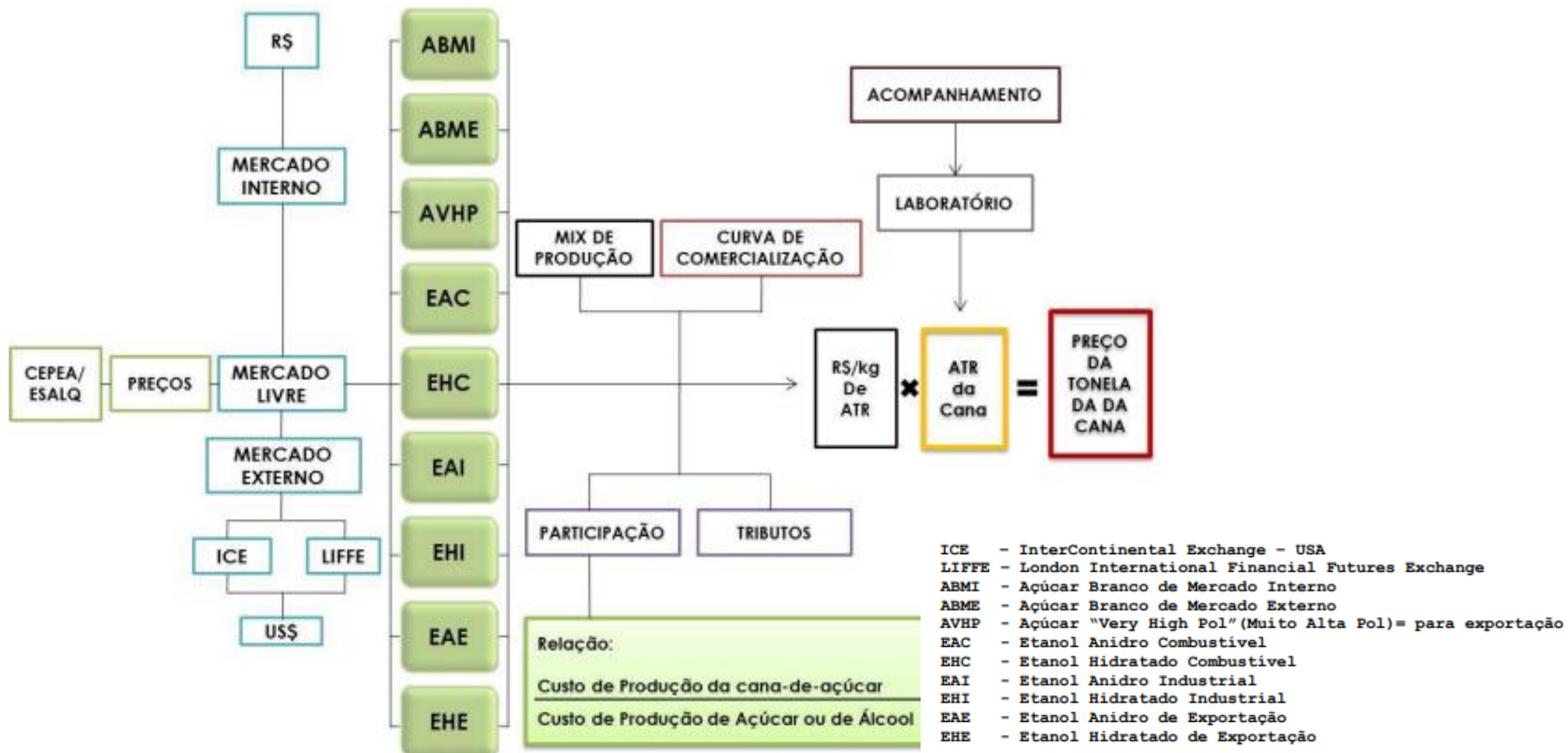
Fonte: O autor (2020).

### Esquema 5 - Detalhamento do Plano Comercial (receitas e despesas comerciais).



Fonte: O autor (2020).

Esquema 6 - Detalhamento Metodologia CONSECANA



Fonte: Manual CONSECANA (2013).



### 4.3 REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA E TESTES DE PÓS ESTIMAÇÃO

Após a construção do modelo, gerou-se cenários para a aplicação da regressão linear com o intuito de identificar as principais variáveis independentes que impactam no resultado econômico-financeiro da empresa (variável dependente). Foi utilizado o *software* Microsoft Excel e o Minitab (versão 18).

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.

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.

ETAPA 3) Definição da variável dependente e variáveis independentes.

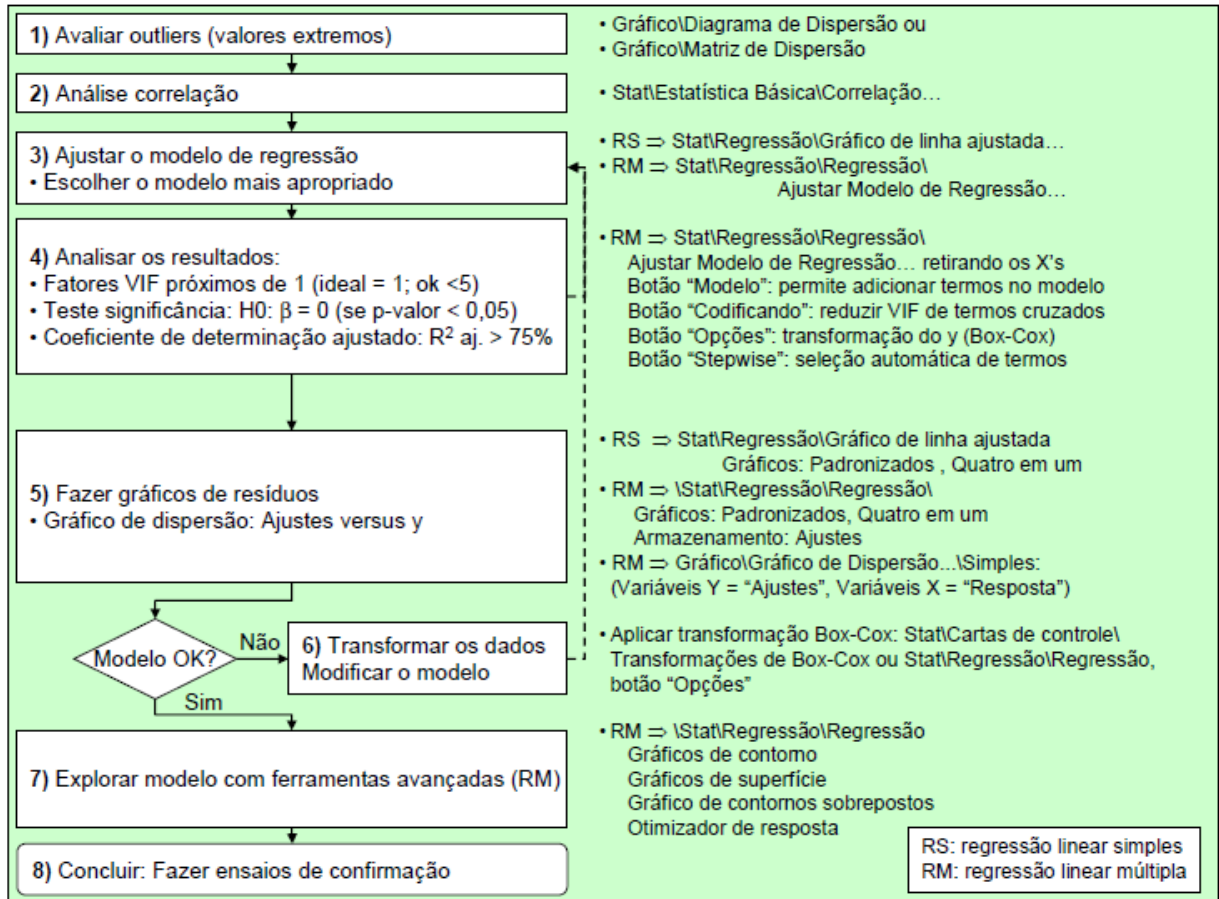
ETAPA 4) Equação da Regressão Linear e aplicação do método “Stepwise”: esse método seleciona quais variáveis mais influenciam o conjunto de saída, podendo assim, diminuir o número de variáveis a compor a equação da regressão. Combina-se os procedimentos matemáticos dos Métodos “Forward” e “Backward”.

ETAPA 5) Análise dos principais resultados (saídas dos *softwares*):

- ✓ **Descriptive Statistics:** média e desvio padrão das variáveis estudadas;
- ✓ **Correlations:** correlação de Pearson e os respectivos valores de “p”;
- ✓ **Variables Entered/Removed:** as variáveis que foram incluídas e removidas;
- ✓ **Model Summary:**
  - i. R: Coeficiente de Correlação Múltipla;
  - ii. R-Quadrado: coeficiente de determinação (medida do quanto a variabilidade do Y pode ser explicada pelo modelo com as variáveis X).
  - iii. R-Quadrado ajustado: Medida alternativa ao R-Quadrado.
  - iv. Durbin-Watson: estatística que nos informa se a hipótese de independência dos erros é satisfeita.
- ✓ **Coefficients:** Parâmetros do modelo;
- ✓ **Definição da Equação e Análises:** elaboração da equação da regressão e interpretação dos resultados estatísticos frente às hipóteses e teorias da literatura.

Por fim, apresenta-se no fluxograma 9 o detalhamento do passo a passo utilizado no software Minitab 18 das etapas supracitadas. Além de maior transparência para possíveis replicações em estudos posteriores.

### Fluxograma 9 - Passo a passo Regressão Linear (Minitab)



Fonte: M.I. Domenech Consultoria (2015).

Após a estimação modelo, foram realizados os testes de validação da regressão abaixo:

- ✓ Análise da estatística de erros;
- ✓ Teste de heterocedasticidade de Breusch-Pagan (1979);
- ✓ Teste de multicolinearidade de Farrar e Glauber (1967);
- ✓ Teste normalidade de resíduos de Shapiro e Wilk (1965);
- ✓ Teste de Ramsey (1969) para omissão de variáveis;
- ✓ Teste de Tuckey (1949) para especificação de modelos;
- ✓ Teste de Breusch-Godfrey (1978) autocorrelação primeira ordem nos resíduos; e
- ✓ Teste CUSUM de Brown, Durbin e Evans (1975).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 MODELO PROPOSTO

Baseado na metodologia supracitada, elaborou-se o modelo de projeção das demonstrações contábeis DRE e DFC, baseado em variáveis operacionais, comerciais e financeiras. No esquema 7 apresenta-se o resultado da DRE e do DFC do modelo elaborado.

#### Esquema 7 - Resultado (outputs) do modelo elaborado: DRE e DFC.

KPI	Unit	WORST	AVG	BEST	Scenarios of simulation		
					1	####	1.400
<b>Output</b>							
<b>PnL</b>							
Revenue (net sales)	R\$m	253	379	547	364	389	
- Sugar	R\$m	83	174	317	212	225	
- Ethanol	R\$m	164	190	201	140	155	
- Cogeneration	R\$m	06	15	29	12	08	
Operational Costs	R\$m	(196)	(221)	(218)	(194)	(223)	
- Land Leasing	R\$m	(25)	(28)	(27)	(22)	(34)	
- Cane from Suppliers	R\$m	(52)	(48)	(29)	(55)	(51)	
- Cut, Loading and Transport - CLT	R\$m	(50)	(59)	(62)	(39)	(49)	
- Ratoon Treatment	R\$m	(29)	(38)	(46)	(34)	(40)	
- Industry	R\$m	(39)	(47)	(54)	(43)	(49)	
SG&A	R\$m	(21)	(35)	(56)	(36)	(44)	
- Selling expenses	R\$m	(09)	(20)	(39)	(22)	(27)	
- G&A expenses	R\$m	(12)	(15)	(17)	(14)	(17)	
DD&A	R\$m	(114)	(129)	(139)	(110)	(137)	
<b>Economic View of PnL</b>							
Gross Margin	R\$m	57	159	329	170	166	
EBITDA	R\$m	36	124	273	134	122	
EBIT	R\$m	(77)	(05)	134	24	(15)	
Income Tax	R\$m	26	02	(46)	(08)	05	
Income tax rate	%	34%	34%	34%	34%	34%	
Gross Margin of Net Sales	%	23%	42%	60%	47%	43%	
EBITDA margin	%	14%	33%	50%	37%	31%	
EBIT margin	%	-31%	-1%	24%	7%	-4%	
<b>Net Income</b>	<b>R\$m</b>	<b>(51)</b>	<b>(04)</b>	<b>88</b>	<b>16</b>	<b>(10)</b>	
<b>Cash Flow</b>							
<b>1. Operational</b>							
EBIT	R\$m	(77)	(5)	134	24	(15)	
Income Tax	R\$m	26	2	(46)	(8)	5	
DD&A	R\$m	114	129	139	110	137	
<b>(=) Total Net Cash from Operation</b>	<b>R\$m</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>228</b>	<b>126</b>	<b>127</b>	
<b>2. Investment Activities:</b>							
Ag Equipment	R\$m	(3)	(4)	(4)	(4)	(5)	
Planting	R\$m	(31)	(31)	(30)	(23)	(35)	
Industry	R\$m	(80)	(94)	(105)	(82)	(96)	
<b>(=) Total Cash from Investments</b>	<b>R\$m</b>	<b>(114)</b>	<b>(129)</b>	<b>(139)</b>	<b>(110)</b>	<b>(137)</b>	
<b>FCFF</b>	<b>R\$m</b>	<b>(51)</b>	<b>(4)</b>	<b>88</b>	<b>16</b>	<b>(10)</b>	

Fonte: O autor (2020).

## 5.2 VARIÁVEIS TESTADAS DO MODELO PROPOSTO

Conforme apresentado na seção “3.3. DELIMITAÇÃO E BANCO DE DADOS DA PESQUISA” foram utilizadas 49 variáveis iniciais, ou dados de entrada, e com as 83 etapas de cálculos, aumentando-se para 132 potenciais variáveis a serem testadas. Como resultado do modelo proposto obteve-se as demonstrações contábeis (DRE e DFC).

Os dados de entrada foram obtidos de um longo histórico de dados disponíveis em fontes públicas e em pesquisas de benchmarking, e com isso gerou-se a criação de 1.400 cenários ao combinar as variações possíveis e disponíveis entre os segundo e terceiro quartis dos dados analisados.

Em todos os cenários simulados, testou-se 68.600 variáveis de entrada (operacionais, financeiros e comerciais) com 116.200 etapas de cálculos, e por fim, obtendo-se 1.400 DRE e 1.400 DFC.

**Tabela 4 - Quantidade de dados entrada, cálculos e outputs do modelo elaborado.**

	1 cenário	Testados
Comercial	22	30.800
Operacional	10	14.000
Financeira	17	23.800
	49	68.600
<b>Cálculos</b>		
Cálculos	83	116.200
<b>Cenários</b>		
DRE & FC	1	1.400

Fonte: O autor (2020).

Conforme dito na revisão bibliográfica deste estudo, para Assaf Neto (1992), o dimensionamento dos valores do fluxo de caixa, pela metodologia do Valor Presente Líquido (VPL), é considerado o aspecto mais importante na avaliação de investimento e depende muito do rigor e confiabilidade das estimativas.

Toma-se essa decisão, de se considerar os resultados de caixa a partir do fluxo de caixa descontado, e não de lucro, pela necessidade de evidenciar a capacidade da empresa em remunerar o capital investido e gerar valor (ASSAF NETO, 1992).

O modelo proposto não considera a remuneração do capital investido dado a complexidade e subjetividade nesse indicador. O fluxo de caixa também é utilizado no gerenciamento da liquidez da empresa e portanto optou-se pelo **fluxo de caixa livre como variável dependente**.

### 5.3 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES

A seleção das variáveis independentes deu-se após duas etapas: i. retirada das variáveis constantes e ii. análise do resultado da matriz de correlação.

Primeiro, retirou-se as variáveis que não apresentaram variação ao longo dos cenários, como, por exemplo, as alíquotas dos impostos INSS e do Imposto de Renda. Essas variáveis são fundamentais para a elaboração da DRE e o DFC, mas a sua constante em todos os cenários torna-as irrelevantes para explicar o seu impacto como variável independente no modelo proposto. As variáveis que compõem fatores de conversões do CONSECANA também se enquadram nessa categoria.

Após a primeira etapa, elaborou-se a matriz de correlação com o intuito de retirar as variáveis que apresentassem correlação entre si. Na tabela 6, da próxima página, temos a matriz de correlação inicial, e na tabela 7, temos a matriz de correlação final apresentada sem as variáveis correlacionadas. Observe que na primeira tabela temos um “mapa de calor” com as correlações apontadas. A intersecção das duas variáveis que apresentam a tonalidade mais forte da cor representa maior correlação entre as variáveis, e deve-se então, selecionar apenas uma dessas variáveis para o teste estatístico.

Portanto, a partir da matriz de correlação selecionou-se as 16 variáveis a serem testadas (tabela 5) das 49 variáveis iniciais, e seus cálculos, apresentados na Seção “3.4 DELIMITAÇÃO E BANCO DE DADOS DA PESQUISA (tabela 3)” desse estudo.

**Tabela 5 - Variáveis independentes selecionadas.**

Natureza	Nome da Premissa	Nome modelo (termo inglês)	Unid
Comercial	Preço Líquido VHP (mercado externo)	VHP External Market at the port	R\$ / tne
Comercial	Preço Líquido Hidratado (mercado interno)	Hydrous Ethanol at the mill	R\$ / m3
Comercial	Preço Líquido de Energia	Cogeneration (net price)	R\$ / MWh
Comercial	Distância da usina até o porto	Distance mill to port	km
Operacional	Moagem	Crushing	ktne/y
Operacional	ATR (açúcar total recuperável)	TSR	kg/tne
Operacional	Taxa de cogeração de energia	Cogeneration	MWh / ton
Operacional	Produtividade própria	Own Yields	tne/he
Operacional	Distância do canavial até a usina	Distance fields to mill	km
Financeira	Contrato de arrendamento	Contract	tne/he
Financeira	Custo de Tratos Soca	Ratoon Cost	R\$/he
Financeira	Custo anualizado da Form. do Canavial	Annualized Equipment Cost R\$/tne	R\$/tne/years
Financeira	Vida útil Equipamento Agrícola	Life cycle Ag Equipment	years
Cálculo	Custo Formação do Canavial	Planting Cost	R\$/he
Cálculo	Custo Manutenção Agrícola	Calc-Maintenance Cost R\$/tne	R\$ / tne
Cálculo	Custo Industrial	Calc-Industrial Cost per tonne	R\$ / tne

Fonte: O autor (2020).

Tabela 6 - Matriz de Correlação (variáveis independentes) – INICIAL

	Comercial-VHP External Market at the port	Comercial-CRYSTAL at the mill	Comercial-Anhydrous Ethanol at the mill	Comercial-Logistical Discount Ethanol	Comercial-Hydrous Ethanol at the mill	Comercial-Cogeneration (net price)	Comercial-Distance mill to port	Operacional-Crushing	Operacional-TSR	Operacional-Cogeneration	Operacional-% Third Cane Suppliers	Operacional-Own Yields	Operacional-Distance fields to mill	Financeira-Contract	Financeira-Ratoon Cost	Financeira-Industry Fixed Cost	Financeira-Industry Variable Cost	Financeira-Agr G&A Cost R\$/tne	Financeira-Annualized Equipment Cost R\$/tne	Financeira-Life cycle Ag Equipment	Financeira-Annualized Planting Cost - Fixed	Financeira-Annualized Planting Cost - Variable	Financeira-Seedling	Financeira-Renewal Rate	Financeira-Annualized Industry Cost R\$/tne	Financeira-Life cycle Industry	Calc-Agricultural Cost per tonne	Calc-Industrial Cost per tonne	Calc-Own Volume Sugarcane	Calc-Own area	Calc-Planting Area	Calc-Land Leasing Cost	Calc-Capex			
Comercial-VHP External Market at the port	100%																																			
Comercial-CRYSTAL at the mill	100%	100%																																		
Comercial-Anhydrous Ethanol	6%	-2%	100%																																	
Comercial-Logistical Discount Ethanol	-2%	-3%	3%	100%																																
Comercial-Hydrous Ethanol at the mill	-3%	-1%	100%	-4%	100%																															
Comercial-Cogeneration (net price)	-2%	-3%	-2%	2%	1%	100%																														
Comercial-Distance mill to port	-1%	2%	0%	1%	2%	-1%	100%																													
Operacional-Crushing	1%	-3%	-3%	-2%	1%	4%	0%	100%																												
Operacional-TSR	5%	0%	1%	-2%	-1%	2%	-2%	0%	100%																											
Operacional-Cogeneration	1%	1%	-2%	0%	4%	2%	5%	1%	2%	100%																										
Operacional-% Third Cane Suppliers	2%	3%	1%	-1%	1%	-3%	-5%	-2%	-4%	3%	100%																									
Operacional-Own Yields	0%	5%	-1%	-3%	1%	2%	2%	-2%	-1%	1%	-1%	100%																								
Operacional-Distance fields to mill	-2%	2%	0%	-2%	2%	0%	3%	0%	3%	2%	-2%	100%																								
Financeira-Contract	2%	4%	0%	0%	2%	3%	1%	3%	0%	3%	-6%	0%	-2%	100%																						
Financeira-Ratoon Cost	-7%	2%	0%	-2%	-1%	-1%	3%	-2%	-1%	1%	2%	1%	-2%	3%	100%																					
Financeira-Industry Fixed Cost	1%	2%	0%	1%	2%	1%	5%	0%	2%	6%	0%	0%	1%	1%	-1%	100%																				
Financeira-Industry Variable Cost	0%	-4%	-1%	-2%	-4%	-2%	3%	-2%	-5%	3%	-1%	5%	0%	-1%	0%	-6%	100%																			
Financeira-Agr G&A Cost R\$/tne	4%	7%	3%	-2%	3%	4%	5%	1%	-1%	3%	-1%	-100%	-3%	5%	1%	3%	-2%	100%																		
Financeira-Annualized Equipment Cost R\$/tne	1%	-4%	4%	-2%	3%	-1%	2%	0%	1%	3%	-1%	1%	0%	2%	-9%	-3%	0%	1%	100%																	
Financeira-Life cycle Ag Equipment	-2%	2%	4%	-2%	3%	-1%	0%	-3%	-3%	2%	6%	0%	-1%	-2%	0%	0%	-1%	-3%	2%	100%																
Financeira-Annualized Planting Cost - Fixed	1%	2%	-4%	2%	-1%	2%	4%	2%	-7%	-4%	2%	-3%	-6%	1%	-3%	6%	-2%	-1%	3%	-1%	100%															
Financeira-Annualized Planting Cost - Variable	0%	-2%	0%	-1%	3%	2%	1%	-2%	0%	-4%	-2%	4%	-5%	-6%	-3%	-2%	-1%	-6%	0%	-3%	-3%	100%														
Financeira-Seedling	-1%	-5%	1%	3%	4%	1%	-2%	3%	0%	2%	3%	0%	2%	-2%	-2%	-4%	2%	1%	-2%	1%	-2%	1%	-2%	100%												
Financeira-Renewal Rate	4%	2%	4%	-1%	0%	1%	2%	0%	-1%	-2%	-2%	-3%	1%	-2%	3%	-2%	-1%	-3%	0%	0%	6%	5%	3%	100%												
Financeira-Annualized Industry Cost R\$/tne	-4%	-1%	1%	-3%	-1%	1%	1%	5%	-5%	3%	3%	1%	-3%	-1%	4%	3%	3%	2%	4%	-4%	0%	5%	-4%	4%	100%											
Financeira-Life cycle Industry	-1%	2%	0%	9%	1%	-2%	-2%	-2%	1%	-3%	4%	2%	-2%	-4%	0%	-3%	-1%	-3%	0%	-2%	-3%	-1%	0%	-5%	-1%	100%										
Calc-Agricultural Cost per tonne	5%	3%	4%	-2%	9%	7%	-2%	-4%	3%	0%	84%	-6%	49%	17%	6%	-4%	-3%	3%	-2%	2%	-1%	0%	-4%	-3%	-7%	-1%	100%									
Calc-Industrial Cost per tonne	2%	-2%	2%	5%	3%	-3%	-1%	1%	3%	1%	0%	0%	-3%	2%	-1%	90%	44%	2%	1%	1%	-2%	-2%	-3%	-2%	1%	1%	100%									
Calc-Own Volume Sugarcane	-4%	-3%	1%	5%	3%	-1%	0%	69%	-1%	1%	-72%	-6%	3%	1%	1%	4%	0%	-1%	-1%	-4%	-1%	3%	0%	3%	-1%	2%	100%									
Calc-Own area	0%	2%	-2%	-1%	2%	2%	-3%	66%	0%	-2%	-72%	-21%	-1%	5%	-6%	-3%	1%	18%	-4%	-1%	4%	0%	-5%	-1%	1%	-3%	100%									
Calc-Planting Area	1%	-1%	5%	-1%	-2%	-1%	-2%	58%	-1%	0%	-61%	-18%	-2%	-1%	-1%	1%	-3%	21%	0%	3%	1%	0%	1%	-48%	1%	4%	100%									
Calc-Land Leasing Cost	20%	17%	13%	-1%	8%	-4%	0%	1%	-1%	-2%	0%	3%	0%	98%	0%	0%	3%	-1%	-6%	-3%	-2%	5%	-3%	2%	1%	1%	18%	-2%	3%	-3%	-1%	100%				
Calc-Capex	2%	3%	0%	2%	3%	-4%	1%	90%	1%	-1%	-25%	-9%	0%	-2%	3%	-3%	0%	11%	3%	1%	-2%	10%	4%	-18%	24%	0%	23%	3%	83%	81%	81%	-1%	100%			

Fonte: Output software Excel (2020).

**Tabela 7 - Matriz de Correlação (variáveis independentes) - FINAL**

	Comercial-VHP External Market at the port	Comercial-Hydrous Ethanol at the mill	Comercial-Cogeneration (net price)	Comercial-Distance mill to port	Operacional-Crushing	Operacional-TSR	Operacional-Cogeneration	Operacional-Own Yields	Operacional-Distance fields to mill	Financeira-Contract	Financeira-Ratoon Cost	Financeira-Annualized Equipment Cost R\$/tne	Financeira-Life cycle Ag Equipment	Calc-Planting Cost	Calc-Maintenance Cost R\$/tne	Calc-Industrial Cost per tonne
Comercial-VHP External Market at the port	100%															
Comercial-Hydrous Ethanol at the mill	-2%	100%														
Comercial-Cogeneration (net price)	1%	3%	100%													
Comercial-Distance mill to port	-3%	2%	-5%	100%												
Operacional-Crushing	0%	3%	3%	-2%	100%											
Operacional-TSR	6%	2%	2%	-3%	-2%	100%										
Operacional-Cogeneration	3%	2%	-1%	4%	3%	-3%	100%									
Operacional-Own Yields	-2%	-2%	2%	-1%	-5%	3%	5%	100%								
Operacional-Distance fields to mill	2%	1%	3%	2%	1%	1%	-3%	-3%	100%							
Financeira-Contract	-2%	3%	3%	5%	-2%	-1%	1%	-5%	0%	100%						
Financeira-Ratoon Cost	-1%	0%	3%	0%	-1%	0%	4%	2%	0%	-1%	100%					
Financeira-Annualized Equipment Cost R\$/tne	0%	-1%	2%	-1%	0%	-3%	0%	4%	-2%	1%	0%	100%				
Financeira-Life cycle Ag Equipment	-3%	-1%	0%	5%	-2%	6%	-2%	1%	-1%	-1%	4%	1%	100%			
Calc-Planting Cost	-2%	0%	-1%	0%	1%	-2%	0%	-3%	3%	3%	2%	-1%	4%	100%		
Calc-Maintenance Cost R\$/tne	0%	0%	0%	0%	-3%	3%	-1%	2%	0%	4%	-4%	1%	-5%	-7%	100%	
Calc-Industrial Cost per tonne	3%	0%	1%	-3%	1%	2%	-1%	-2%	-4%	0%	5%	2%	1%	-5%	-2%	100%

Fonte: Output *software* Excel (2020).

## 5.4 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS ESTATÍSTICOS

O coeficiente de determinação, “R-Quadrado” mede como a variância dos dados testados é explicada pelo modelo de regressão linear simples ou múltipla, variando seu valor de 0 a 1, e geralmente, expresso em termos percentuais. Quanto maior for seu valor, melhor o modelo de regressão explica a variabilidade dos dados, ou seja, melhor o seu ajuste quanto a amostra.

Desta forma, pode-se verificar que o modelo de regressão analisou os 1.400 cenários, e observando, os resultados do Minitab 1 (imagem abaixo), vemos em “Estatística de regressão” que o Coeficiente de determinação, “R-Quadrado”, foi de 95%, portanto com alto valor explicativo.

### Minitab 1 - Sumário do Modelo testado

Sumário do Modelo				
S	R2	R2 (aj)	PRESQ	R2 (pred)
2,98727	95,04%	94,99%	12634,3	94,93%

Fonte: Output *software* Minitab 18 (2020).

Há também os testes estatísticos de variância (ANOVA). Verifica-se 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 o grau de liberdade usado.

### Minitab 2 - Análise de Variância (ANOVA)

Análise de Variância							
Fonte	GL	SQ	Seq	Contribuição	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F
Regressão	14	236656		95,04%	236656	16904,0	1894,27
Comercial-VHP External Market a	1	75018		30,13%	75155	75154,6	8421,84
Comercial-Hydrous Ethanol at th	1	9580		3,85%	11743	11742,7	1315,90
Comercial-Cogeneration (net pri	1	3450		1,39%	2635	2634,9	295,26
Comercial-Distance mill to port	1	3581		1,44%	2863	2862,8	320,81
Operacional-Crushing	1	322		0,13%	238	237,8	26,65
Operacional-TSR	1	49144		19,74%	53988	53988,1	6049,92
Operacional-Cogeneration	1	2543		1,02%	4606	4605,7	516,12
Operacional-Own Yields	1	8105		3,25%	8166	8166,5	915,14
Operacional-Distance fields to	1	52780		21,20%	52439	52439,4	5876,38
Financeira-Contract	1	19690		7,91%	18693	18693,1	2094,76
Financeira-Ratoon Cost	1	2031		0,82%	2039	2039,3	228,52
Calc-Planting Cost	1	8248		3,31%	8355	8355,4	936,30
Calc-Maintenance Cost R\$/tne	1	1773		0,71%	1779	1778,9	199,35
Calc-Industrial Cost per tonne	1	392		0,16%	392	391,9	43,92
Erro	1385	12359		4,96%	12359	8,9	
Total	1399	249015		100,00%			

Fonte: Output *software* Minitab 18 (2020).

O valor-p (também chamado nível descritivo ou probabilidade de significância) das 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% e pode-se rejeitar a hipótese nula caso o valor-p seja menor que 5%. Nos resultados os valores-P encontram-se próximos de 0, evidenciando que os coeficientes explicam significativamente o modelo e podem ser mantidos na análise.

### Minitab 3 - Teste de Significância (valor-p)

Termo	Valor-P
Constante	0,000
Comercial-VHP External Market a	0,000
Comercial-Hydrous Ethanol at th	0,000
Comercial-Cogeneration (net pri	0,000
Comercial-Distance mill to port	0,000
Operacional-Crushing	0,000
Operacional-TSR	0,000
Operacional-Cogeneration	0,000
Operacional-Own Yields	0,000
Operacional-Distance fields to	0,000
Financeira-Contract	0,000
Financeira-Ratoon Cost	0,000
Calc-Planting Cost	0,000
Calc-Maintenance Cost R\$/tne	0,000
Calc-Industrial Cost per tonne	0,000

Fonte: Output *software* Minitab 18 (2020).

## 5.5 EQUAÇÃO GERAL DA REGRESSÃO LINEAR

Segue abaixo equação geral da regressão linear com as variáveis independentes e seus respectivos valores de interseção gerados no Minitab.

### Minitab 4 - Equação geral da regressão linear do modelo proposto.

```
Equação de Regressão
Calc-FCFF = -317,88 + 0,09330 Comercial-VHP External Market a
           + 0,05030 Comercial-Hydrous Ethanol at th
           + 0,04697 Comercial-Cogeneration (net pri
           - 0,016255 Comercial-Distance mill to port - 0,001433 Operacional-Crushing
           + 1,4398 Operacional-TSR + 0,3129 Operacional-Cogeneration
           + 0,8505 Operacional-Own Yields - 1,4369 Operacional-Distance fields to
           - 1,2358 Financeira-Contract - 0,01671 Financeira-Ratoon Cost
           - 0,016212 Calc-Planting Cost - 0,01787 Calc-Maintenance Cost R$/tne
           - 1,667 Calc-Industrial Cost per tonne
```

Fonte: Output *software* Minitab 18 (2020).

Pode-se afirmar, com bases estatísticas, que os coeficientes estimados dos regressores são BLUE (Best Linear Unbiased Estimators), caracterizando um modelo adequado para as projeções a que se propõe.

As variáveis independentes testadas, que compõe a equação geral da regressão linear, que mais possuem impactam no resultado econômico-financeiro de empresa sucroenergética, com capacidade entre 2,0 à 3,0 milhões de toneladas, localizadas na região Centro-Sul do Brasil foram: Preço Líquido VHP (mercado externo), Preço Líquido Hidratado (mercado interno),

Preço Líquido de Energia, Distância da usina até o porto, Moagem, ATR (açúcar total recuperável), Taxa de cogeração de energia, Produtividade própria, Distância do Canavial até a usina, Contrato de Arrendamento, Custo de Tratos Soca, Custo de Formação do Canavial, Custo de Manutenção Agrícola e Custo Industrial. As variáveis que não tiveram significância estatística no modelo foram Custo Anualizado da Formação do Canavial e Vida Útil de Equipamento Agrícola.

Dado a quantidade de variáveis da equação geral, no próximo item será apresentado e discutido o método “stepwise”, o qual elenca as variáveis de maior impacto na variável dependente estudada.

## 5.6 MÉTODO STEPWISE

No processo de identificação das variáveis significativas para o modelo foi utilizado o método “stepwise” descrito em Efroymson (1960), este método foi o primeiro método proposto de seleção de modelos. Conforme dito anteriormente, este método seleciona quais variáveis mais influenciam o conjunto de saída. A partir de uma variável dependente e um conjunto de variáveis independentes propõe-se dois procedimentos:

**(i) O modelo Específico para o Geral:** consiste na inclusão de uma variável por vez ao testar sua significância estatística no modelo. Retira-se a variável se não há significância e permanece no modelo caso contrário. O processo se repete até que todas as variáveis e a constante são testadas.

**(ii) O modelo Geral para o Específico:** consiste em estimar todas as variáveis simultaneamente e excluir uma variável por vez que não apresenta significância estatística. O processo se repete até selecionar somente as variáveis significativas juntamente com a constante.

Utilizou-se os parâmetros  $\alpha$  para entrada = 0,05 e  $\alpha$  para remoção = 0,05 para a seleção das variáveis. Como resultado desse método elencou-se da variável de maior para a de menor impacto na previsibilidade do fluxo de caixa. Podendo assim, diminuir o número de variáveis a compor a equação da regressão. Esse resultado, etapa por etapa, pode ser verificado no output “Minitab 5” a seguir:

### Minitab 5 - Método “Stepwise” (Passo 1 até 14).

	-----Passo 1-----		-----Passo 2-----		-----Passo 3-----		-----Passo 4-----		-----Passo 5-----		-----Passo 6-----					
	Coef	P	Coef	P	Coef	P	Coef	P	Coef	P	Coef	P				
Constante	-118,17		-306,64		-275,19		-252,44		-330,11		-401,13					
Comercial-VHP External Market a	0,09281	0,000	0,09479	0,000	0,09356	0,000	0,09247	0,000	0,09151	0,000	0,09119	0,000				
Operacional-TSR			1,3516	0,000	1,4195	0,000	1,4094	0,000	1,4211	0,000	1,4274	0,000				
Operacional-Distance fields to Financeira-Contract					-1,4272	0,000	-1,4201	0,000	-1,4248	0,000	-1,4320	0,000				
Comercial-Hydrous Ethanol at th Operacional-Own Yields							-1,3011	0,000	-1,3001	0,000	-1,2815	0,000				
Calc-Planting Cost Operacional-Cogeneration									0,04776	0,000	0,05004	0,000				
Comercial-Distance mill to port Comercial-Cogeneration (net pri Financeira-Ratoon Cost											0,8345	0,000				
Calc-Maintenance Cost R\$/tne Operacional-Crushing																
S		11,1562		9,49781		7,27518		6,16824		5,51472		4,97636				
R2		30,13%		49,39%		70,33%		78,69%		82,98%		86,15%				
R2 (aj)		30,08%		49,32%		70,26%		78,62%		82,91%		86,09%				
R2 (pred)		29,93%		49,18%		70,16%		78,53%		82,82%		86,00%				
Cp de Mallows		18086,57		12716,67		6881,27		4552,94		3358,94		2476,60				
	-----Passo 7-----		-----Passo 8-----		-----Passo 9-----		-----Passo 10-----		-----Passo 11-----		-----Passo 12-----		-----Passo 13-----		-----Passo 14-----	
	Coef	P	Coef	P	Coef	P	Coef	P	Coef	P	Coef	P	Coef	P	Coef	P
	-383,43		-393,45		-385,02		-394,37		-366,59		-352,88		-323,01		-317,88	
	0,09253	0,000	0,09251	0,000	0,09326	0,000	0,09360	0,000	0,09308	0,000	0,09300	0,000	0,09317	0,000	0,09330	0,000
	1,4225	0,000	1,4461	0,000	1,4480	0,000	1,4505	0,000	1,4509	0,000	1,4399	0,000	1,4397	0,000	1,4398	0,000
	-1,4217	0,000	-1,4355	0,000	-1,4221	0,000	-1,4184	0,000	-1,4220	0,000	-1,4276	0,000	-1,4341	0,000	-1,4369	0,000
	-1,2735	0,000	-1,2756	0,000	-1,2710	0,000	-1,2631	0,000	-1,2495	0,000	-1,2373	0,000	-1,2404	0,000	-1,2358	0,000
	0,05051	0,000	0,04913	0,000	0,05008	0,000	0,04932	0,000	0,04962	0,000	0,05012	0,000	0,05016	0,000	0,05030	0,000
	0,8347	0,000	0,8496	0,000	0,8563	0,000	0,8505	0,000	0,8488	0,000	0,8617	0,000	0,8563	0,000	0,8505	0,000
	-0,015256	0,000	-0,015786	0,000	0,015986	0,000	-0,015990	0,000	-0,016115	0,000	-0,016260	0,000	-0,016226	0,000	-0,016212	0,000
			0,2968	0,000	0,2994	0,000	0,3010	0,000	0,3056	0,000	0,3095	0,000	0,3136	0,000	0,3129	0,000
					-0,01705	0,000	-0,01665	0,000	-0,016987	0,000	-0,016053	0,000	-0,016207	0,000	-0,016255	0,000
							0,04870	0,000	0,04616	0,000	0,04732	0,000	0,04719	0,000	0,04697	0,000
									-0,01711	0,000	-0,01689	0,000	-0,01665	0,000	-0,01671	0,000
											-0,01797	0,000	-0,01801	0,000	-0,01787	0,000
													-1,590	0,000	-1,667	0,000
															-0,001433	0,000
	4,41012		4,05884		3,76882		3,48784		3,26046		3,05618		3,01478		2,98727	
	89,13%		90,80%		92,07%		93,21%		94,07%		94,80%		94,94%		95,04%	
	89,07%		90,74%		92,02%		93,17%		94,03%		94,75%		94,89%		94,99%	
	89,00%		90,67%		91,95%		93,10%		93,97%		94,70%		94,84%		94,93%	
	1647,40		1183,87		830,70		513,99		276,16		76,57		38,52		13,89	

Fonte: Output software Minitab 18 (2020).

## 5.7 EQUAÇÃO SIMPLIFICADA DA REGRESSÃO LINEAR

Selecionou-se o “Passo 5” do método “Stepwise” para elencar as 5 primeiras variáveis explanatórias de maior impacto no resultado do fluxo de caixa do modelo proposto, e consequentemente, gerou-se a equação simplificada. Esta equação simplificada da regressão linear encontra-se na fórmula apresentada a seguir:

### Fórmula 3 - Equação simplificada da regressão linear do modelo proposto.

**Fluxo Caixa (R\$m):** - 330,11 (constante)  
 + 0,09151\*Preço Líq. VHP (R\$/ton)  
 + 1,4211\* teor de açúcar - ATR (kg/ton)  
 - 1,4248\*Dist. canavial até usina (km)  
 - 1,3001\*Contrato de Arrendamento (ton/ha)  
 + 0,04776\*Preço Líq. Hidratado (R\$/m<sup>3</sup>)

Fonte: Output *software* Minitab 18 adaptado pelo autor (2020).

Pode-se verificar no resultado abaixo, Minitab 6, que o R-Quadrado, de 82,9%, ainda se apresenta significativo. Os resultados dos valores-P, conforme esperado, ainda encontram-se muito próximos de 0, estatisticamente significantes, evidenciando os coeficientes do modelo, e assim, portanto mantidos na análise.

### Minitab 6 - Método “Stepwise” (Passo 5)

	-----Passo 5-----	
	Coef	P
Constante	-330,11	
Comercial-VHP External Market a	0,09151	0,000
Operacional-TSR	1,4211	0,000
Operacional-Distance fields to	-1,4248	0,000
Financeira-Contract	-1,3001	0,000
Comercial-Hydrous Ethanol at th	0,04776	0,000
Operacional-Own Yields		
Calc-Planting Cost		
Operacional-Cogeneration		
Comercial-Distance mill to port		
Comercial-Cogeneration (net pri		
Financeira-Ratoon Cost		
Calc-Maintenance Cost R\$/tne		
Calc-Industrial Cost per tonne		
Operacional-Crushing		
S		5,51472
R2		82,98%
R2 (aj)		82,91%
R2 (pred)		82,82%
Cp de Mallows		3358,94

Fonte: Output *software* Minitab 18 (2020).

## 5.8 TESTES PÓS ESTIMAÇÃO

Após a estimação modelo, foram realizados os testes de validação da regressão.

- ✓ **Análise da estatística de erros:** o valor esperado do erro é zero e apresenta um valor insignificante próximo do esperado.

**Tabela 8 – Estatística do Erro**

Variável	Nº Observ.	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Erro	1400	2.96e-09	2.986.253	-8.976.575	124.137

Fonte: O autor (2020).

- ✓ **Teste de heterocedasticidade de Breusch-Pagan (1979):** não existem evidências estatísticas suficientes para rejeitar a hipótese nula do teste, como também, de que os erros apresentam variância homogênea (homocedásticos).

**Tabela 9 - Teste de Heterocedasticidade**

Chi (1)	Prob > Chi <sup>2</sup>
0.34	0.5594

Fonte: O autor (2020).

- ✓ **Teste de multicolinearidade de Farrar e Glauber (1967):** segundo Corrar et al. (2007), valores de VIF próximos de 10 indicam a presença de multicolinearidade e valores próximo de 1 indicam ausência de multicolinearidade.

**Minitab 7 - Valores de “VIF and Tolerance” (Teste de Correlação).**

Termo	VIF
Constante	
Comercial-VHP External Market a	1,01
Comercial-Hydrous Ethanol at th	1,01
Comercial-Cogeneration (net pri	1,01
Comercial-Distance mill to port	1,01
Operacional-Crushing	1,01
Operacional-TSR	1,01
Operacional-Cogeneration	1,01
Operacional-Own Yields	1,01
Operacional-Distance fields to	1,01
Financeira-Contract	1,01
Financeira-Ratoon Cost	1,01
Calc-Planting Cost	1,01
Calc-Maintenance Cost R\$/tne	1,01
Calc-Industrial Cost per tonne	1,01

Fonte: Output *software* Minitab 18 (2020).

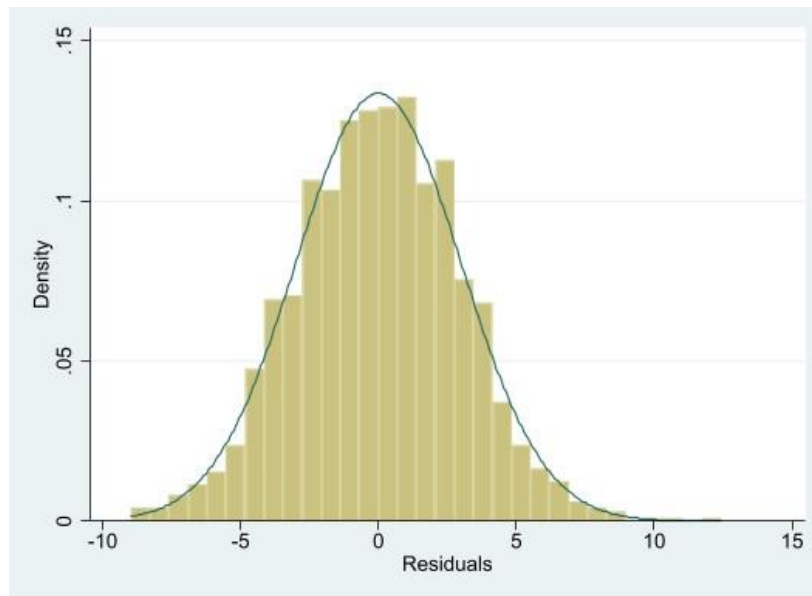
- ✓ **Teste normalidade de resíduos de Shapiro e Wilk (1965):** não existem evidências estatísticas para se rejeitar a hipótese nula de normalidade dos resíduos.

**Tabela 10 - Teste de normalidade de resíduos**

Variável	N° Observ.	W	V	Z	Prob > Z
Erro	1400	0.99837	1.393	0.832	0.20269

Fonte: O autor (2020).

**Gráfico 6 - Histograma dos resíduos**



Fonte: O autor (2020).

- ✓ **Teste de Ramsey (1969) para omissão de variáveis:** não existem evidências estatísticas para se rejeitar a hipótese nula de que não existe omissão de variáveis no modelo.

**Tabela 11 - Teste de Ramsey**

F(3,1382)	Prob > F
0.84	0.4721

Fonte: O autor (2020).

- ✓ **Teste de Tuckey (1949) para especificação de modelos:** não se pode rejeitar a hipótese nula de que o modelo está estatisticamente bem especificado.

**Tabela 12 - Teste de especificação de modelos**

Teste de Tukey para Especificação de modelos				
	$\beta$	Erro padrão	t	p-valor
x1	1.000898	0.0062951	159.00	0.000
x2	0.0001531	0.0003344	0.46	0.647
_cons	-0.259899	0.0992067	-0.26	-0.260

Fonte: O autor (2020).

- ✓ **Teste de Breusch-Godfrey (1978) autocorrelação primeira ordem nos resíduos:** não existem evidências estatísticas para se rejeitar a hipótese nula de que não existe autocorrelação de primeira ordem nos resíduos.

**Tabela 13 - Teste de Breusch-Godfrey**

Lags	Chi2	G.L.	Prob>Chi2
1	0.062	1	0.8038

Fonte: O autor (2020).

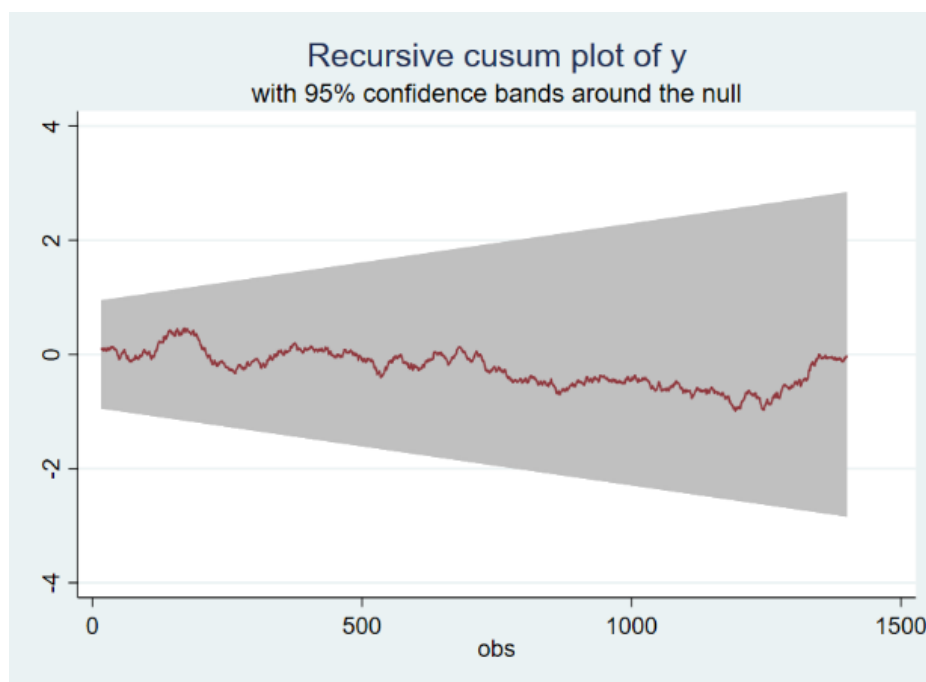
- ✓ **Teste CUSUM de Brown, Durbin e Evans (1975):** o teste CUSUM (Cumulative Sum) mostra que o modelo não possui instabilidade paramétrica e os erros do modelo não ultrapassam a faixa de 95% de estabilidade.

**Tabela 14 - Teste de estabilidade paramétrica**

Estatística	Valores críticos		
	1%	5%	10%
0.8825	1.6276	1.3581	1.224

Fonte: O autor (2020).

**Gráfico 7 - CUSUM**



Fonte: O autor (2020).

## 5.9 DISCUSSÕES E ARTICULAÇÕES DAS HIPÓTESES

No início do estudo gerou-se uma hipótese na vertente operacional ( $H_1$ ) e uma hipótese na na vertente comercial ( $H_2$ ). Optou-se por não gerar uma hipótese na vertente financeira, pois nesta vertente as variáveis são majoritariamente quanto aos custos de produção, e em quase sua totalidade, reflexo direto das variáveis operacionais.

- ✓  $H_1$ : acredita-se que a variável de produtividade do canavial, expresso em tonelada por hectare, será a variável de maior impacto no resultado econômico-financeiro do modelo proposto;

A produtividade de uma cultura agrícola foi evidenciada pelos autores Nogueira et al. (2013), Xavier et al. (2016) e Ribeiro et al. (2013). Esse fato, como esperado, se dá devido a relação que quanto maior a produtividade do canavial, menor será a área necessária do cultivo da cana-de-açúcar, e conseqüentemente, diminui-se os custos com o arrendamento de terras, tratos culturais e gastos no processo de colheita, transbordagem e transporte da cana-de-açúcar.

De fato, observou-se o impacto da produtividade no resultado econômico-financeiro. Entretanto, a produtividade não foi elencada entre as principais variáveis testadas, e portanto, ressalta-se que a cultura da cana-de-açúcar, além da produtividade, deve ser analisada pelo seu teor de açúcar, expresso em açúcar por tonelada, também chamado de ATR (açúcar total recuperável). Inclusive, esta variável possuiu maior impacto no resultado econômico-financeiro em relação à produtividade.

- ✓  $H_2$ : as variáveis de natureza operacional e financeira possuem maior impacto no resultado econômico-financeiro comparadas às variáveis de natureza comercial.

Pelo fato dos custos operacionais das empresas sucroenergéticas serem majoritariamente de natureza fixa para a produção da matéria-prima, acreditou-se que as variáveis independentes comerciais apresentariam menor relação com o resultado econômico-financeiro. Esta hipótese foi negada, uma vez que o preço do açúcar e do etanol aparecem entre as variáveis que mais impactam o fluxo de caixa. Dado que os preços são regidos pelo mercado, há um paradigma do setor sucroenergético no qual busca-se sempre a eficiência operacional, subestimando, muitas vezes, a estratégia comercial.

Portanto, o modelo proposto pode ser utilizado para simular e escolher o cenário mais viável como cenário para projeções de curto (orçamento) e longo prazo (planejamento estratégico), adicionalmente, a equação da regressão linear pode auxiliar em sumarizar e elencar as prioridades deste modelo.



## 6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal do trabalho foi atingido. Elaborou-se o modelo de projeção das demonstrações financeiras DRE e DFC baseado em variáveis operacionais, comerciais e financeiras. Além disso, também obteve-se a equação, utilizando-se da técnica estatística de regressão linear, e comprovou-se a diferenciação das variáveis independentes relacionada à variável dependente.

O modelo proposto necessita do preenchimento de 49 dados de entrada para o resultado da DRE e da DFC. Os dados de entrada são de natureza operacional (10), comercial (22) e financeira (17). Dentre as teorias que embasam este modelo, destaque-se principalmente a Teoria da Firma na construção do modelo proposto, além das suas subdivisões: i. Teoria da Produção tangendo conceitos de produção e determina a quantidade ideal a ser produzida. ii. Teoria dos Custos elencando os conceitos de custo econômico, custo total, custo marginal e custo médio. iii. Teoria dos Rendimentos evidenciando os conceitos de receita total, receita média e receita marginal.

Para obter a equação da regressão linear, realizou-se o teste da matriz de correlação para a remoção das variáveis correlacionais. Dos 49 dados de entrada, e seus cálculos, do modelo proposto, restou-se apenas 16 variáveis subdivididas em comerciais (4), operacionais (5) e financeiras (7). Por fim, retirou-se as variáveis sem significância estatística, como também, as variáveis que não sofreram alteração independente do cenário simulado. Menciona-se como exemplo a alíquota de INSS e do Imposto de Renda.

Com isso, obteve-se as equações da regressão linear elencando 14 variáveis independentes, e a equação simplificada, pelo método Stepwise, evidenciando 5 variáveis independentes, e em posse dos resultados, neste tópico discute-se as duas hipóteses levantadas no início deste estudo.

Percebe-se, alinhado com a revisão de literatura e análise dos dados, que a equação de regressão do modelo, baseado em 14 variáveis independentes, explica o fluxo de caixa livre da usina com R-Quadrado (ajustado) de 95%. Pelo método “Stepwise”, as 5 variáveis independentes que mais explicam o R-Quadrado (ajustado) correspondem à 82,9%.

As variáveis independentes testadas que mais possuem impactam no resultado econômico-financeiro de empresa sucroenergética, com capacidade entre 2,0 à 3,0 milhões de toneladas, localizada na região Centro-Sul do Brasil foram: preço líquido do VHP, teor de açúcar (sacarose) da cana-de-açúcar (ATR), distância do campo até a usina, valor do contrato

de arrendamento e preço líquido do hidratado. Ressalta-se que foram retiradas as variáveis correlacionadas para melhor estimativa e aferição do modelo.

Pode-se afirmar, com bases estatísticas, que os coeficientes estimados dos regressores são BLUE (Best Linear Unbiased Estimators), caracterizando um modelo adequado para as projeções a que se propõe.

Os resultados da estimação utilizando a metodologia stepwise para a regressão linear múltipla, e testes pós-estimação mostram que o modelo está com especificação correta, com erro igual a zero, sem heterocedasticidade nos erros, sem multicolinearidade entre os erros e as variáveis, com erros tendo uma distribuição normal, sem autocorrelação nos resíduos, sem omissão de variáveis e com estabilidade paramétrica.

O setor sucroenergético está na constante busca do aumento da produtividade do canavial para redução de seus custos produtivos, portanto acreditou-se inicialmente como hipótese que a produtividade seria o indicador de maior impacto no resultado econômico-financeiro. De fato, observa-se seu impacto no resultado econômico-financeiro, mas não foi elencada entre as principais variáveis testadas. Quanto a segunda hipótese, conclui-se que dado que os preços são regidos pelo mercado, há um paradigma do setor no qual busca-se sempre a eficiência operacional, subestimando, muitas vezes, a estratégia comercial.

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-financeira desta indústria dependerá essencialmente de novas tecnologias, especialmente na área agrícola.

Discute-se também 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 dos efeitos das mudanças climáticas dados os ganhos oriundos da eficiência da matriz energética dos biocombustíveis. (PEREIRA; ROITMAN; GRASSI, 2018).

Este estudo contribui para que as empresas sucroenergéticas utilizem um modelo para projeção das demonstrações contábeis e identifiquem as principais variáveis que impactam no resultado econômico-financeiro. Com isso, atuando na mitigação de riscos e auxiliando na compreensão, planejamento, projeção, alocação e controle de seus recursos financeiros.

Além disso, o real conhecimento das variáveis traz a luz as alavancas com possibilidade de elencar as prioridades do negócio. Inclusive, destaque-se que, por exemplo, a distância do canalial até a usina, é uma variável que necessita de um planejamento plurianual dado sua característica estrutural (terras arrendadas por ciclo de 6 a 12 anos).

Com isso, pode-se também estabelecer um guia de metas, baseado no cenário desejado, para posteriormente cascadeamento entre os departamentos. Portanto, o modelo proposto pode ser utilizado para simular e escolher o cenário mais viável como cenário para projeções de curto (orçamento) e longo prazo (planejamento estratégico), adicionalmente, a equação da regressão linear pode auxiliar em sumarizar e elencar as prioridades deste modelo.

Ressalta-se essa importância para a melhor alocação dos recursos financeiros das empresas, em algumas situações, não há escassez dos recursos financeiros, e sim, a sua indevida alocação nos investimentos, oportunidades, ou até mesmo, no período mais adequado. Para estudos futuros sugere-se a ampliação e o uso de amostragem de empresas sucroenergéticas a fim de provar a robustez da regressão estatística, bem como, inclusão/exclusão de variáveis independentes, por exemplo a receita adicional proveniente do programa do RenovaBio, estudos tributários, ou mesmo, a incorporação de novas tecnologias.

## REFERÊNCIAS

- ASSAF NETO, Alexandre. Os métodos quantitativos de análise de investimento. *Caderno de Estudos*, São Paulo, n. 6, p. 1-16, 1992. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cest/n6/n6a01.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2018
- 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.
- BREUSCH, Trevor Stanley. Testing for Autocorrelation in Dynamic Linear Models. *Australian Economic Papers*, v.17, p. 334–355, 1977. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-8454.1978.tb00635.x>. Acesso em: 11 jul 2020.
- BREUSCH, Trevor Stanley; PAGAN, Adrian Rodney. A simple test for heteroscedasticity and random coefficient variation. *Econometrica* v.47, p. 1287-1294, 1979. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1911963?seq=1>. Acesso em: 11 jul 2020.
- BRIGNONI, Thaís; RUBERTO, Isabel Von Grafen. Análise de regressão linear na projeção de resultados em empresas do ramo de cosméticos e higiene pessoal, Rio Grande do Sul, 2017. Disponível em: <https://home.unicruz.edu.br/wp-content/uploads/2017/11/Analise-de-regressao-linear-na-projecao-de-resultados-em-empresas-do-ramo-de-cosmeticos-e-higiene-pessoal.pdf> Acesso em: 15 fev. 2020.
- BROWN, R. L., J. DURBIN, and J. M. EVANS. Techniques for testing the constancy of regression relationships over time. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B* 37: 149–192, 1975. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2984889?seq=1>. Acesso em: 11 jul 2020.
- CASTRO, Paulo Roberto de Camargo. Maturadores químicos em cana-de-açúcar, In: *Semana da cana-de-açúcar de Piracicaba – SECAPI 4*, Piracicaba, 1999.

CCEE. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. Dados de Históricos. Disponível em: [https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/o-que-fazemos/como\\_ccee\\_atua/precos?\\_afLoop=13217789278902&\\_adf.ctrl-state=v2x0uj20d\\_193#!%40%40%3F\\_afLoop%3D13217789278902%26\\_adf.ctrl-state%3Dv2x0uj20d\\_197](https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos/como_ccee_atua/precos?_afLoop=13217789278902&_adf.ctrl-state=v2x0uj20d_193#!%40%40%3F_afLoop%3D13217789278902%26_adf.ctrl-state%3Dv2x0uj20d_197) Acesso em: 14 dez. 2019.

COASE, Ronald H. The nature of the firm, 1937. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1468-0335.1937.tb00002.x> Acesso em: 15 nov. 2018.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada -Esalq/USP. Universidade de São Paulo, Piracicaba. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br> Acesso em: 15 fev. 2020.

COMITÊ DE PRONUNCIAMENTOS CONTÁBEIS. CPC 00 (R2) - Estrutura Conceitual para Relatório Financeiro. Disponível em: <http://www.cpc.org.br/CPC/Documentos-Emitidos/Pronunciamentos/Pronunciamento?Id=80> Acesso em: 15 mar. 2020.

COMITÊ DE PRONUNCIAMENTOS CONTÁBEIS. CPC 00 (R2) - Estrutura Conceitual para Relatório Financeiro. Disponível em: <http://www.cpc.org.br/CPC/Documentos-Emitidos/Pronunciamentos/Pronunciamento?Id=80> Acesso em: 15 mar. 2020.

COMITÊ DE PRONUNCIAMENTOS CONTÁBEIS. CPC 26 (R1) - Apresentação das Demonstrações Contábeis. Disponível em: <http://www.cpc.org.br/CPC/Documentos-Emitidos/Pronunciamentos/Pronunciamento?Id=57> Acesso em: 15 mar. 2020.

CONSECANA. Conselho dos Produtores de Cana de Açúcar, Açúcar e Etanol do Estado de São Paulo. Disponível em: <https://www.consecana.com.br/> Acesso em: 15 fev. 2020.

COPERSUCAR. Disponível em: <https://www.copersucar.com.br/> Acesso em: 15 fev. 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.

DOMENECH, M.I. Curso de upgrade Green Belt-Black Belt. Capítulo 2 – Modelos de Regressão, 2015. Disponível em: <https://www.midomenech.com.br/lean-seis-sigma/docs/modelos-de-regressao.pdf> Acesso em: 14 mar. 2020.

EFROYMSON, M.A. (1960) "Multiple regression analysis." In Ralston, A. and Wilf, HS,editors, *Mathematical Methods for Digital Computers*. Wiley.

FARRAR, Donald. E.; GLAUBER, Robert .R. Multicollinearity in Regression Analysis: *The Problem Revisited*. *Review of Economics and Statistics*. v49 (1), p. 92–107, 1967. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1937887?seq=1>. Acesso em: 11 jul 2020.

GODFREY, Leslie. G. Testing Against General Autoregressive and Moving Average Error Models when the Regressors Include Lagged Dependent Variables. *Econometrica*. v46, p. 1293–1301, 1978 Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1913829?seq=1>. Acesso em: 11 jul 2020.

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

ITAÚBBA. Disponível em: <https://www.itaubba.com.br/itaubba-pt/> Acesso em: 15 fev. 2020.

LEINFELDER, Robson Rodrigues. *Análise de riscos para redução dos riscos de segurança em uma pedreira paulista, São Paulo, 2016*. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-07122016-102503/publico/RobsonRodriguesLeinfelderCorr16.pdf> Acesso em: 15 fev 2020.

MARÇAL, Emerson Fernandes; JUNIOR Eli Hadad. Is It Possible to Beat the Random Walk Model in Exchange Rate Forecasting? More Evidence for Brazilian Case. *Brazilian Review of Finance*, vol. 17, no 4, 2019. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbfin/article/view/59329/59137> Acesso em: 15 fev. 2020.

MARION, José Carlos. *Contabilidade Empresarial*. 15ª ed., 530 p. São Paulo: Atlas, 2009.

MARGINSON, David; OGDEN, Stuart. Coping with ambiguity through the budget: *The positive effects of budgetary targets on managers' budgeting behaviours*. *Accounting, Organizations and Society*, vol. 30, pag 435-456. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0361368204000406>. Acesso em: 13 mar. 2019

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-avaliaao-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. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

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 2017/18. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 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 2018/19. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 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\\_opiniao\\_-\\_renovabio.pdf](https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/coluna_opiniao_-_renovabio.pdf). Acesso em: 16 nov. 2018.

PETERNELLI, Luiz Alexandre; MELLO, Marcio Pupin. *Conhecendo o R: Uma visão mais que Estatística*. Viçosa: Editora UFV, 2013.

QUEIROZ, Ricardo Pessoa. Manual prático da cana-de-açúcar. São Paulo: Fundação Gilberto Freyre, 2014.

RAMSEY, J. B. Tests for specification errors in classical linear least-squares regression analysis. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, v31, p. 350-371, 1969 Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2984219?seq=1>. Acesso em: 11 jul 2020.

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.

ROSA, João Henrique Mantellatto. Dimensionamento operacional e econômico da colheita mecanizada de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*): modelo computacional como ferramenta de apoio a tomadas de decisão. (*Tese de Doutorado em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Universidade de São Paulo, 2017*). Disponível em:

[https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11152/tde-16082017-](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11152/tde-16082017-152606/publico/Joao_Henrique_Mantellatto_Rosa_versao_revisada.pdf)

[152606/publico/Joao\\_Henrique\\_Mantellatto\\_Rosa\\_versao\\_revisada.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11152/tde-16082017-152606/publico/Joao_Henrique_Mantellatto_Rosa_versao_revisada.pdf) Acesso em: 10 mar. 2020.

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

SALHANI, Gustavo D. Aplicação de diferentes modelos de valoração de empresas a uma carteira teórica de investimentos. 2014. Disponível em: [http://pro.poli.usp.br/wp-content/uploads/2014/12/TF\\_Gustavo-Salhani\\_FINAL.pdf](http://pro.poli.usp.br/wp-content/uploads/2014/12/TF_Gustavo-Salhani_FINAL.pdf). Acesso em: 15 fev 2020.

SANTOS, André Erick; LIMA, Robernei Aparecido. O uso da contabilometria como ferramenta de quantificação para contabilidade, São Paulo, 2008. Disponível em: [http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2008/anais/arquivosINIC/INIC1029\\_01\\_A.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivosINIC/INIC1029_01_A.pdf) Acesso em: 15 fev 2020.

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, 2016. Disponível em:

[http://www.mme.gov.br/documents/10584/7948692/UNICA-](http://www.mme.gov.br/documents/10584/7948692/UNICA-CEISE_Sector+Sucroenerg%C3%A9tico+no+Brasil_Uma+Vis%C3%A3o+para+2030.pdf)

[CEISE\\_Sector+Sucroenerg%C3%A9tico+no+Brasil\\_Uma+Vis%C3%A3o+para+2030.pdf](http://www.mme.gov.br/documents/10584/7948692/UNICA-CEISE_Sector+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: 11 set. 2019.

VENDITE, Laércio Luis. Análise de Investimentos. Projeto Supervisionado. Disponível em: [http://vigo.ime.unicamp.br/Projeto/2009-2/MS777/ms777\\_ieda.pdf](http://vigo.ime.unicamp.br/Projeto/2009-2/MS777/ms777_ieda.pdf). Acesso em: 16 nov. 2018.

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.



## ANEXOS

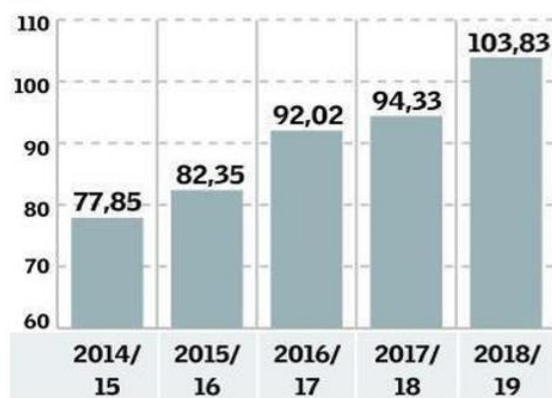
**ANEXO A:** Notícias do VALOR e NOVACANA da situação do setor sucroenergético.

## Evolução de custos | **Produtores**

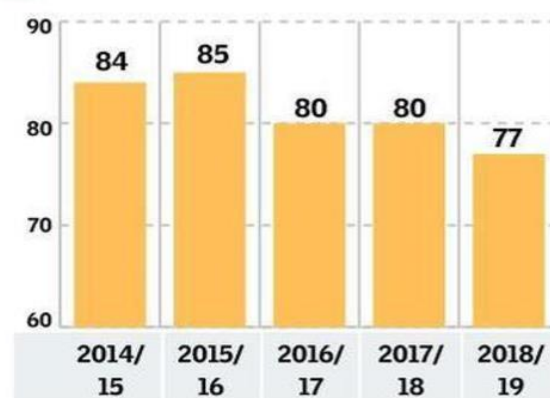
### Cana no Centro-Sul

Evolução dos custos de produção e da produtividade

**Custo (R\$/tonelada)**



**Produtividade (toneladas/hectare)**



Fonte: Pecege

<https://www.valor.com.br/agro/6201287/fornecedores-de-cana-amargam-prejuizo>

**Com etanol e açúcar dando prejuízo, cogeração salva as usinas em 2018/19**

O Petróleo Online/BR  
10 de agosto de 2019

Os custos de produção das sucroenergéticas do Centro-Sul estão mais elevados a cada safra. Desde a produção da cana aos gastos de processamento industrial, e até mesmo às despesas com vendas, cada fase do processo tem pesado cada vez mais no bolso dos usineiros.

As motivações são variadas. Na safra 2018/19, conforme um estudo do Instituto de Pesquisa e Educação Continuada em Economia e Gestão (Pecege), a situação se agravou por conta dos menores preços internacionais do açúcar e da queda na produtividade dos canaviais.

O documento ainda aponta que as despesas com a produção da cana própria estão mais altas do que os custos dos fornecedores, que enfrentaram prejuízo na temporada.

Com isso, fica evidente a dificuldade do setor para a diluição de custos nos canaviais e na indústria, já que grande parte deles são fixos.

Segundo o relatório, feito com base em valores de abril a dezembro de 2018, o que tem tirado a corda do pescoço das usinas é a comercialização de bioeletricidade. Além dela, a venda de subprodutos como o bagaço também ajudou a suavizar a deterioração dos resultados financeiros.

Fonte: Portal Nova Cana

## ANEXO B: Série histórica variáveis operacionais.

Gráfico 2 - Evolução da produtividade média de cana-de-açúcar

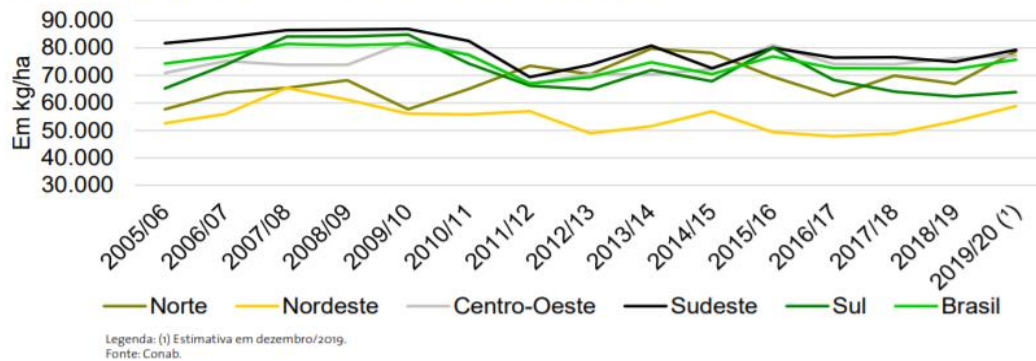


Gráfico 11 - Evolução do ATR

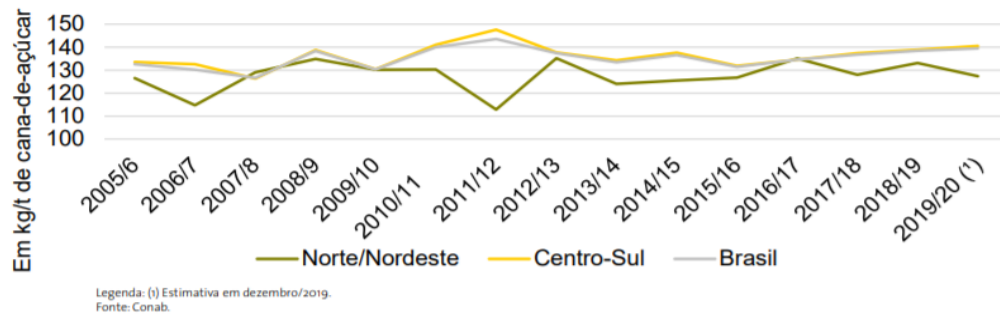


Tabela 48 – Distância média percorrida pela cana-de-açúcar do ponto de colheita até a indústria

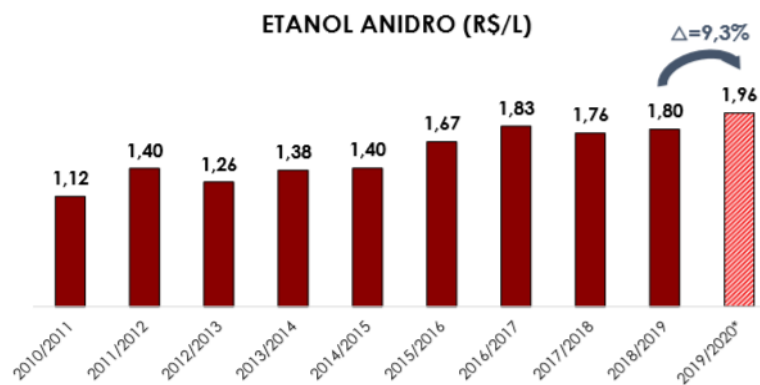
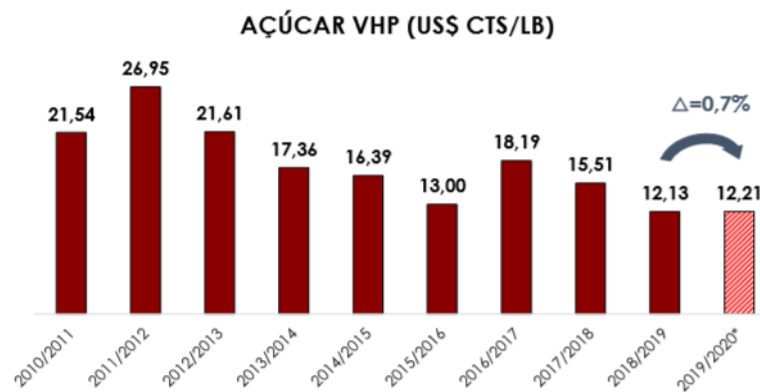
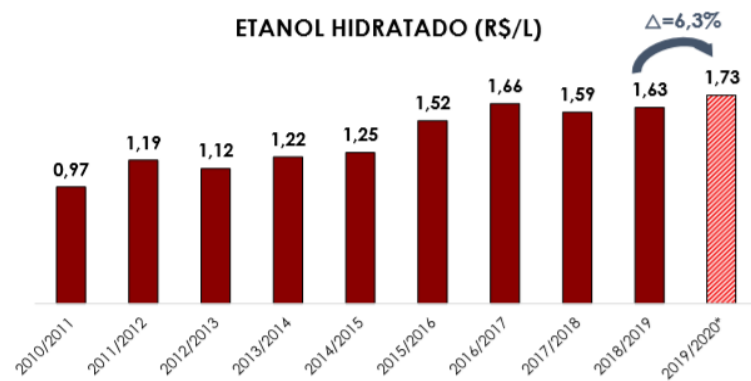
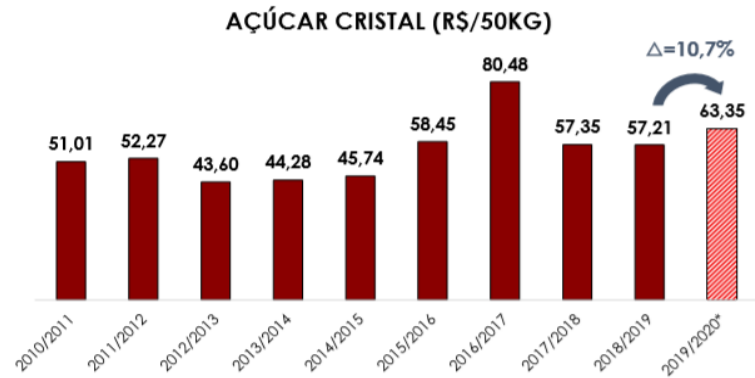
UF/REGIÃO	DISTÂNCIA MÉDIA DA LAVOURA DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA EM VOLUME (t)				DISTÂNCIA MÉDIA DA LAVOURA DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA EM VOLUME (%)			DISTÂNCIA MÉDIA GERAL (km)
	Até 20 km	De 20 a 40 km	Acima de 40 km	TOTAL	Até 20 km	De 20 a 40 km	Acima de 40 km	
NORTE	2.072.572,1	1.142.302,9	327.024,9	3.541.900,0	58,52%	32,25%	9,23%	20,14
RO	114.000,0	45.000,0	32.000,0	191.000,0	59,69%	23,56%	16,75%	21,41
AC	86.100,0	-	-	86.100,0	100,00%	-	-	10,00
AM	216.300,0	-	-	216.300,0	100,00%	-	-	10,00
PA	600.082,9	82.217,2	-	682.300,0	87,95%	12,05%	-	12,41
TO	1.056.089,3	1.015.085,8	295.024,9	2.366.200,0	44,63%	42,90%	12,47%	23,57
NORDESTE	33.742.746,8	8.943.719,3	2.588.327,9	45.274.794,0	74,53%	19,75%	5,72%	16,24
MA	1.992.804,7	462.295,3	-	2.455.100,0	81,17%	18,83%	-	13,77
PI	706.879,2	248.234,8	12.286,0	967.400,0	73,07%	25,66%	1,27%	15,64
CE	193.038,4	15.561,6	-	208.600,0	92,54%	7,46%	-	11,49
RN	1.043.540,2	792.389,7	631.770,1	2.467.700,0	42,29%	32,11%	25,60%	26,66
PB	4.366.229,8	894.673,0	271.597,2	5.532.500,0	78,92%	16,17%	4,91%	15,20
PE	10.314.310,3	1.017.608,1	17.081,6	11.349.000,0	90,88%	8,97%	0,15%	11,85
AL	11.127.203,2	4.171.462,6	894.734,1	16.193.400,0	68,71%	25,76%	5,53%	17,36
SE	914.896,4	744.748,9	625.054,8	2.284.700,0	40,04%	32,60%	27,36%	27,46
BA	3.083.844,6	596.745,2	135.804,2	3.816.394,0	80,81%	15,64%	3,56%	14,55
CENTRO-OESTE	68.892.400,3	45.306.874,7	24.827.125,0	139.026.400,0	49,55%	32,59%	17,86%	23,66
MT	10.477.466,7	5.640.459,5	1.032.573,7	17.150.500,0	61,09%	32,89%	6,02%	18,99
MS	27.550.499,7	14.693.816,6	6.441.083,7	48.685.400,0	56,59%	30,18%	13,23%	21,33
GO	30.864.433,9	24.972.598,6	17.353.467,6	73.190.500,0	42,17%	34,12%	23,71%	26,31
SUDESTE	174.756.772,0	161.248.977,1	100.390.050,9	436.395.800,0	40,05%	36,95%	23,00%	26,59
MG	28.446.884,4	22.602.968,4	13.882.547,1	64.932.400,0	43,81%	34,81%	21,38%	25,51
ES	1.124.121,0	793.712,0	891.767,0	2.809.600,0	40,01%	28,25%	31,74%	28,35
RJ	572.551,4	281.217,8	212.430,7	1.066.200,0	53,70%	26,38%	19,92%	23,24
SP	144.613.215,2	137.571.078,8	85.403.306,0	367.587.600,0	39,34%	37,43%	23,23%	26,78
SUL	19.042.809,7	14.687.204,9	7.617.285,5	41.347.300,0	46,06%	35,52%	18,42%	24,47
PR	18.995.734,6	14.673.079,9	7.617.285,5	41.286.100,0	46,01%	35,54%	18,45%	24,49
RS	47.075,0	14.125,0	-	61.200,0	76,92%	23,08%	-	14,62
NORTE/NORDESTE	35.815.318,9	10.086.022,2	2.915.352,8	48.816.694,0	73,37%	20,66%	5,97%	16,52
CENTRO-SUL	262.691.982,0	221.243.056,7	132.834.461,3	616.769.500,0	42,59%	35,87%	21,54%	25,79
BRASIL	298.507.300,9	231.329.078,9	135.749.814,1	665.586.194,0	44,85%	34,76%	20,40%	25,11

Fonte: Conab.

Nota: Estimativa em abril/2016.

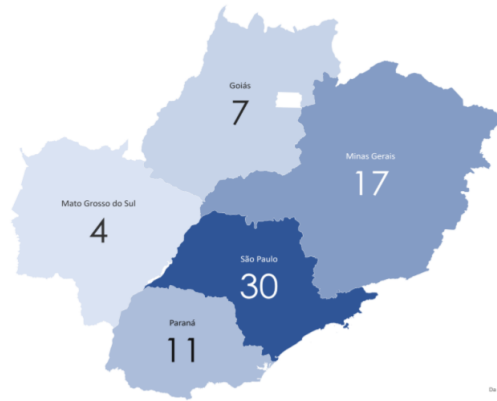
## ANEXO C: Série histórica variáveis comerciais.

## Projeções – Safra 2019.20



ANEXO D: Série histórica variáveis financeiras (custos operacionais).

Amostra | Usinas (Centro-Sul) | 2018.19

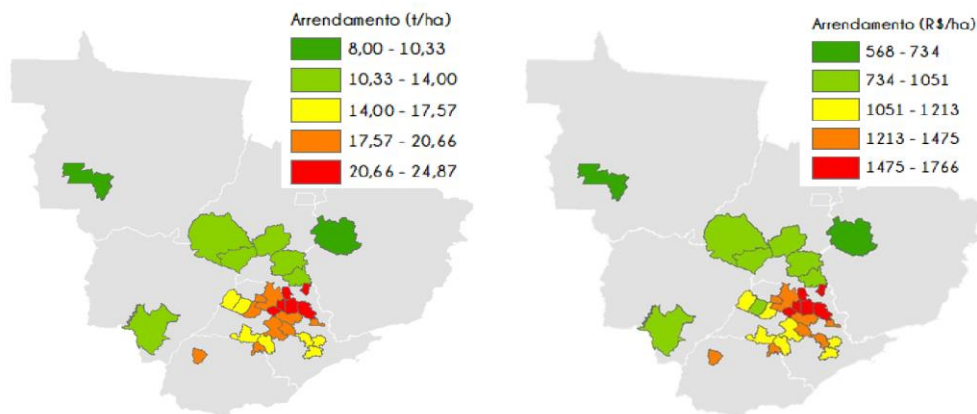


69 unidades  
 160 milhões de toneladas  
 28% do Centro-Sul

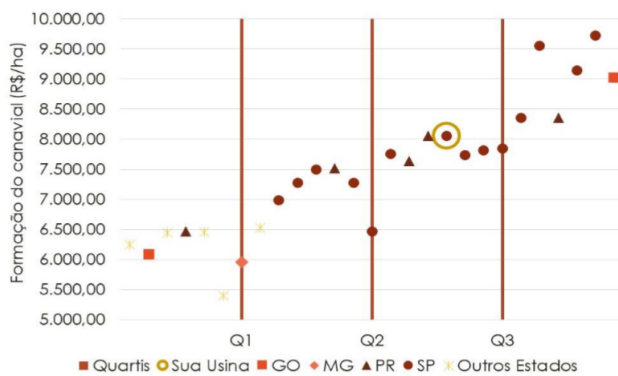
\*Valores acumulados de abril a dezembro de 2018.



Arrendamento/Custo da terra | Produtores | 2018.19



Quanto custa plantar cana? | Usinas | 2018.19

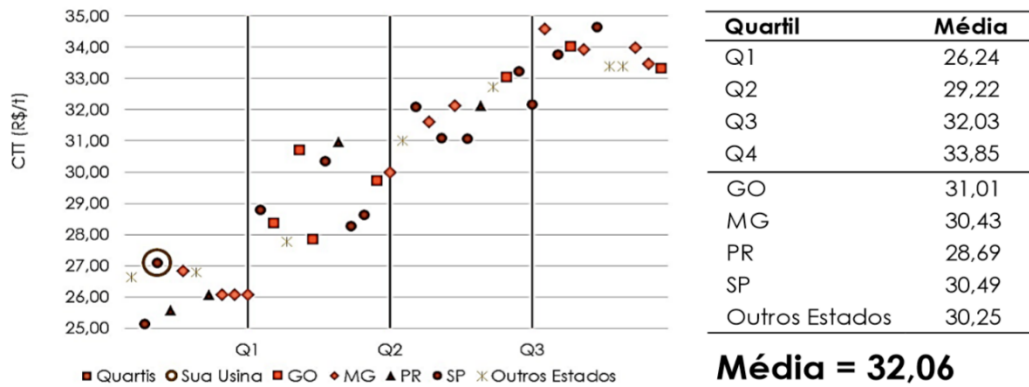


Descrição	R\$/ha
<b>FORMAÇÃO DO CANAVIAL</b>	<b>9.242,59</b>
<b>Preparo de Solo</b>	<b>2.723,83</b>
Máquina	1.522,47
Mão-de-obra	266,59
Insumos	934,77
<b>Plantio</b>	<b>4.496,02</b>
Máquina	1.413,84
Mão-de-obra	689,62
Insumos	2.209,26
Irrigação/Fertirrigação	183,29
<b>Tratos Culturais de Cana Planta</b>	<b>2.022,75</b>
Máquina	424,35
Mão-de-obra	199,25
Insumos	1.178,46
Irrigação/Fertirrigação	220,69

\*Valores acumulados de abril a dezembro de 2018.



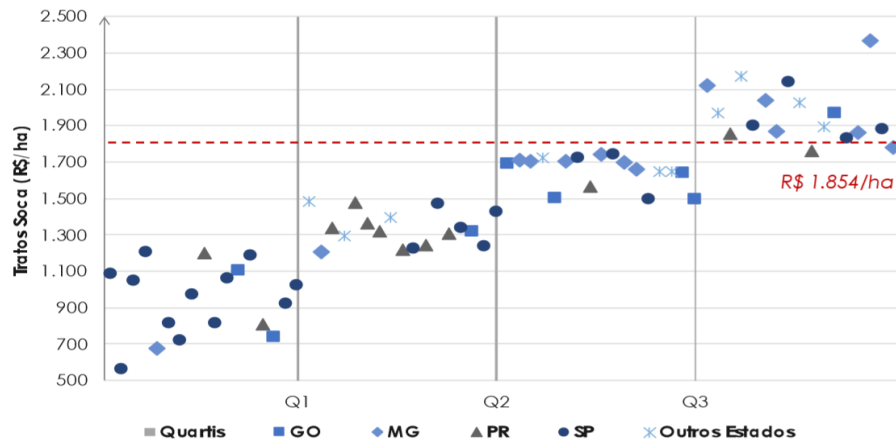
## Quanto custa colher cana? | Usinas | 2018.19



\*Valores acumulados de abril a dezembro de 2018.



## Quanto custa tratar a soca? | Usinas | 2018.19



\*Valores acumulados de abril a dezembro de 2018.



## Quanto custa administrar a produção? | Usinas | 2018.19

