

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS – UFGD

GUSTAVO CARRION SANVEZZO

**O MÉTODO DE MONTE CARLO NA PROJEÇÃO DA DEMANDA DE ETANOL E
CONSUMO DE CANA DE AÇÚCAR EM UMA USINA DE DOURADOS-MS**

DOURADOS

2013

GUSTAVO CARRION SANVEZZO

**O MÉTODO DE MONTE CARLO NA PROJEÇÃO DA DEMANDA DE ETANOL E
CONSUMO DE CANA DE AÇÚCAR EM UMA USINA DE DOURADOS-MS**

Trabalho de Conclusão de Curso de
graduação apresentado para a obtenção do
título de Bacharel em Engenharia de
Produção.

Faculdade de Engenharia

Universidade Federal da Grande Dourados

Orientador: Prof. Dr. Walter Roberto H.
Vergara

DOURADOS

2013

GUSTAVO CARRION SANVEZZO

**O MÉTODO DE MONTE CARLO NA PROJEÇÃO DA DEMANDA DE ETANOL E
CONSUMO DE CANA DE AÇÚCAR EM UMA USINA DE DOURADOS-MS**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção na Universidade Federal da Grande Dourados, pela comissão formada por:

Orientador: Prof. Dr. Walter Roberto H. Vergara

Profa. Ms. Maria Rita Rodda

Prof. Dr. Fabio Alves Barbosa

Dourados, 4 de setembro de 2013.

Dedico este trabalho a todos que de
alguma forma tornaram o caminho mais
fácil de ser percorrido.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que iluminou meu caminho durante esta caminhada. A minha família que sempre me apoiou e me deu forças nos momentos em que mais precisei. Agradeço também a minha namorada que sempre esteve ao meu lado e que me dando apoio contribuiu de forma indireta para realização deste trabalho. Aos amigos e colegas que estiveram juntos nesta caminhada. A todos os professores do curso, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento deste trabalho. Ao meu professor e orientador que me aconselhou e me auxiliou sempre que tive dificuldades.

“O insucesso é apenas uma oportunidade para recomeçar de novo com mais inteligência.”

Henry Ford

RESUMO

No Brasil há uma perda na capacidade de cana-de-açúcar e o endividamento de aproximadamente um sexto das unidades produtoras em operação é superior a R\$100,00 por tonelada. Nos últimos 5 anos 43 usinas foram desativadas e das 330 em operação pelo menos 10 deixarão de operar nesta safra. Para tentar frear a crise o governo cortou PIS/COFINS e diminuiu os juros do crédito para aumentar a produção industrial. Para tentar sanar um dos maiores problemas do setor sucroalcooleiro, que é a falta de matéria-prima causando oscilações no processo, este trabalho visou simular a demanda de etanol de uma usina da cidade de Dourados/MS para que com auxílio dos resultados a empresa possa planejar a quantidade cana-de-açúcar necessária para atender sua demanda. Para realizar as simulações utilizou-se o método de Monte Carlo no *software* Microsoft Excel.

Palavras-chaves: etanol, simulação, demanda, cana-de-açúcar, monte carlo.

ABSTRACT

In Brazil, there is a loss in the cane sugar production and the indebtedness of about 16.6% of the production unities in operation is over R\$100,00 per ton. In the last 5 years, 43 plants were deactivated and of the 330 in operation, at least 10 will cease to operate in this harvest. To try to stop this crisis, the government cut the PIS/COFINS and put the credit rates down to increase the industrial production. To try to solve one of the greater problems of the alcohol sector, that is the lack of raw material that causes an oscillation on the process, this paperwork aimed to simulate the ethanol demand of a Dourados/MS's plant, and with the help from the results the company can plan the cane sugar amount to help its demand. To make these simulations, the Monte Carlo's method was used with the Microsoft Excel software.

Keywords: ethanol, simulation, demand, sugar cane, monte carlo.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Variação do PIB	35
Gráfico 2: Variação da taxa de cambio	37
Gráfico 3: Gráfico da variação do IGP-M.....	40
Gráfico 4: Variação da Produção Industrial.	42
Gráfico 5: Frequência dos resultados do terceiro trimestre de 2013.	47
Gráfico 6: Frequência dos resultados do quarto trimestre de 2013.	48
Gráfico 7: Frequência dos resultados do primeiro trimestre de 2014.	48
Gráfico 8: Frequência dos resultados do segundo trimestre de 2014.	48
Gráfico 9: Frequência dos resultados do terceiro trimestre de 2014.	49
Gráfico 10: Frequência dos resultados do quarto trimestre de 2014.	49
Gráfico 11: Frequência dos resultados do primeiro trimestre de 2015.	49
Gráfico 12: Frequência dos resultados do segundo trimestre de 2015.	50
Gráfico 13: Frequência dos resultados do terceiro trimestre de 2015.	50
Gráfico 14: Frequência dos resultados do quarto trimestre de 2015.	50
Gráfico 15: Frequência dos resultados do primeiro trimestre de 2016.	51
Gráfico 16: Frequência dos resultados do segundo trimestre de 2016.	51
Gráfico 17: Frequência dos resultados do terceiro trimestre de 2016.	51
Gráfico 18: Frequência dos resultados do quarto trimestre de 2016.	52
Gráfico 19: Frequência dos resultados do primeiro trimestre de 2017.	52
Gráfico 20: Frequência dos resultados do segundo trimestre de 2017.	52
Gráfico 21: Frequência dos resultados do terceiro trimestre de 2017.	53
Gráfico 22: Frequência dos resultados do quarto trimestre de 2017.	53
Gráfico 23: Frequência dos resultados do primeiro trimestre de 2018.	53
Gráfico 24: Frequência dos resultados do segundo trimestre de 2018.	54
Gráfico 25: Frequência dos resultados do terceiro trimestre de 2018.	54
Gráfico 26: Frequência dos resultados do quarto trimestre de 2018.	54

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Método dos Mínimos Quadrados **Error! Bookmark not defined.**

Equação 2: Integral definida resolvida pelo método de monte carlo..... **Error! Bookmark not defined.**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Produto Interno Bruto (PIB)	34
Tabela 2: Variação da taxa de cambio	35
Tabela 3: Variação do IGP-M.	38
Tabela 4: Variação da Produção Industrial.	41
Tabela 5: Histórico de produção.....	43
Tabela 6: Álcool produzido trimestralmente.	43
Tabela 7: Crescimento anual da demanda de etanol.	44
Tabela 8: Dados utilizados na simulação.	44
Tabela 9: Distribuição normal acumulada das variáveis.....	45
Tabela 10: Pontos máximos, pontos mínimos, ponto médio para cálculo do numero k e amplitude, para gerar os gráficos de frequência.	47
Tabela 11: Resultados anuais em diferentes cenários.....	55
Tabela 12: Quantidade de matéria prima necessária para atender a demanda de etanol.	55

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	14
1.2 JUSTIFICATIVA	15
1.3 OBJETIVO	16
1.3.1 Objetivo Geral	16
1.3.2 Objetivos Específicos	16
1.4 HIPOTETES	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 ORIGEM E HISTÓRIA DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR	18
2.2 PREVISÃO DE DEMANDA	20
2.3 MODELAGEM E SIMULAÇÃO	22
2.3.1 Estático x Dinâmico	23
2.3.2 Determinístico x Estocásticos	23
2.3.3 Amplitude Contínua x Amplitude Discreta	23
2.4 MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA	24
2.4.1 Métodos Qualitativos	24
2.4.1.1 Método de consenso do comitê executivo	24
2.4.1.2 Método da analogia histórica	25
2.4.1.3 Método da Pesquisa de Mercado	25
2.4.1.4 Método da pesquisa de clientes	26
2.4.2 Métodos Quantitativos	26
2.4.2.1 Séries Temporais	26
2.4.2.1.1 <i>Método baseado na média</i>	27
2.4.2.1.2 <i>Média Móvel Simples</i>	28
2.4.2.1.3 <i>Média Móvel Ponderada</i>	28
2.4.2.2 Séries Causais	30
2.4.2.2.1 <i>Regressão Linear Simples</i>	30
2.4.2.2.2 <i>Regressão Linear Múltipla</i>	31
2.5 MÉTODO DE MONTE CARLO	31
3 METODOLOGIA	33

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS	34
4.1.1 Produto Interno Bruto (PIB)	34
4.1.2 Taxa de Cambio	35
4.1.3 IGP-M	37
4.1.4 Produção Industrial	40
4.1.5 Histórico de Demanda da Empresa	43
4.1.6 Crescimento da Demanda de Etanol	44
4.2 SIMULAÇÃO UTILIZANDO O MÉTODO DE MONTE CARLO	44
4.2.1 Cenários	55
4.2.2 Cálculo de matéria prima necessária	55
4.3 DISCUSSÃO DE RESULTADOS	55
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	58

1 INTRODUÇÃO

Segundo Antônio de Pádua, diretor-técnico da Unica (União da Indústria de Cana-de-açúcar), no Brasil há uma perda na capacidade de cana-de-açúcar, cerca de 46 milhões de toneladas e se o cenário não for invertido podemos chegar a uma perda de 100 milhões de toneladas nos próximos anos, e um enorme desemprego no setor. O endividamento de aproximadamente um sexto das unidades produtoras em operação é superior a R\$ 100,00 por tonelada (BRANCO, 2013).

A União da Indústria de cana-de-açúcar estima que o endividamento dos plantadores no final da safra passada (2012/2013) pode atingir R\$ 56 bilhões. 43 usinas foram desativadas nos últimos 5 anos e das 330 em operação pelo menos 10 deixarão de operar na safra atual (2013/2014) e 60 devem fechar ou mudar de dono nos próximos anos (REHDER, 2013).

Para tentar frear a crise no setor o governo anunciou o corte do PIS/COFINS que equivalia a R\$ 0,12 por litro, mas de acordo o ministro da fazenda, Guido Mantega, o corte pode não chegar ao consumidor, visto que o objetivo é aumentar a produção. Ainda de acordo com o Ministro, para estimular o crescimento da indústria o governo disponibilizará crédito a 5,5% a.a. Outra iniciativa do governo é reduzir os juros de 8,7% a.a. para 7,7% a.a. para financiamento de estocagem de etanol (BARBOSA, 2013).

Além das novas medidas vale lembrar que desde maio deste ano a porcentagem de etanol na gasolina aumentou de 20% para 25% (BARBOSA, 2013).

1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

A cana de açúcar é um produto perecível e depende de condições climáticas favoráveis para o seu plantio e desenvolvimento, e muitas vezes, torna-se um problema em vista que a demanda é maior que a oferta. Segundo, Datagro (2013) o maior problema que atualmente existe no setor é a falta de matéria-prima. Além disso, existem outros problemas como os logísticos no transporte da mesma. O mau cultivo das mudas e prolongamento da idade útil dos canaviais, fazendo com que a qualidade do produto não seja a ideal para ser utilizada.

Segundo Datagro (2012) a produção da região centro-sul gira em torno de 490 milhões de toneladas de cana, o que representa cerca de 60% da produção nacional, mas tem capacidade para processar em torno de 620 milhões. Enquanto a produção no Mato Grosso do Sul é de aproximadamente 480,86 mil hectares com tendência de aumento para os próximos anos, segundo dados da safra de 2011/2012 (CONAB, 2013). O problema desse aumento de demanda é que hoje já existe uma capacidade ociosa de 100 milhões de toneladas e a demanda mundial de etanol cresce a taxas de 13% ao ano (DATAGRO, 2013).

O trabalho realizou estudo de metodologias não convencionais na projeção de dados para cinco anos e assim, reduziu os índices de ociosidade da fábrica. A simulação foi realizada no software MS-Excel (MICROSOFT, 2010) utilizando o método de Monte Carlo.

1.2 JUSTIFICATIVA

Aplicar o método de Monte Carlo para estimar a demanda do plantio da cana de açúcar, permite que a empresa se organize da melhor forma possível tanto na produção como economicamente. Melhorando os índices de produtividade no processamento do etanol e, a renda dentro da empresa. Novos padrões devem ser estimados e analisados na produção do etanol, em vista que atualmente no país a demanda gerada pelo consumo dos carros flex não é atendida. Essa demanda é estimada em 3 milhões litros por ano (CANUTO, 2012).

De acordo com uma pesquisa divulgada pela União da Indústria de Cana de açúcar (ÚNICA, 2012), com projeção feita para a expansão do etanol de 2012 a 2021, seria possível gerar uma produção adicional de 27 bilhões de litros de etanol, que equivalem a 18 bilhões de litros de gasolina. Assim, poderia eliminar quase todo o “*gap*” existente no mercado de combustível do Ciclo Otto, que tem como projeção para 2020 cerca de 20 bilhões de litros ou 350 mil barril/dia. Considerando que exista realmente a instalação de 90 novas unidades produtoras e estas supostamente produzissem apenas etanol.

Outro fator relevante é de que com a elevação da produção de cana de açúcar aumenta-se a produção de biomassa forçando o governo a criar novas políticas para a implantação de bioenergia no país.

De acordo com o presidente da Associação dos Produtores de Bioenergia de Mato Grosso do Sul (BIOSUL, 2012), Roberto Hollanda, o setor de bioenergia tem sido de destaque no estado e dentro de três anos estará entre os maiores produtores de bioenergia do Brasil.

Hoje o estado produz em media 33.849.950 toneladas de cana moída que pode ser totalmente revertida em bioenergia e vendida para concessionárias de energia. Essa atitude seria de extrema valia, pois, a geração de bioenergia a partir do bagaço de cana complementar as necessidades do país, trazendo junto vantagens ambientais e aumento de renda para as Usinas.

Nesse sentido, há um grande interesse essa projeção de longo prazo para as Usinas de Dourados e Região. A pesquisa permitiu melhor precisão sobre o plantio de matéria.

1.3 OBJETIVO

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo desta pesquisa foi utilizar o método de Monte Carlo para quantificar as incertezas que afetam as estimativas na projeção da demanda de etanol e consumo de cana de açúcar, na região de Dourados, estimando valores futuros, o risco correspondente e o grau de confiança presente na estimativa realizada. Assim, obteve-se percepção das incertezas, suas inter-relações e seus impactos na estimativa a realizar.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Balancear de processos a fim de reduzir a ociosidade existente pela falta de cana-de-açúcar;
- Identificar das principais variáveis influentes na produção de cana de açúcar;
- Estudar e aplicar o Método de Monte Carlo;
- Calcular a matéria-prima necessária para atender essa demanda;
- Simular a demanda de etanol para os próximos cinco anos;

1.4 HIPOTEESES

As fontes para conduzir a pesquisa foram dados divulgados pela Associação dos Produtores de Bioenergia de Mato Grosso do Sul (BIOSUL), União da Indústria de Cana de açúcar (ÚNICA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), DATAGRO e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Como base para a simulação utilizou-se indicadores econômicos como: PIB, IGP-M, taxa de câmbio e atividade da produção industrial brasileira; também se utilizou o histórico de demanda da empresa e a projeção do crescimento do etanol.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ORIGEM E HISTÓRIA DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Mobilizando povos e nações, a cana-de-açúcar é talvez o único produto de origem agrícola que ao longo dos séculos foi alvo de tantas disputas e conquistas. Foi na Nova Guiné, ilha no sudoeste do Oceano Pacífico, onde o homem teve seu primeiro contato com a planta. De lá foi para a Índia, sendo a palavra "açúcar" um derivado de "shakkar" ou açúcar em sânscrito, antiga língua da Índia. Ainda desconhecida por muitos, a cana-de-açúcar foi observada no Oriente por nomes como Alexandre, o Grande, 327- a.C.. Árabes também passaram a cultivar no Egito, século X, e pelo Mar Mediterrâneo, na Sicília e na Espanha. "Credita-se aos egípcios o desenvolvimento do processo de clarificação do caldo da cana e um açúcar de alta qualidade para a época." (Machado, s/d).

Como algo valioso, o açúcar, derivado da cana, era consumido por reis e nobres na Europa, onde até em testamento eram registradas quantidades de açúcar que eles possuíam. Era adquirida de mercadores monopolistas, que tinham relações comerciais com o Oriente, ainda a fonte de abastecimento do produto. Na Europa, o açúcar em grão também era dado aos agonizantes, para sua recuperação, por o produto ser fonte de energia ao organismo (Machado, s/d).

No período renascentista, com a ascensão do comércio, a Europa se movia para uma nova fase histórica. Logo antes, com o feudalismo, o comércio era feito por vias marítimas, pois os senhores dos feudos cobravam tributos exorbitantes pelos comboios que passavam pelas suas terras e também incentivavam entre seus vassallos o saqueamento de mercadorias, entre essas o açúcar e a cana (Machado, s/d).

Portugal, por ter uma posição geograficamente favorável, era passagem obrigatória de barcos e navios carregados de mercadorias. Este fato estimulou a introdução da cana-de-açúcar na Ilha da Madeira, arquipélago Português, contribuindo assim para a cultura da planta e produção do açúcar, que depois se expandiria para a América (Machado, s/d).

Cristóvão Colombo, genro de um grande produtor de açúcar na Ilha Madeira, introduziu o plantio da cana na América, em sua segunda viagem ao continente, em 1493, onde hoje é a República Dominicana. Quando os espanhóis descobriram o ouro e a prata das

civilizações Azteca e Inca, no início do século XVI, o cultivo da cana e a produção de açúcar foram esquecidos. (Machado, s/d).

Foi Martim Afonso de Sousa, um nobre militar português, quem trouxe a primeira muda de cana para as terras brasileiras, iniciando seu cultivo na capitania de São Vicente, sendo ele próprio o construtor do primeiro engenho de açúcar. Porém foi no Nordeste, principalmente nas capitanias da Bahia e Pernambuco, que os engenhos de açúcar se multiplicaram (Machado, s/d).

Entre diversas adversidades, após aproximadamente 50 anos, a cana-de-açúcar virou monopólio brasileiro em proporções mundiais. A Europa enriquecida pelo ouro e prata descobertos no Mundo Novo, passou a ser grande consumidora de açúcar. As regiões produtoras no Brasil, principalmente Olinda e Salvador, prosperaram significativamente. Acabou-se o monopólio brasileiro do açúcar pela produção holandesa no Caribe e logo mais com o mesmo feito por ingleses e franceses em suas colônias (Machado, s/d).

Porém constata-se que no período do Brasil Império (1500-1822) a renda obtida pelo comércio do açúcar atingiu quase duas vezes à do período do ouro e quase cinco vezes à de todos os outros produtos agrícolas juntos, tais como café, algodão, madeiras, entre outros.

Adorador de novas tecnologias, D. Pedro II, em 1857, elaborou um plano para a modernização da cultura e produção do açúcar de cana. Assim surgiram os Engenhos Centrais, que apenas moíam a cana e processavam o açúcar. Nesta época o Brasil contribuía apenas com 5% de 2.640,00 toneladas que era a produção mundial (Machado, s/d).

Depois da abolição da escravidão, ciclo do café, onde os imigrantes italianos passaram a partir das terras ganhas pelos fazendeiros de café, optaram pela produção de aguardente advinda da cana (Machado, s/d).

Após do ciclo do café, na virada do século XIX, a Piracicaba, no qual a região possuía três dos maiores Engenhos Centrais do estado e usinas de porte, logo se tornou o maior centro produtor de açúcar de São Paulo. Movidos pelo crescimento da economia paulista, os engenhos de aguardente foram rapidamente se transformando em usinas de açúcar, dando origem aos grupos produtores mais tradicionais nos dias de hoje (Machado, s/d).

Para o melhor controle da produção nacional foi criado em 1933 pelo governo do então presidente Getúlio Vargas o IAA (Instituto do Açúcar e Alcool), que atribuía as usinas uma cota com quantidade de cana a ser moída para a produção de álcool e também de açúcar.

A modificação dos equipamentos existentes, a compra e aquisição de novos equipamentos deveriam ser feitas através da autorização deste instituto (Machado, s/d).

Com o fim da 2ª Guerra Mundial, o empenho da indústria sucroalcooleira no Brasil se concentrou na multiplicação da capacidade produtiva. Na agricultura a procura por novas variedades de cana mais produtivas e mais resistentes às doenças e pragas, iniciada em 1926, por conta da infestação dos canaviais, foi intensificada e teve início o controle biológico de pragas. Esse período de renovação deu reflexos nos preços do açúcar e álcool internacional. Os preços “atingiram a marca histórica de mais de US\$1000,00 a tonelada”. (Machado, s/d).

O Proálcool, programa de incentivo à produção e uso do álcool como combustível em substituição a gasolina, foi criado em 1975, e foi de grande importância para o Brasil enfrentar a crise do petróleo que surgiu a partir de 1975. Isso fez com que avançasse novas regiões produtoras, como Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás, Em menos de cinco anos a produção passou de 300 milhões de litros para 11 bilhões, caracterizando o Proálcool como o maior programa de energia renovável já estabelecido mundialmente (Machado, s/d).

2.2 PREVISÃO DE DEMANDA

A previsão da demanda é, pois, um processo racional de busca de informações acerca do valor das vendas futuras de um item ou de um conjunto de itens. (MOREIRA, 1993, p. 318).

De acordo com Moreira (1993) qualquer tipo de empresa, independente do tamanho ou ramo, deve-se ter a atividade de planejar. Atividade esta que envolve todas as áreas de maneira formal ou informal. Há inúmeras decisões que compõe o planejamento, por exemplo:

- Quanto fabricar nos próximos dias, semanas ou meses;
- Quais produtos/serviços oferecer em certo espaço de tempo;
- Evolução da tecnologia nos anos decorrentes;
- Necessidades de novos investimentos;
- Mudanças dos processos e adoção de novas tecnologias;
- Necessidade de matéria prima;
- Necessidade de ampliação;

- Aumento do numero de funcionários.

A necessidade de planejar não fica estrita para um espaço de tempo longo (anos), mas também para dias ou semanas, é essencial saber ou ter uma previsão de quanto vai vender no dia seguinte, nas semanas seguintes ou nos próximos anos. O que diferencia o período de previsão é o grau de incerteza, uma previsão para um espaço de tempo curto é mais precisa do que para um longo espaço de tempo, e o numero de detalhes são maiores.

As vendas podem depender de muitos fatores: aumento vegetativo da população, situação da economia mundial, movimentos de mercados internacionais, esforços para aumentar a participação da empresa no mercado, etc. (MOREIRA, 1993, p. 318).

Segundo Tubino (2009) um modelo de previsão de demanda pode ser dividido em cinco etapas básicas:

- Objetivo do modelo: é definição de qual propósito temos com a necessidade da previsão, qual produto estamos trabalhando, e com que grau de incerteza iremos trabalhar, e quais dados estarão disponíveis;

- Coleta e análise dos dados: com a coleta de dados e a análise, é possível identificar qual o modelo se adapta melhor;

- Seleção da técnica de previsão: as técnicas de previsão de demanda podem ser qualitativas e quantitativas. Para a escolha da técnica devem-se considerar vários fatores, como o custo e a acuracidade, técnicas que possuem um nível elevado de acuracidade costumam ser mais caras;

- Obtenção das previsões: definido o modelo e a aplicação dos dados, obtém-se as projeções para um cenário futuro, quanto maior for esse cenário menor será a confiabilidade;

- Monitoração do modelo: conforme a previsão da demanda for atingida pela demanda real, deve-se verificar a dimensão do erro entre as demandas, para monitorar se o sistema ainda é valido, ou se é necessário ajustes em alguns parâmetros.

De acordo com Corrêa, Gianese e Caon (2008), os requisitos para uma boa previsão de vendas são:

- Conhecer os mercados, suas necessidades e comportamento: é importante segmentar mercado, agrupando clientes, ou fontes de demanda, segundo suas necessidades e comportamento;

- Conhecer os produtos e seus usos: essas informações irão ajudar a entender dados de vendas, razões de sazonalidade, entre outros. Uma informação importante é a situação do produto em relação ao seu ciclo de vida, já que produtos em fase de crescimento a demanda

tende a crescer, produtos na fase de maturidade tem um demanda estável e produtos na fase inicial do seu ciclo de vida possuem uma incerteza maior na previsão de vendas;

- Saber analisar os dados históricos: um ponto fundamental é que os dados de vendas sejam referentes às quantidades e momentos em que o cliente gostaria de receber o produto e não as quantidades e datas efetivas da entrega;

- Conhecer a concorrência e seu comportamento: ações como introdução de novos produtos, política de preços, promoções, utilização de novos canais de distribuição, prestação de serviços, entre outras, afetam o comportamento dos clientes e, portanto, as vendas;

- Conhecer as ações da empresa que afetam a demanda: para evitar surpresas, é importante que o responsável pelas previsões tenha acesso aos planos de marketing, às reuniões de planejamento de vendas, além de conhecer características do comportamento da força de vendas;

- Formar uma base de dados relevantes para a previsão: uma boa previsão requer que criemos e mantenhamos uma base de dados relevantes que ajudem a explicar o comportamento das vendas no passado, os erros cometidos nas previsões e a entender o efeito de determinadas ações sobre o mercado, entre outros;

- Documentar todas as hipóteses feitas na elaboração da previsão: o bom trabalho de previsão inclui a revisão, o entendimento e a documentação das hipóteses sobre os diversos aspectos que afetam o comportamento do negócio;

- Trabalhar com fatos e não apenas com opiniões: com certeza não conseguimos ficar livres das opiniões, dos sentimentos e da intuição, os quais sempre terão seu papel. Entretanto, não devemos depender apenas desse tipo de insumo para elaboração das previsões;

- Articular diversos setores para a elaboração da previsão: é fundamental que o responsável pela previsão tenha habilidade de articulação para agregar os diversos setores em torno de uma previsão de vendas com a qual todos deverão comprometer-se.

2.3 MODELAGEM E SIMULAÇÃO

Corrar e Theóphilo (2007) definem modelo como uma representação simplificada da realidade, cujo objetivo é compreender sistemas e sob determinadas condição tentar prever seu comportamento. Os modelos podem ser físicos ou matemáticos, no segundo caso

representam os relacionamentos entre variáveis podendo ter uma solução analítica ou por simulação.

Simulação é a utilização de ferramentas para realização de experimentos sobre um modelo de um sistema real, é apropriada quando o tamanho ou complexidade de um problema torne a utilização de técnicas de otimização difíceis ou impossíveis. A simulação tem como vantagem o treinamento de funcionários, fazendo com que eles entendam como funciona o sistema real, podendo realizar mudanças e analisar suas consequências (CHASE; JACOBS; AQUILANO, 2006).

De acordo com Garcia (2009) os modelos podem ser classificados pelo tipo de equação utilizada em sua formulação, conforme a seguir:

2.3.1 Estático x Dinâmico

No modelo estático a variável de entrada não se altera no tempo, ou seja, a variável de entrada permanece não alterando a variável de saída. No modelo dinâmico a variável se altera no tempo, classificada como variável independente, a variável de entrada influenciará o sistema nos próximos instantes.

2.3.2 Determinístico x Estocásticos

No modelo determinístico conhecendo o sinal da variável de entrada e suas condições obtém-se o resultado de forma exata. Já no modelo estocástico engloba termos aleatórios tornando impossível o cálculo exato da variável de saída. Geralmente no modelo determinístico engloba-se apenas o processo, em contra partida o estocástico considera além do processo as suas perturbações e ruídos.

2.3.3 Amplitude Contínua x Amplitude Discreta

No modelo de amplitude contínua a extensão da variável assume qualquer valor dentro de um intervalo. No modelo de amplitude discreta a extensão da variável assume valores distintos no intervalo.

2.4 MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA

Segundo Andrade (1993) os métodos de previsão podem ser divididos em dois, considerando o tipo de abordagem, podem ser classificados como qualitativos ou quantitativos.

2.4.1 Métodos Qualitativos

A previsão de demanda utilizando o método qualitativo é baseada em experiências de pessoas que possam emitir opiniões sobre eventos futuros (MOREIRA, 1993).

Para Tubino (2009) as técnicas qualitativas são utilizadas quando não se dispõem de tempo necessário para coleta e análise de dados passado. Ou na introdução de um novo produto no mercado, onde os dados de demanda passada são inexistentes. Ou, ainda, quando o cenário político/econômico forem muito instáveis, tornando os dados passados obsoletos.

2.4.1.1 Método de consenso do comitê executivo

Esse método consiste na junção de executivos de vários departamentos para realizar a previsão em conjunto. Este método tem como vantagem diminuir fatores que passem despercebidos caso fossem elaborados por um único indivíduo, por outro lado como a previsão é feita em conjunto, a responsabilidade também é diluída entre os executivos, podendo fazer com que a previsão não seja tão bem elaborada (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

De acordo com Corrêa e Corrêa (2006), este método consiste da união das opiniões sobre alguma variável que pretenda prever de pequenos grupos, normalmente formados por executivos de alto nível.

Para Moreira (1993) o interesse do grupo formado de executivos de várias áreas, com finalidade de prever a demanda, está normalmente em previsões de longo prazo. A vantagem é a reunião de diversos talentos com diferentes visões sobre o assunto, podendo-se obter uma previsão de qualidade e precisa. A desvantagem é que algumas pessoas com personalidade forte exerça influência exagerada sobre o grupo, impondo sua ideia.

2.4.1.2 Método da analogia histórica

Este método consiste na análise histórica da demanda de um produto similar para estimar as vendas futuras de um produto. Este método pode ser muito útil para novos produtos (GAITHER; FRAZIER, 2002).

Corrêa e Corrêa (2006) cita o exemplo da General Motors Brasil, fez previsões de peças sobressalentes de um modelo recentemente lançado, ela sabe que os retrovisores externos direito terão maior demanda em relação aos esquerdos, simplesmente pelo fato de isso acontecer com todos os modelos.

2.4.1.3 Método da Pesquisa de Mercado

Este método tem por finalidade testar hipóteses sobre o mercado por meio de entrevistas a uma amostra do mercado da empresa, essas entrevistas podem ser feitas por meio de correspondência, telefone, etc. Para análise de resultados é utilizado métodos estatísticos, e normalmente é feito para previsões de longo prazo e para novos produtos (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

Para Corrêa e Corrêa (2006) este método aponta se os possíveis clientes tem a intenção de compra futura, mas deve se preocupar com o fato de que nem sempre os clientes

que respondem a pesquisa são fieis a suas respostas, tonando a intenção de compra em apenas intenção.

2.4.1.4 Método da pesquisa de clientes

Neste método o cliente participa de uma pesquisa onde é questionada qual a quantidade de produtos o cliente teria a intenção de comprar em certo período de tempo.

De acordo com Gaither e Frazier (2002) clientes são pesquisados e determinam qual a quantidade de produtos pretendem comprar em cada período de tempo, a previsão de vendas é determinada a partir a combinação das respostas. Esse método é utilizado normalmente por empresas com pequena quantidade de clientes.

2.4.2 Métodos Quantitativos

A utilização dos métodos qualitativos para previsão de demanda pode ser feita de duas maneiras: utilizando a abordagem de análise de séries temporais ou a abordagem de modelagem causal. Na primeira examinam-se qual o comportamento passado de um único fenômeno ao longo do tempo, considerando as variações de tendência e assim prever o comportamento futuro do fenômeno. Na modelagem causal é descrito e avaliado os relacionamentos complexos de causa e efeito entre variáveis-chaves (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

2.4.2.1 Séries Temporais

Para Martinez e Zamprogno (2003) uma série temporal é um processo gerador de observações de uma variável que representa medições sucessivas de algum fenômeno.

Ainda segundo Martinez e Zamprognio (2003) o objetivo principal da análise de uma série temporal é investigar e descrever o mecanismo gerador de dados através da construção de gráficos para verificar a existência de variáveis.

Para Moreira (1993) se o período de análise dos dados passados da demanda for suficiente longo, o padrão dessa demanda resultante permite distinguir quatro comportamentos:

- Efeito de tendência: confere o comportamento da demanda, se é crescente, decrescente ou estacionária;
- Efeito sazonal: a demanda sobre um crescimento muito alto em épocas bem definidas do ano;
- Ciclo de negócios: são as flutuações econômicas, movimentos típicos das economias capitalistas, de difícil previsão.
- Variações irregulares ou ao caso: são variáveis devidas à causas não identificadas, que ocorrem em um período de tempo curto. Essas variações não podem ser previstas por modelo algum.

Para Souto, Baldeon e Russo (2006), uma série temporal pode ser determinística ou estocástica. Quando os valores futuros são estabelecidos precisamente por uma relação matemática do tipo $y = f(\text{tempo})$, diz-se que é determinística. Será estocástica quando os valores futuros forem probabilístico, já que a series está descrita por meio de uma relação funcional que não envolve só o tempo.

A seguir, são descritos os métodos baseados em séries temporais.

2.3.2.1.1 Método baseado na média

A vantagem da utilização do método da média móvel é a facilidade de implementação e manutenção e pela necessidade de poucos dados históricos. Este método é apropriado para previsões de curto prazo, onde não apresenta tendência e sazonalidade (MAKRIDAKIS; WHEELWRIGHT; HYNDMAN, 1998).

2.4.2.1.2 Média Móvel Simples

DeLurgio (1998) diz que este método traz bons resultados quando a demanda não apresenta padrão. Segundo Camargo e Amarante (1999), o método da média móvel simples apresenta varias desvantagem, como:

- podem gerar movimentos cíclicos;
- são afetadas pelos valores extremos;
- as observações mais antigas tem o mesmo peso que as atuais;
- manutenção de um número grande de dados.

Para Faria et al. (2008), um número maior de observações podem ser utilizadas no cálculo da média quando a série em estudo apresentar aleatoriedade ou mudanças em seus padrões. Entretanto um número menor deve ser usado quando a série em estudo apresentar pouca flutuação aleatória.

2.4.2.1.3 Média Móvel Ponderada

Este método é uma variação do método da média móvel simples, como uma das desvantagens do método anterior era que as demandas mais antigas tinham o mesmo valor do que as mais recentes neste método são atribuídos pesos aos dados passados mais recentes.

Método de suavização exponencial simples

De acordo com Fernandes e Godinho Filho (2010), este método é similar ao da média móvel ponderada, com a diferença dos pesos decrescerem exponencialmente em direção ao passado.

Segundo Delurgio (1998), este modelo é mais fácil de aplicar pois requer apenas três dados: a previsão mais recente, os dados mais recentes e uma constante de suavização.

Uma forma de estimar a suavização exponencial simples consiste considerar essa constante de suavização como uma media ponderada dos valores anteriores, onde os pesos decaem em direção ao passado mais antigo (SOUTO; BALDEON; RUSSO, 2006).

Segundo Fernandes e Godinho Filho (2010), o método de suavização exponencial simples fornece a previsão posterior como sendo a do período presente corrigida pelo erro ocorrido neste período (real-previsão), é dado um peso α este erro. Quanto maior for o valor de α indicam que se deseja dar maior peso ao erro, neste caso aos dados da demanda real são mais confiáveis e corretos. Valores mais baixos de α indicam que a demanda real está errada e que esta demanda foi algo que ocorreu fora do padrão, o modelo estará corrigindo a demanda fazendo-a voltar aos padrões anteriores.

Método de suavização exponencial com tendência (Modelo de Holt)

Segundo Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998), esse método é uma expansão do método de suavização exponencial simples para previsões com dados que apresentam tendência, mas sem sazonalidade. A previsão é alcançada com o uso das constantes de suavização α e β , nas equações:

$$\text{Previsão: } Ft+m=Lt+bt+m$$

$$\text{Nível: } Lt = \alpha Yt + (1-\alpha)(Lt-1+bt-1)$$

$$\text{Tendência: } bt = \beta(Lt-Lt-1)+(1-\beta)bt-1$$

Onde $Ft+m$ é a previsão para o período $t+m$, m é o horizonte da previsão, Lt é a estimativa do nível da série temporal no período t , bt é a estimativa de tendência da série temporal para o período t e α e β são as constantes de suavização.

A vantagem desse método é a flexibilidade que o nível e a tendência podem suavizados com diferentes pesos, porém a desvantagem está relacionada com a limitação para dados com sazonalidade (DELURGIO, 1998).

Método de suavização exponencial com tendência e com variação de estação (Modelo de Winter)

Dependendo da forma como é modelada a sazonalidade obtêm-se duas abordagens distintas: forma multiplicativa ou forma aditiva (WINTERS, 1960). A forma aditiva apresenta um valor constante entre o menor e o maior valor de demanda dentro das estações, verificando assim que a amplitude da variação sazonal não muda ao longo do tempo. Na forma multiplicativa a amplitude sazonal cresce em função do tempo (PELLEGRINI; FOGLIATTO, 2000).

Segundo Holt (2004) as equações da forma multiplicativa do modelo de Winter são:

$$\text{Previsão: } Ft+m = (Lt+btm)St-s+m$$

$$\text{Nível: } Lt = \alpha Yt/St-s + (1+\alpha)(Lt-1+bt-1)$$

$$\text{Tendência } bt = \beta(Lt-Lt-1) + (1-\beta)bt-1$$

$$\text{Sazonalidade: } St = \gamma Yt/Lt + (1-\gamma)St-s$$

Onde s é o número de períodos por ciclo sazonal, St é a estimativa do componente sazonal da série temporal no período t e α , β e γ são as constantes de suavização.

As equações da forma aditiva do modelo de Winter são (HOLT, 2004):

$$\text{Previsão: } Ft+m = Lt+btm+St-s+m$$

$$\text{Nível: } Lt = \alpha(Yt-St-s) + (1+\alpha)(Lt-1+bt-1)$$

$$\text{Tendência } bt = \beta(Lt-Lt-1) + (1-\beta)bt-1$$

$$\text{Sazonalidade: } St = \gamma(Yt-Lt) + (1-\gamma)St-s$$

De acordo com Delurgio (1998) o método de Winter por oferecer vantagens, como: fácil interpretação, extensa aplicabilidade, por ser mais intuitivo e adequar-se a algoritmos computacionais, torna-se popular em alguns sistemas comerciais de previsão. Por outro lado, caso não possa ser identificada a tendência e a sazonalidade o método de Winter torna-se altamente complexo.

2.4.2.2 Séries Causais

Na abordagem causal, identifica-se uma ou varias variáveis (independentes) que possa ajudar a prever a demanda, é gerado uma equação matemática, a qual permite que seja previsto o valor da variável dependente (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

Ainda segundo Fernandes e Godinho Filho (2010), os métodos mais utilizados dentro da previsão por abordagem de series causal são os de regressão. O objetivo dos métodos de regressão é obter uma equação que represente os dados considerados e minimize a soma dos quadrados dos desvios.

2.4.2.2.1 Regressão Linear Simples

Segundo Johnson o modelo de regressão linear simples é dado pela equação:

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + \varepsilon_i$$

onde: Y_i é a variável dependente para a observação i ; α , β são os coeficientes de regressão; X_i é a variável independente para a observação i ; ε_i é o erro aleatório para a observação i , supondo que $E(\varepsilon_i) = 0$, $\text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma^2$ e $\text{Cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$ para $i \neq j$

Segundo Fernandes e Godinho Filho (2010) os valores de α e β são dados pelo método dos mínimos quadrados:

Equação 1: Método dos Mínimos Quadrados

$$\hat{\alpha} = \bar{y} - \hat{\beta} \bar{x}$$

$$\hat{\beta} = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n Y_i \sum_{i=1}^n X_i}{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2}$$

2.4.2.2.2 Regressão Linear Múltipla

A regressão múltipla é quando duas ou mais variáveis independentes afetam a variável dependente. O modelo geral é o seguinte (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010):

$$d_t = b_0 + b_1 x_{1t} + b_2 x_{2t} + \dots + b_m x_{mt} + \varepsilon_t$$

$$t = 1, 2, 3, \dots, n$$

onde b_0 , b_1 , b_2 , ..., b_m são parâmetros a serem estimados.

2.5 MÉTODO DE MONTE CARLO

Rogers et al. (2004) define que a simulação é a utilização de um modelo matemático para tentar igualar um sistema real.

Para o processo de simulação utilizando o método de Monte Carlo primeiramente identifica-se as variáveis que serão geradas aleatoriamente, pode-se alocar uma distribuição de probabilidade que é encontrada pelo histórico passado dessa variável para definir a

aleatoriedade de uma variável de entrada. As variáveis dependentes em relação as que serão geradas aleatoriamente também podem ser identificadas, com isso identifica-se a entre as variáveis. Depois da identificação de cada variável, os números aleatórios são gerados de acordo com a faixa adotada para cada variável de entrada. Com os números aleatórios gerados e a identificação das variáveis de entrada, calculam-se as variáveis de saída por meio. Cada geração das variáveis de saída indica um cenário possível de ocorrer (ZUCCOLOTTO, COLODETI FILHO, 2005).

Evans e Olson (1998) citam que a simulação pelo método de Monte Carlo é um experimento amostral e que o objetivo é gerar uma distribuição da variável de saída considerando diversas variáveis probabilística de entrada.

Kaplan (2008) cita que o método de Monte Carlo gira em torno da ideia central que é resolver a seguinte integral definida, considerando um intervalo de 0 e1.

Equação 2: Integral definida resolvida pelo método de monte carlo.

$$I = \int_0^1 g(\theta) d\theta$$

Segundo Andrade (2002) o método de Monte Carlo é baseado em um conceito estatístico.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi classificada quanto aos métodos de abordagem como qualitativa-quantitativa, pois necessita de interpretação de dados e quantitativa por utilizar ferramentas matemáticas para compreensão das variáveis envolvidas. Quanto aos fins classifica-se como descritiva, explicativa e metodológica. Em relação aos meios enquadra-se como um trabalho bibliográfico, documental e de estudo de caso.

Para elaborar o estudo de caso, foram analisados documentos referentes à demanda de etanol dos cinco últimos anos da empresa, tendo como objetivo o estudo para prever a demanda de etanol dos próximos cinco anos.

Para realização da previsão foi utilizado o método de Monte Carlo com auxílio do programa Microsoft Excel 2010, onde foram gerados cinco mil números aleatórios e realizadas as simulações.

Para realizar a simulação utilizando o método de Monte Carlo, primeiramente foi definido quais as variáveis seriam necessárias, feito isso foi criado um modelo para a simulação. Após a criação do modelo foi realizado os seguintes passos:

- Estabelecimento da distribuição de probabilidade;
- Construção da função de distribuição acumulada;
- Estabelecimento do intervalo de classes;
- Geração dos números aleatórios;
- Simulação do experimento;
- Criação de cenários;
- Análise dos dados.

A empresa possui capacidade instalada de 4.5 milhões de toneladas de cana de açúcar, 330 mil toneladas de açúcar, 150 mil m³ de etanol anidro, dois geradores com potência de 122,2 MW, área de plantio 60.000 ha. Possui 100% corte mecanizado, limpeza da cana a seco, moenda de 100" e 100% eletrificada, agricultura de precisão com piloto automático e venda de crédito carbono.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

4.1.1 Produto Interno Bruto (PIB)

O Produto Interno Bruto (PIB) é o principal indicador econômico de uma região, podendo ser cidade, estado ou país. É a soma de todas as receitas de bens e serviços de uma determinada região em um determinado período, o PIB é calculado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (REVISTA VEJA,2013).

Os valores das variações do PIB, desde 2008, foram retirados de relatórios trimestrais emitidos pelo IBGE.

Tabela 1: Produto Interno Bruto (PIB)

ANO	TRIMESTRE	VARIAÇÃO
2008	1º	0,70%
	2º	1,60%
	3º	1,80%
	4º	-3,60%
2009	1º	-0,80%
	2º	1,90%
	3º	1,30%
	4º	2,00%
2010	1º	2,70%
	2º	1,20%
	3º	0,50%
	4º	0,70%
2011	1º	1,30%
	2º	0,80%
	3º	0,00%
	4º	0,30%
2012	1º	0,20%
	2º	0,40%
	3º	0,60%
	4º	0,60%
2013	1º	0,60%

Gráfico 1: Variação do PIB



4.1.2 Taxa de Cambio

A taxa de câmbio é o valor de uma moeda estrangeira em relação à moeda nacional, no Brasil a moeda estrangeira comumente cotada é o dólar dos Estados Unidos, por ser a mais negociada. As cotações são apresentadas em preço de compra e preço de venda, e são referenciadas pelo agente autorizado pelo Banco Central para operar no mercado de câmbio (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2013)

Os valores do dólar em relação ao real foram retirados de relatórios mensais do site do IBGE, e calcularam-se suas variações mensais e trimestrais.

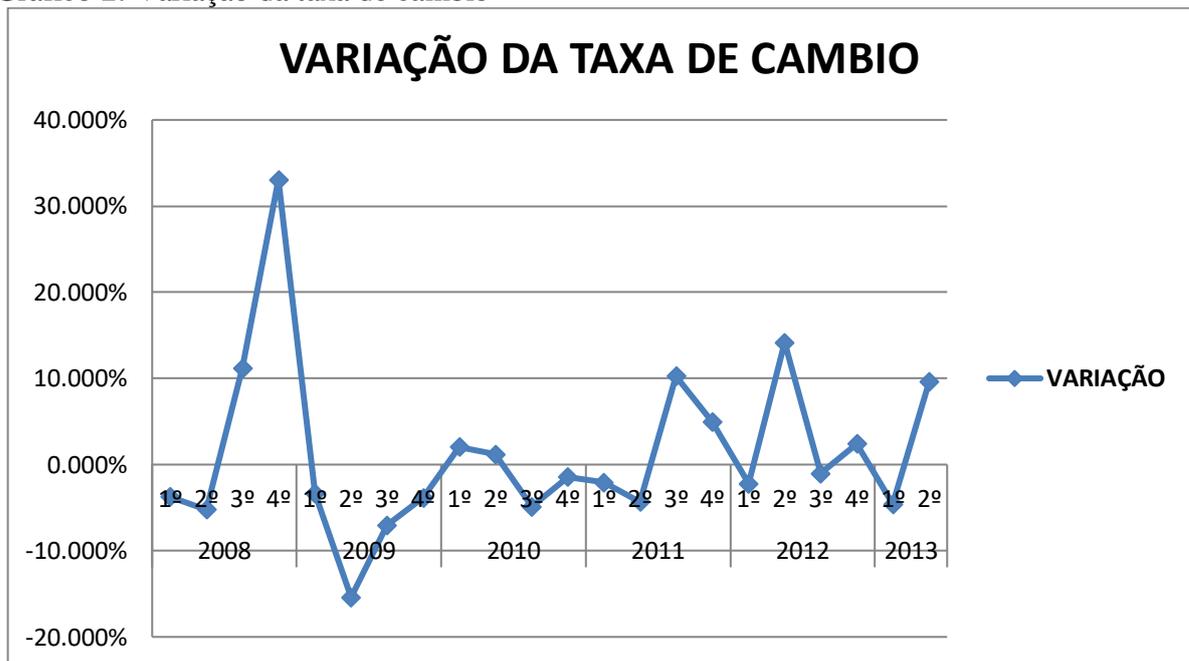
Tabela 2: Variação da taxa de cambio

ANO	MÊS	VALOR	VARIAÇÃO	TRIMESTRE	VARIAÇÃO
2008	JAN	1,773	-0,67%	1	-3,723%
	FEV	1,727	-2,59%		
	MAR	1,707	-1,16%		
	ABR	1,688	-1,11%	2	-5,214%
	MAI	1,66	-1,66%		
	JUN	1,618	-2,53%		
	JUL	1,591	-1,67%	3	11,187%
	AGO	1,612	1,32%		
	SET	1,799	11,60%		
	OUT	2,172	20,73%	4	33,074%
	NOV	2,265	4,28%		
	DEZ	2,394	5,70%		

2009	JAN	2,307	-3,63%	1	-3,383%
	FEV	2,312	0,22%		
	MAR	2,313	0,04%		
	ABR	2,205	-4,67%	2	-15,391%
	MAI	2,081	-5,62%		
	JUN	1,957	-5,96%		
	JUL	1,932	-1,28%	3	-7,052%
	AGO	1,844	-4,55%		
	SET	1,819	-1,36%		
	OUT	1,738	-4,45%	4	-3,848%
	NOV	1,725	-0,75%		
	DEZ	1,749	1,39%		
2010	JAN	1,779	1,72%	1	2,058%
	FEV	1,841	3,49%		
	MAR	1,785	-3,04%		
	ABR	1,806	1,18%	2	1,176%
	MAI	1,812	0,33%		
	JUN	1,806	-0,33%		
	JUL	1,769	-2,05%	3	-4,873%
	AGO	1,759	-0,57%		
	SET	1,718	-2,33%		
	OUT	1,683	-2,04%	4	-1,455%
	NOV	1,712	1,72%		
	DEZ	1,693	-1,11%		
2011	JAN	1,674	-1,12%	1	-2,067%
	FEV	1,667	-0,42%		
	MAR	1,658	-0,54%		
	ABR	1,585	-4,40%	2	-4,343%
	MAI	1,612	1,70%		
	JUN	1,586	-1,61%		
	JUL	1,563	-1,45%	3	10,277%
	AGO	1,596	2,11%		
	SET	1,749	9,59%		
	OUT	1,771	1,26%	4	4,974%
	NOV	1,789	1,02%		
	DEZ	1,836	2,63%		
2012	JAN	1,789	-2,56%	1	-2,233%
	FEV	1,718	-3,97%		
	MAR	1,795	4,48%		
	ABR	1,854	3,29%	2	14,150%
	MAI	1,985	7,07%		
	JUN	2,049	3,22%		
	JUL	2,028	-1,02%	3	-1,025%
	AGO	2,029	0,05%		
	SET	2,028	-0,05%		
	OUT	2,029	0,05%	4	2,416%
	NOV	2,067	1,87%		
	DEZ	2,077	0,48%		

2013	JAN	2,03	-2,26%	1	-4,574%
	FEV	1,973	-2,81%		
	MAR	1,982	0,46%		
	ABR	2,002	1,01%	2	9,586%
	MAI	2,034	1,60%		
	JUN	2,172	6,78%		

Gráfico 2: Variação da taxa de cambio



4.1.3 IGP-M

O Índice Geral de Preços (IGP) foi construído para ser uma medida abrangente do movimento dos preços, considerando não apenas atividades distintas, mas também etapas diferentes do processo. O IGP é usado deflator do índice de evolução dos negócios. Para o cálculo do IGP é considerado a média ponderada de outros três índices, com pesos diferentes (FGV, 2013):

- 60% para o Índice de Preços ao Produtor Amplo (IPA);
- 30% para o Índice de Preços ao consumidor (IPC);
- 10% para o Índice Nacional de Custos da Construção (INCC).

O IGP tem três funções (FGV, 2013):

O Índice Geral de Preços – Mercado (IGP-M) é uma das versões do IGP e registra a inflação dos preços desde matérias-primas agrícolas e industriais até bens de serviços finais, esse índice é medido pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Assim como o IGP, o IGP-M é formado pela média ponderada de outros três índices (UOL, 2013):

- 60% para Índice de Preços por Atacado – Mercado (IPA-M);
- 30% para Índice de Preços ao Consumidor – Mercado (IPC-M);
- 10% para o Índice Nacional de Custos da Construção – Mercado (INCC-M).

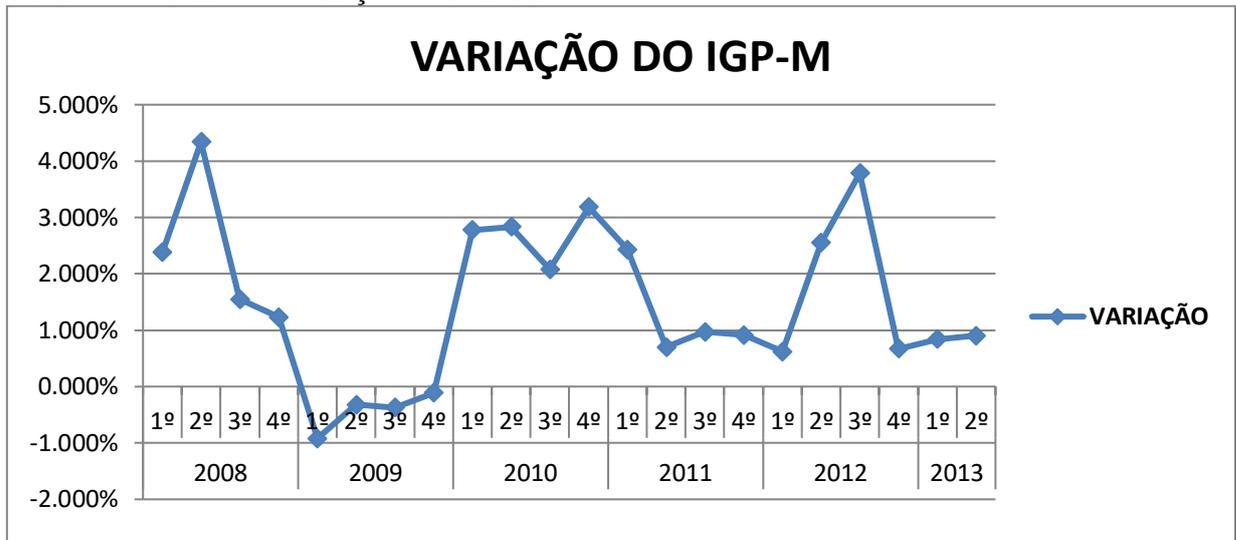
Os valores da variação do IGP-M foram retirados mês a mês de uma tabela disponível no site do Escritório Gaspar de Contabilidade, assim, calculou-se as variações trimestrais.

Tabela 3: Variação do IGP-M.

ANO	MÊS	VARIAÇÃO	TRIMESTRE	VARIAÇÃO
2008	JAN	1,09%	1°	2,378%
	FEV	0,53%		
	MAR	0,74%		
	ABR	0,69%	2°	4,337%
	MAI	1,61%		
	JUN	1,98%		
	JUL	1,76%	3°	1,546%
	AGO	-0,32%		
	SET	0,11%		
	OUT	0,98%	4°	1,232%
	NOV	0,38%		
	DEZ	-0,13%		
2009	JAN	-0,44%	1°	-0,920%
	FEV	0,26%		
	MAR	-0,74%		
	ABR	-0,15%	2°	-0,320%
	MAI	-0,07%		
	JUN	-0,10%		
	JUL	-0,43%	3°	-0,372%
	AGO	-0,36%		
	SET	0,42%		
	OUT	0,05%	4°	-0,110%
	NOV	0,10%		
	DEZ	-0,26%		

2010	JAN	0,63%	1°	2,775%
	FEV	1,18%		
	MAR	0,94%		
	ABR	0,77%	2°	2,836%
	MAI	1,19%		
	JUN	0,85%		
	JUL	0,15%	3°	2,082%
	AGO	0,77%		
	SET	1,15%		
	OUT	1,01%	4°	3,182%
	NOV	1,45%		
	DEZ	0,69%		
2011	JAN	0,79%	1°	2,429%
	FEV	1,00%		
	MAR	0,62%		
	ABR	0,45%	2°	0,700%
	MAI	0,43%		
	JUN	-0,18%		
	JUL	-0,12%	3°	0,972%
	AGO	0,44%		
	SET	0,65%		
	OUT	0,53%	4°	0,911%
	NOV	0,50%		
	DEZ	-0,12%		
2012	JAN	0,25%	1°	0,621%
	FEV	-0,06%		
	MAR	0,43%		
	ABR	0,85%	2°	2,551%
	MAI	1,02%		
	JUN	0,66%		
	JUL	1,34%	3°	3,786%
	AGO	1,43%		
	SET	0,97%		
	OUT	0,02%	4°	0,670%
	NOV	-0,03%		
	DEZ	0,68%		
2013	JAN	0,34%	1°	0,842%
	FEV	0,29%		
	MAR	0,21%		
	ABR	0,15%	2°	0,901%
	MAI	0,00%		
	JUN	0,75%		

Gráfico 3: Gráfico da variação do IGP-M



4.1.4 Produção Industrial

O Índice de Produção Industrial varia de zero a cem pontos, sendo considerado decaimento da atividade industrial para valores abaixo de cinquenta pontos e crescimento para valores acima de 50 pontos. Este índice é medido pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) (UOL, 2013).

O crescimento da produção industrial é de extrema importância para o crescimento de outros setores da economia como, por exemplo, o comércio. Já o crescimento das vendas do comércio pode não sinalizar um crescimento da produção industrial, pois os comerciantes podem estar esgotando seus estoques. É importante notar que o a produção industrial pode ser comercializada dentro do país ou fora, quando o aumento da produção industrial reflete nos crescimento das vendas isso significa que o comércio está repondo seus estoques por uma previsão do aumento das vendas. (INFOMONEY, 2013).

Os valores da variação da produção industrial foram retirados de relatórios mensais do site do IBGE, e calcularam-se suas variações trimestrais.

Tabela 4: Variação da Produção Industrial.

ANO	MÊS	VARIAÇÃO	TRIMESTRE	VARIAÇÃO			
2008	JAN	1,09%	1º	2,378%			
	FEV	0,53%					
	MAR	0,74%					
	2008	ABR	0,69%	2º	4,337%		
		MAI	1,61%				
		JUN	1,98%				
	2008	JUL	1,76%	3º	1,546%		
		AGO	-0,32%				
		SET	0,11%				
	2008	OUT	0,98%	4º	1,232%		
		NOV	0,38%				
		DEZ	-0,13%				
2009		JAN	-0,44%			1º	-0,920%
		FEV	0,26%				
	MAR	-0,74%					
	2009	ABR	-0,15%	2º	-0,320%		
		MAI	-0,07%				
		JUN	-0,10%				
	2009	JUL	-0,43%	3º	-0,372%		
		AGO	-0,36%				
		SET	0,42%				
	2009	OUT	0,05%	4º	-0,110%		
		NOV	0,10%				
		DEZ	-0,26%				
2010		JAN	0,63%			1º	2,775%
		FEV	1,18%				
	MAR	0,94%					
	2010	ABR	0,77%	2º	2,836%		
		MAI	1,19%				
		JUN	0,85%				
	2010	JUL	0,15%	3º	2,082%		
		AGO	0,77%				
		SET	1,15%				
	2010	OUT	1,01%	4º	3,182%		
		NOV	1,45%				
		DEZ	0,69%				

2011	JAN	0,79%	1º	2,429%
	FEV	1,00%		
	MAR	0,62%		
	ABR	0,45%		
	2º	MAI	0,43%	0,700%
		JUN	-0,18%	
		JUL	-0,12%	
		AGO	0,44%	
	3º	SET	0,65%	0,972%
		OUT	0,53%	
		NOV	0,50%	
		DEZ	-0,12%	
2012	JAN	0,25%	1º	0,621%
	FEV	-0,06%		
	MAR	0,43%		
	ABR	0,85%		
	2º	MAI	1,02%	2,551%
		JUN	0,66%	
		JUL	1,34%	
		AGO	1,43%	
	3º	SET	0,97%	3,786%
		OUT	0,02%	
		NOV	-0,03%	
		DEZ	0,68%	
2013	JAN	0,34%	1º	0,842%
	FEV	0,29%		
	MAR	0,21%		
	2º	ABR	0,15%	0,901%
		MAI	0,00%	
		JUN	0,75%	

Gráfico 4: Variação da Produção Industrial.



4.1.5 Histórico de Demanda da Empresa

Para o histórico de demanda foram analisados os históricos de produção, foram retirada a quantidade de álcool produzido e a quantidade de cana-de-açúcar processada destinada a produção de álcool. Para o calculo de média e desvio padrão, cada demanda anual foi distribuída trimestralmente. Com a quantidade de matéria-prima processada e a quantidade de álcool produzido calculou-se a quantidade de álcool em litros produzido por tonelada cana-de-açúcar processada.

Tabela 5: Histórico de produção.

HITÓRICO DE PRODUÇÃO			
ANO	CANA MOÍDA (T)	ÁLCOOL PRODUZIDO	ÁLCOOL (L)/CANA (T)
2009	940.512,280	72.049.998	76,607
2010	1.586.369,386	141.562.952	89,237
2011	1.089.378,400	114.860.584	105,437
2012	1.169.883,724	124.713.347	106,603
2013	766.564,934	75.382.610	98,338
MÉDIA ÁLCOOL (L)/CANA (T)			95,244

Tabela 6: Álcool produzido trimestralmente.

ÁLCOOL PRODUZIDO TRIMESTRALMENTE		
ANO	TRIMESTRE	ALCOOL PRODUZIDO
2009	1	18.012.500
	2	18.012.500
	3	18.012.500
	4	18.012.500
2010	1	35.390.738
	2	35.390.738
	3	35.390.738
	4	35.390.738
2011	1	28.715.146
	2	28.715.146
	3	28.715.146
	4	28.715.146
2012	1	31.178.337
	2	31.178.337
	3	31.178.337
	4	31.178.337
2013	1	37.691.305
	2	37.691.305

4.1.6 Crescimento da Demanda de Etanol

Segundo o presidente da Datagro, Plínio Nastari, a demanda mundial de etanol cresce 13% ao ano (FREITAS, 2013).

Tabela 7: Crescimento anual da demanda de etanol.

CRESCIMENTO DA DEMANDA DE ETANOL	
ANUAL	13,00%
TRIMESTRAL	3,103%

4.2 SIMULAÇÃO UTILIZANDO O MÉTODO DE MONTE CARLO

Para realização da simulação, primeiramente foram calculados as médias, os desvios padrão, os máximos e os mínimos de cada variável, exceto o crescimento da demanda de etanol por se tratar de uma constante.

Tabela 8: Dados utilizados na simulação.

DADOS (TRIMESTRAL)				
VARIÁVEL	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO	MÁXIMO
PIB	0,705%	1,264%	-3,600%	2,700%
TAXA DE CAMBIO	1,351%	9,863%	-15,391%	33,074%
IGP-M	1,501%	1,405%	-0,920%	4,337%
PRODUÇÃO INDUSTRIAL	0,194%	4,650%	-18,367%	5,490%
DEMANDA	29.364.972	6.920.778	18.012.500	37.691.305

O próximo passo foi a utilização da função DISTNORM para cálculo da frequência acumulada de cada variável, estabelecendo o máximo e o mínimo calculados anteriormente.

Tabela 9: Distribuição normal acumulada das variáveis.

FUNÇÃO CUMULATIVA	PIB	FUNÇÃO CUMULATIVA	TAXA DE CAMBIO	FUNÇÃO CUMULATIVA	IGP-M
0	0,000%	0	0,000%	0	0,000%
0,0003	-3,600%	0,0448	-15,391%	0,0424	-0,920%
0,0011	-3,170%	0,0633	-13,717%	0,0604	-0,678%
0,0032	-2,739%	0,0872	-12,043%	0,0840	-0,436%
0,0085	-2,309%	0,1174	-10,369%	0,1138	-0,194%
0,0205	-1,878%	0,1542	-8,694%	0,1506	0,049%
0,0442	-1,448%	0,1980	-7,020%	0,1944	0,291%
0,0865	-1,017%	0,2486	-5,346%	0,2453	0,533%
0,1534	-0,587%	0,3053	-3,672%	0,3026	0,775%
0,2479	-0,156%	0,3671	-1,998%	0,3651	1,017%
0,3667	0,275%	0,4326	-0,323%	0,4316	1,259%
0,5001	0,705%	0,5000	1,351%	0,5000	1,501%
0,5628	0,905%	0,6261	4,523%	0,5800	1,785%
0,6240	1,104%	0,7400	7,695%	0,6568	2,068%
0,6822	1,304%	0,8327	10,868%	0,7276	2,352%
0,7362	1,503%	0,9009	14,040%	0,7903	2,636%
0,7851	1,703%	0,9461	17,212%	0,8436	2,919%
0,8283	1,902%	0,9732	20,385%	0,8871	3,203%
0,8655	2,102%	0,9878	23,557%	0,9212	3,486%
0,8968	2,301%	0,9950	26,729%	0,9468	3,770%
0,9224	2,501%	0,9981	29,901%	0,9654	4,054%
0,9428	2,700%	0,9994	33,074%	0,9782	4,337%

FUNÇÃO CUMULATIVA	PRODUÇÃO INDUSTRIAL	FUNÇÃO CUMULATIVA	DEMANDA
0	0,000%	0	0
0,0000	-18,367%	0,0006	6.920.778
0,0002	-16,511%	0,0010	8.029.950
0,0007	-14,655%	0,0017	9.139.122
0,0026	-12,799%	0,0029	10.248.295
0,0083	-10,943%	0,0046	11.357.467
0,0230	-9,086%	0,0073	12.466.639
0,0552	-7,230%	0,0113	13.575.811
0,1156	-5,374%	0,0170	14.684.983
0,2123	-3,518%	0,0249	15.794.156
0,3449	-1,662%	0,0359	16.903.328
0,5000	0,194%	0,0505	18.012.500
0,5453	0,724%	0,0875	19.980.380
0,5901	1,253%	0,1419	21.948.261
0,6337	1,783%	0,2155	23.916.141
0,6756	2,312%	0,3075	25.884.022
0,7155	2,842%	0,4135	27.851.902
0,7528	3,372%	0,5262	29.819.783
0,7873	3,901%	0,6369	31.787.663
0,8189	4,431%	0,7371	33.755.544
0,8473	4,960%	0,8209	35.723.424
0,8726	5,490%	0,8855	37.691.305

Feito as distribuições de frequência acumulada de cada variável, criou-se cinco mil números aleatórios utilizando a função ALEATÓRIO para cada variável em cada trimestre, sendo o início da simulação o terceiro trimestre de 2013 e o final da simulação o quarto trimestre de 2018, totalizando 22 trimestres. A variável de demanda é a única que é simulada apenas no terceiro trimestre de 2013. Para a realização das simulações utilizou-se a função PROCV em cada variável e em todos os trimestres simulados.

Para o cálculo da demanda do terceiro trimestre foi utilizada a seguinte fórmula:

$$Demanda = (1 + \text{variação do PIB}) * (1 + \text{variação da taxa de cambio}) * (1 + \text{variação do IGP-M}) * (1 + \text{índice da produção industrial}) * (1 + \text{crescimento da demanda de etanol}) * (\text{demanda simulada}).$$

Para os demais trimestres foi utilizada a seguinte fórmula:

$$Demanda = (1 + \text{variação do PIB}) * (1 + \text{variação da taxa de cambio}) * (1 + \text{variação do IGP-M}) * (1 + \text{índice da produção industrial}) * (1 + \text{crescimento da demanda de etanol}) * (\text{demanda do trimestre anterior}).$$

A seguir a tabela 10 demonstra o maior, médio e menor resultado para cada trimestre da simulação realizada, utilizados para o cálculo da quantidade de limites e suas amplitudes. Com esses dados foram criados gráficos das frequências para cada trimestre, representadas no gráfico 5 ao gráfico 26.

Tabela 10: Pontos máximos, pontos mínimos, ponto médio para cálculo do número k e amplitude, para gerar os gráficos de frequência.

ANO	TRIMESTRE	MÁXIMO	MÍNIMO	MÉDIA	DIFERENÇA	K	K APROX.	AMPLITUDE
2013	3º	54.570.277,292	7.605.814,281	29.682.351,17	46.964.463,011	13,2066	14	3.354.604,501
	4º	70.672.742,209	7.384.089,016	32.198.635,09	63.288.653,193	13,2066	14	4.520.618,085
2014	1º	78.466.673,581	8.080.307,518	35.465.559,957	70.386.366,063	13,2066	14	5.027.597,576
	2º	84.196.722,416	7.251.888,318	37.480.047,96	76.944.834,098	13,2066	14	5.496.059,578
	3º	94.755.942,936	7.586.821,594	39.558.609,09	87.169.121,342	13,2066	14	6.226.365,810
	4º	119.253.906,930	7.949.526,566	41.646.053,53	111.304.380,364	13,2066	14	7.950.312,883
2015	1º	128.082.277,623	7.824.465,831	44.015.466,76	120.257.811,792	13,2066	14	8.589.843,699
	2º	137.975.567,163	8.827.821,320	46.367.186,42	129.147.745,843	13,2066	14	9.224.838,989
	3º	149.890.079,903	8.687.449,696	49.007.579,44	141.202.630,206	13,2066	14	10.085.902,158
	4º	164.339.531,393	8.564.003,014	51.683.799,81	155.775.528,379	13,2066	14	11.126.823,456
2016	1º	172.162.643,125	7.638.522,781	54.424.423,44	164.524.120,344	13,2066	14	11.751.722,882
	2º	181.859.537,810	8.453.072,544	57.302.660,40	173.406.465,266	13,2066	14	12.386.176,090
	3º	214.714.654,693	8.013.902,546	60.624.585,43	206.700.752,148	13,2066	14	14.764.339,439
	4º	257.794.459,310	8.516.503,370	64.017.427,42	249.277.955,940	13,2066	14	17.805.568,281
2017	1º	273.928.756,544	9.280.623,960	67.554.101,10	264.648.132,583	13,2066	14	18.903.438,042
	2º	272.505.467,417	9.368.500,291	71.345.275,77	263.136.967,126	13,2066	14	18.795.497,652
	3º	332.903.214,505	9.252.223,633	75.166.132,99	323.650.990,873	13,2066	14	23.117.927,919
	4º	328.475.044,798	10.427.456,035	79.454.326,65	318.047.588,763	13,2066	14	22.717.684,912
2018	1º	363.296.058,816	11.230.065,372	83.898.193,08	352.065.993,444	13,2066	14	25.147.570,960
	2º	405.773.513,357	12.087.152,762	88.360.078,70	393.686.360,595	13,2066	14	28.120.454,328
	3º	430.462.673,234	11.236.255,205	93.225.853,62	419.226.418,029	13,2066	14	29.944.744,145
	4º	470.397.234,544	11.715.041,316	98.319.076,48	458.682.193,229	13,2066	14	32.763.013,802

Gráfico 5: Frequência dos resultados do terceiro trimestre de 2013.

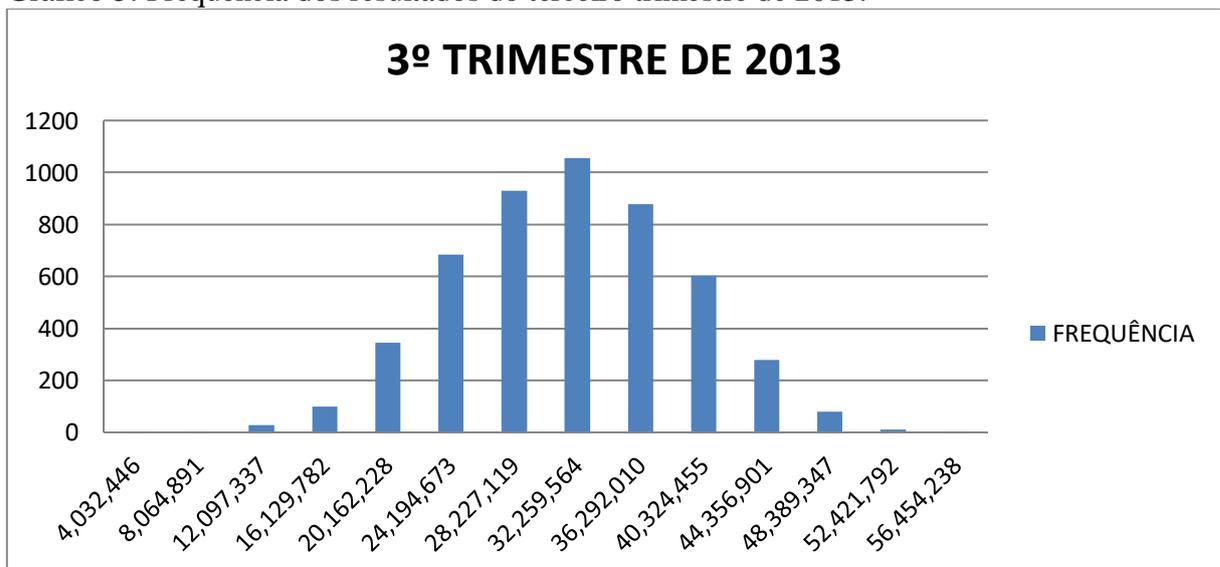


Gráfico 6: Frequência dos resultados do quarto trimestre de 2013.

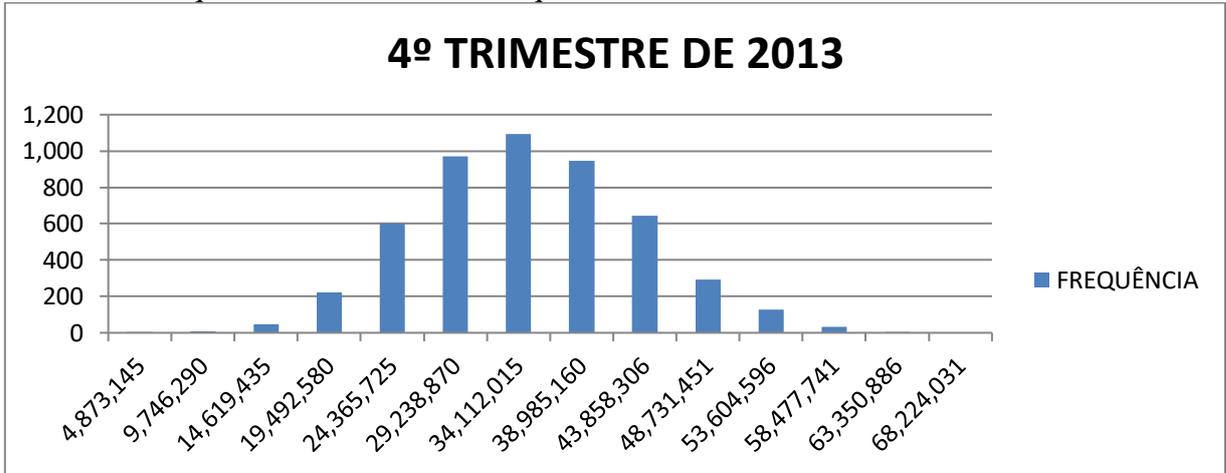


Gráfico 7: Frequência dos resultados do primeiro trimestre de 2014.

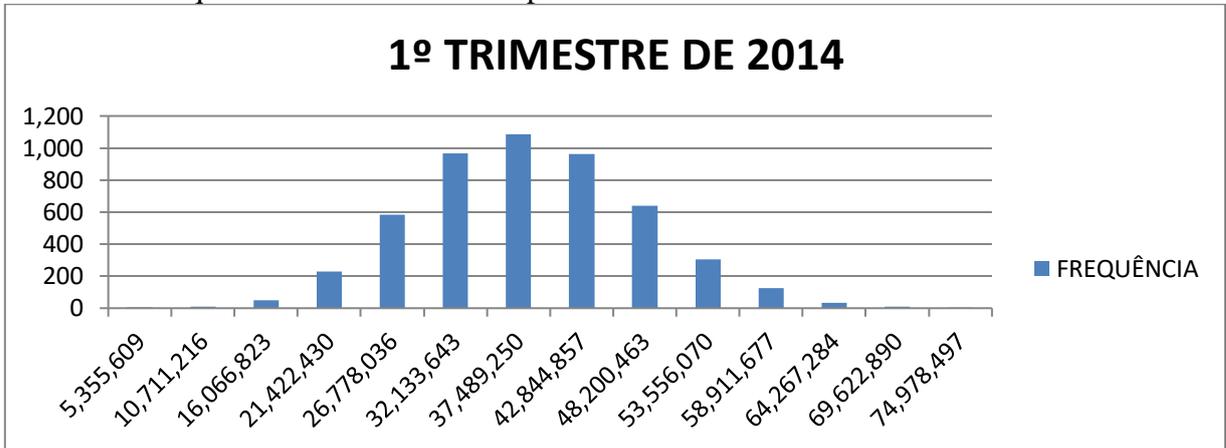


Gráfico 8: Frequência dos resultados do segundo trimestre de 2014.

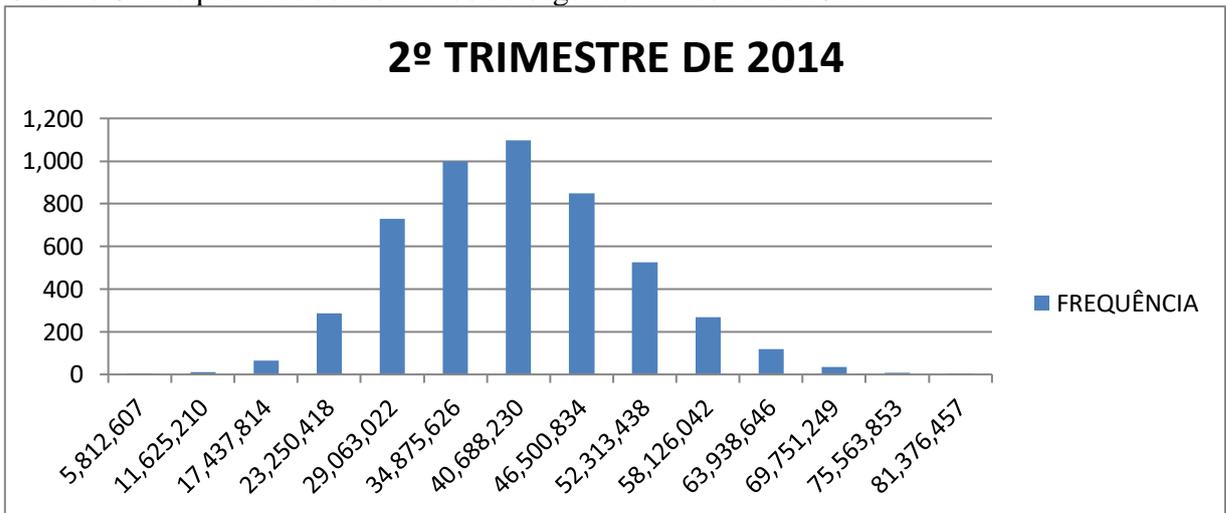


Gráfico 9: Frequência dos resultados do terceiro trimestre de 2014.

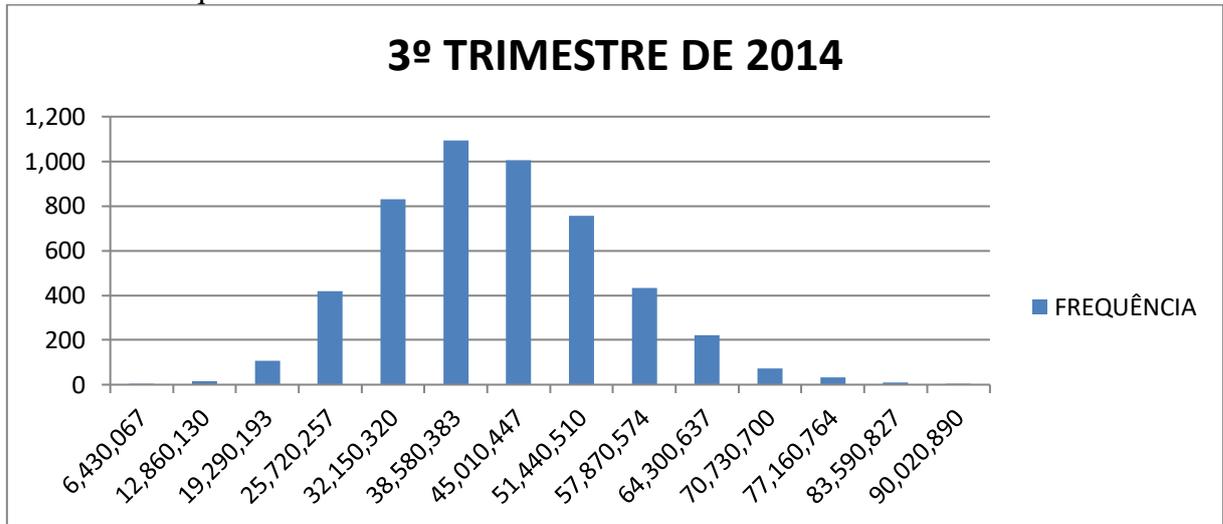


Gráfico 10: Frequência dos resultados do quarto trimestre de 2014.

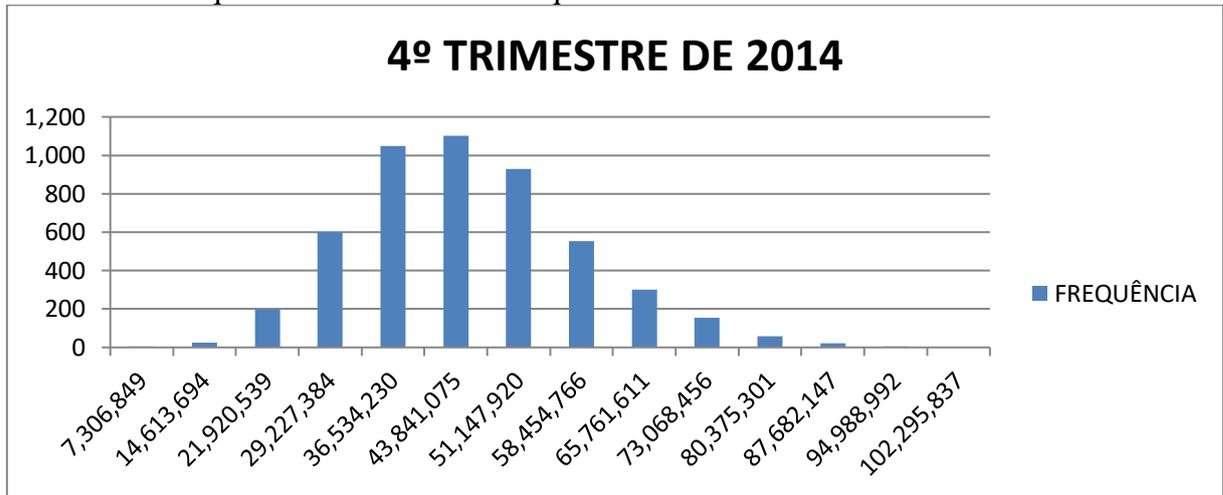


Gráfico 11: Frequência dos resultados do primeiro trimestre de 2015.

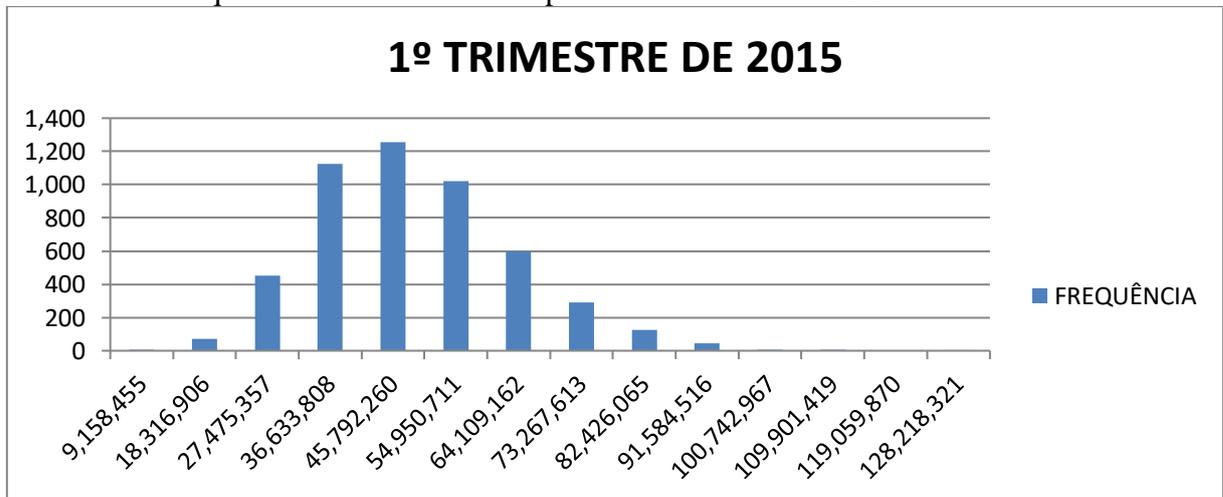


Gráfico 12: Frequência dos resultados do segundo trimestre de 2015.

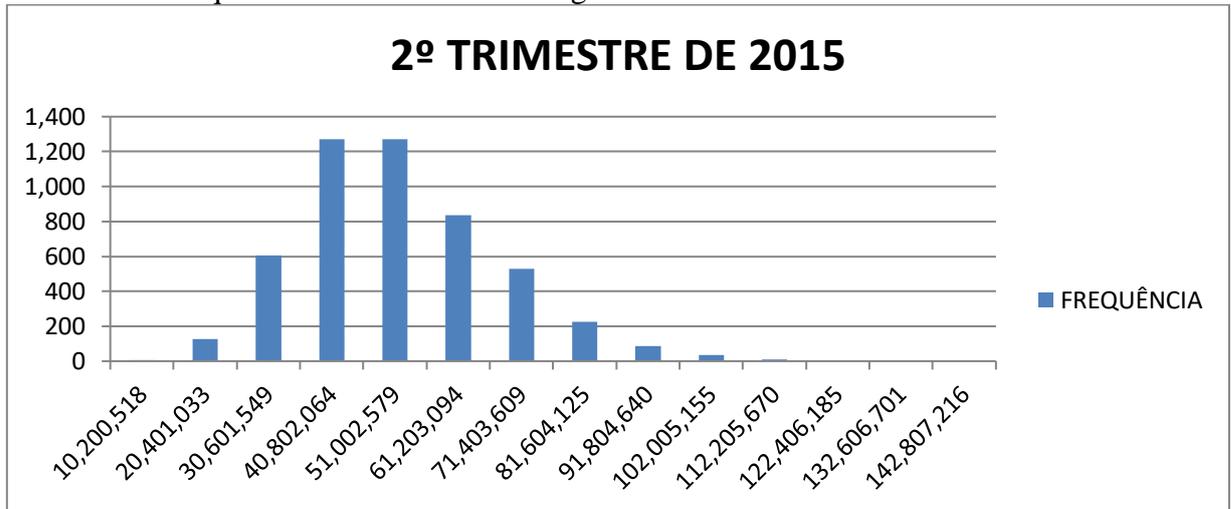


Gráfico 13: Frequência dos resultados do terceiro trimestre de 2015.

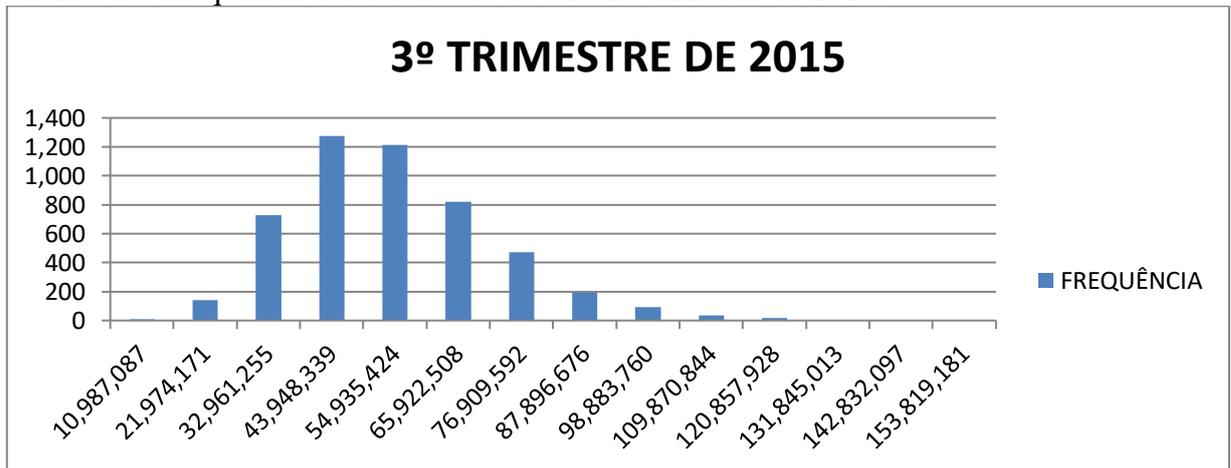


Gráfico 14: Frequência dos resultados do quarto trimestre de 2015.

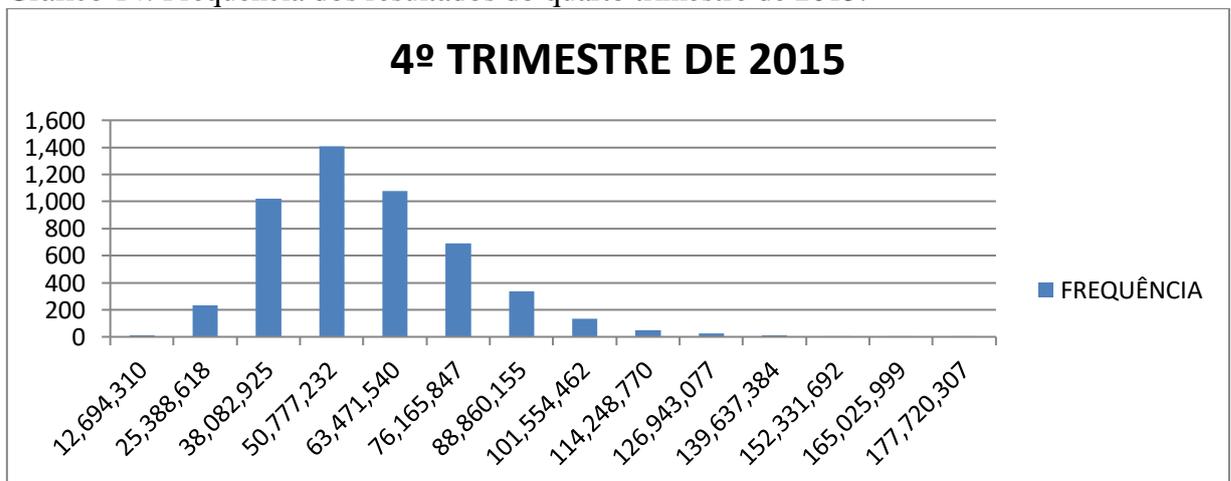


Gráfico 15: Frequência dos resultados do primeiro trimestre de 2016.

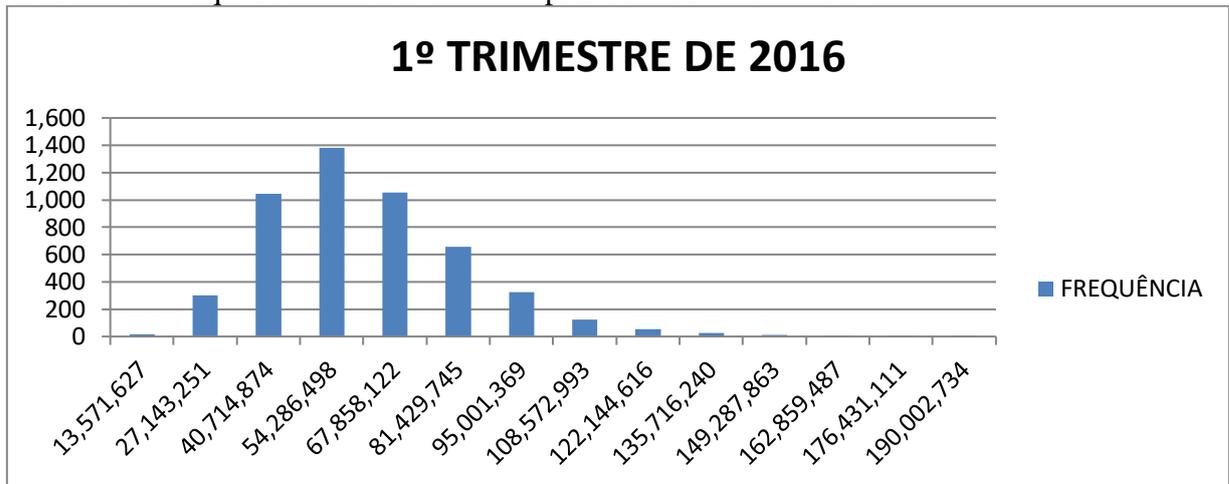


Gráfico 16: Frequência dos resultados do segundo trimestre de 2016.

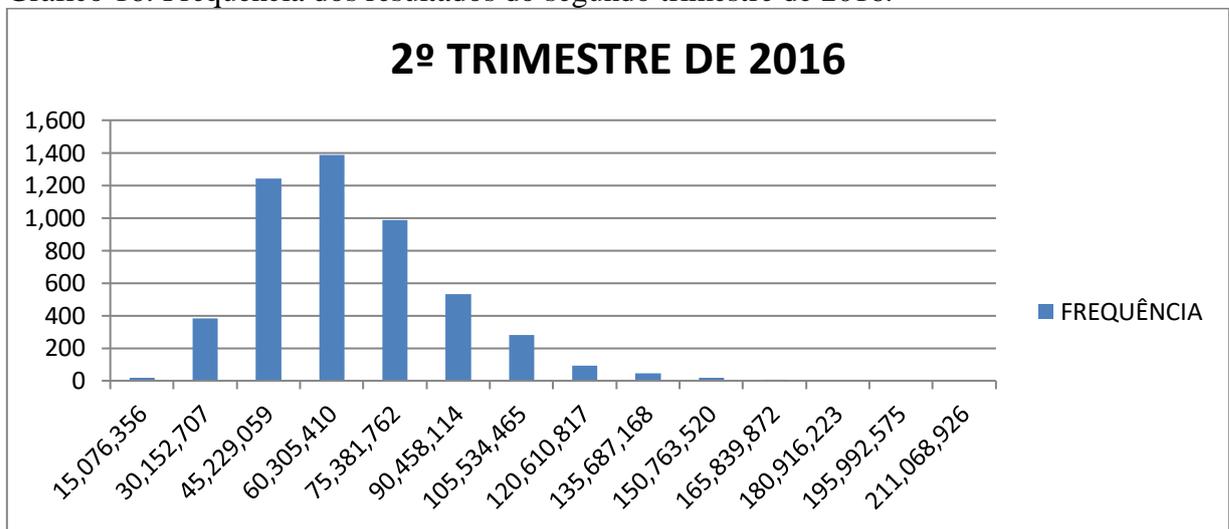


Gráfico 17: Frequência dos resultados do terceiro trimestre de 2016.

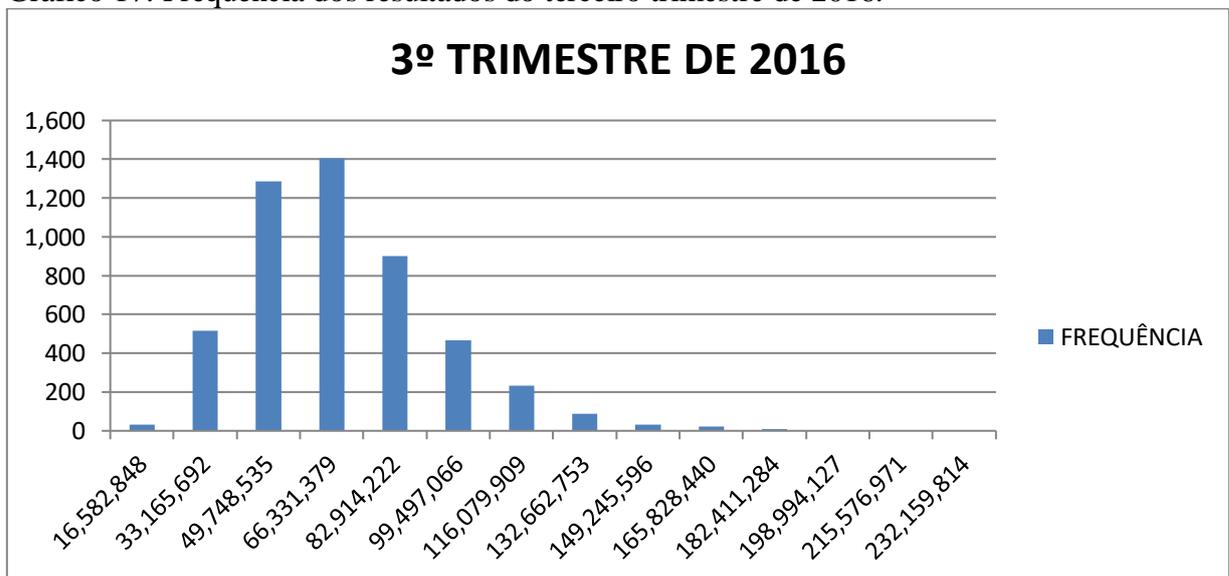


Gráfico 18: Frequência dos resultados do quarto trimestre de 2016.

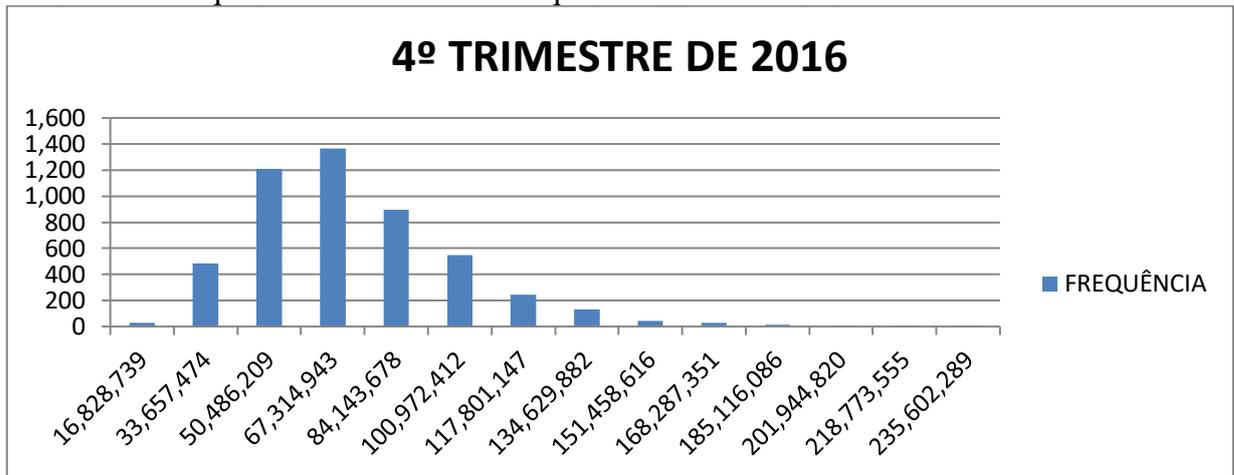


Gráfico 19: Frequência dos resultados do primeiro trimestre de 2017.

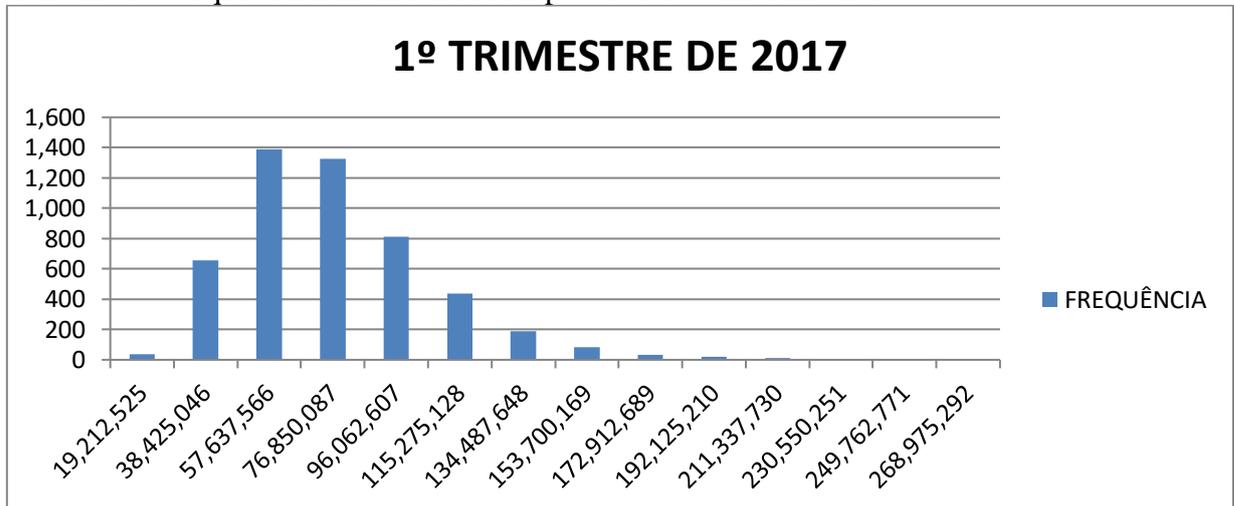


Gráfico 20: Frequência dos resultados do segundo trimestre de 2017.

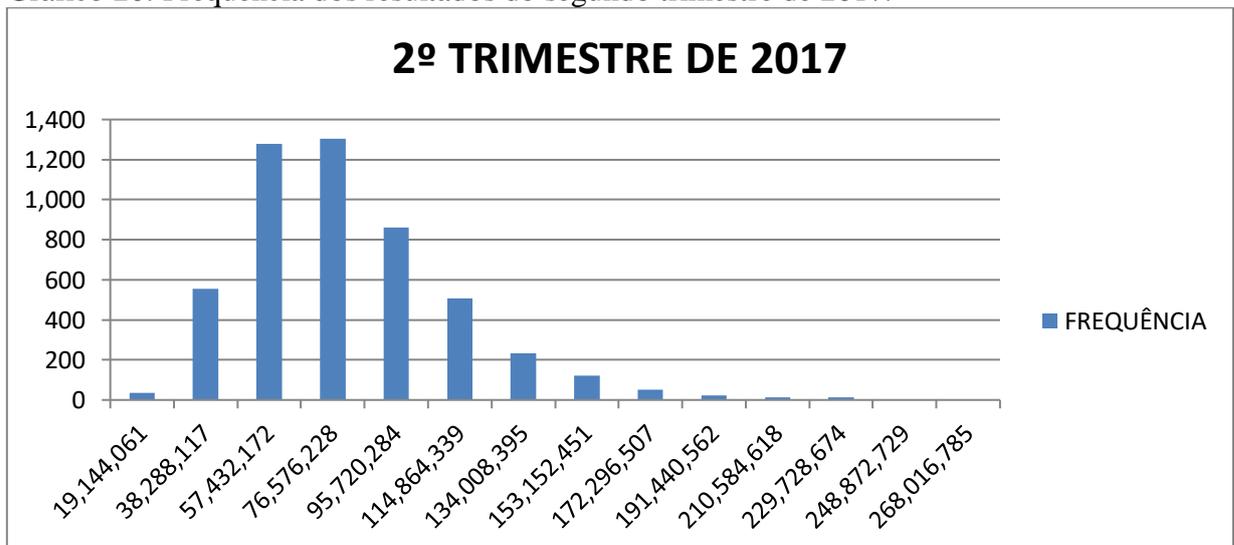


Gráfico 21: Frequência dos resultados do terceiro trimestre de 2017.

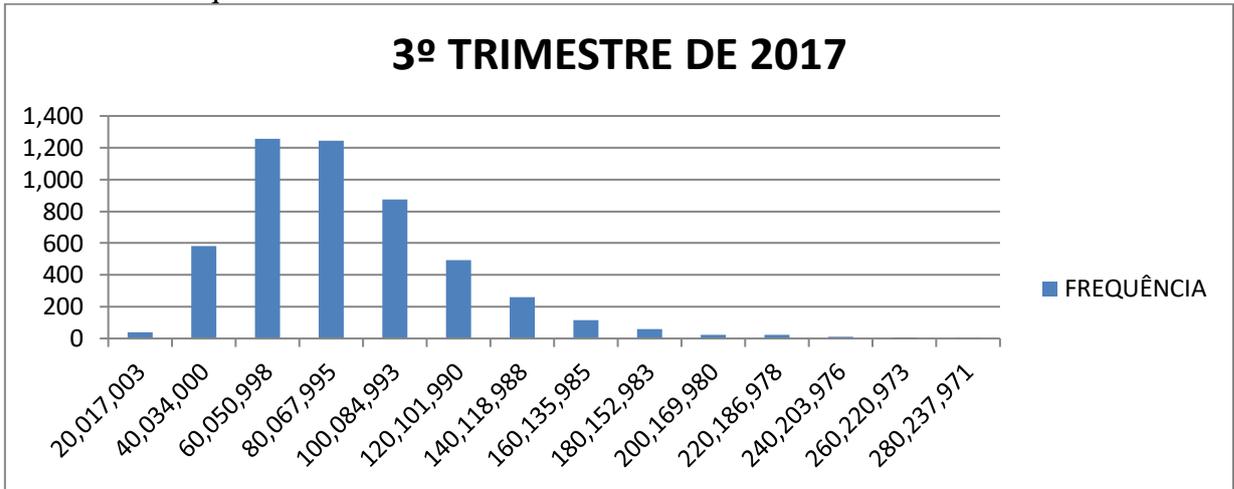


Gráfico 22: Frequência dos resultados do quarto trimestre de 2017.

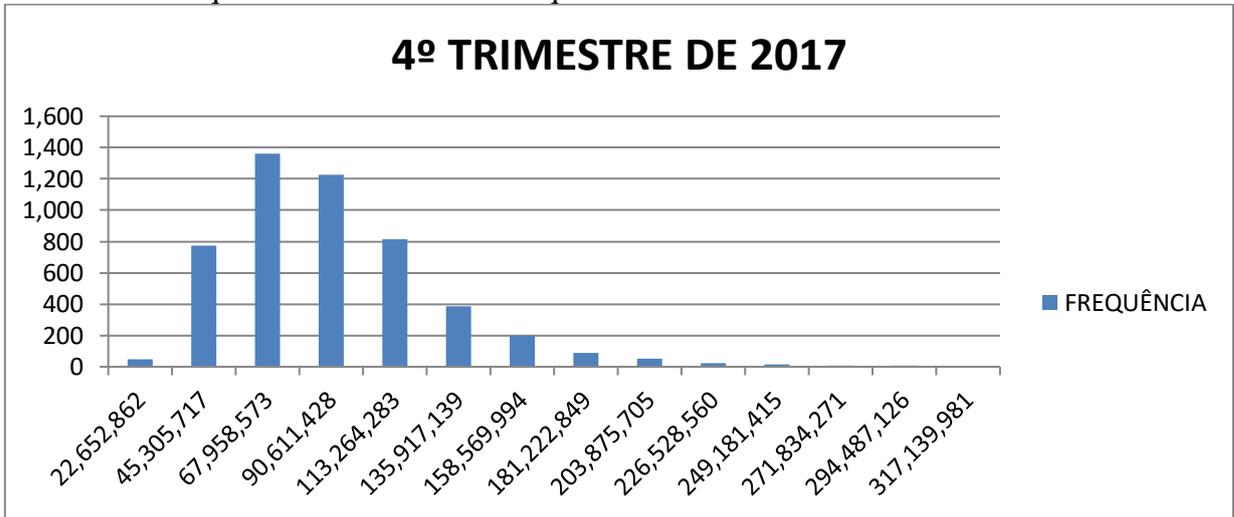


Gráfico 23: Frequência dos resultados do primeiro trimestre de 2018.

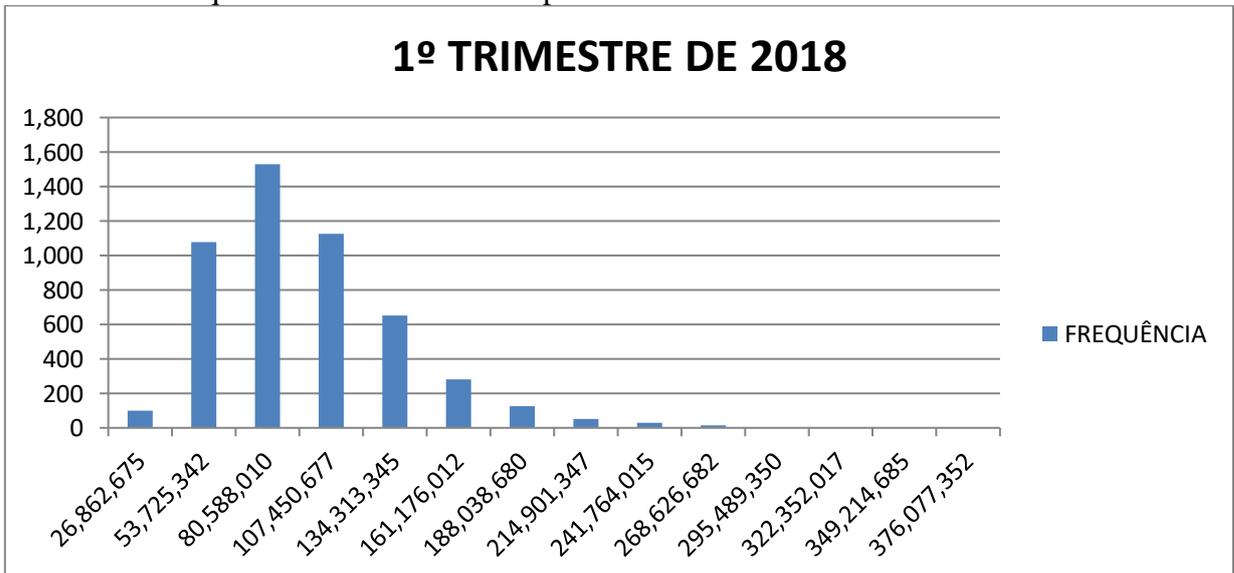


Gráfico 24: Frequência dos resultados do segundo trimestre de 2018.

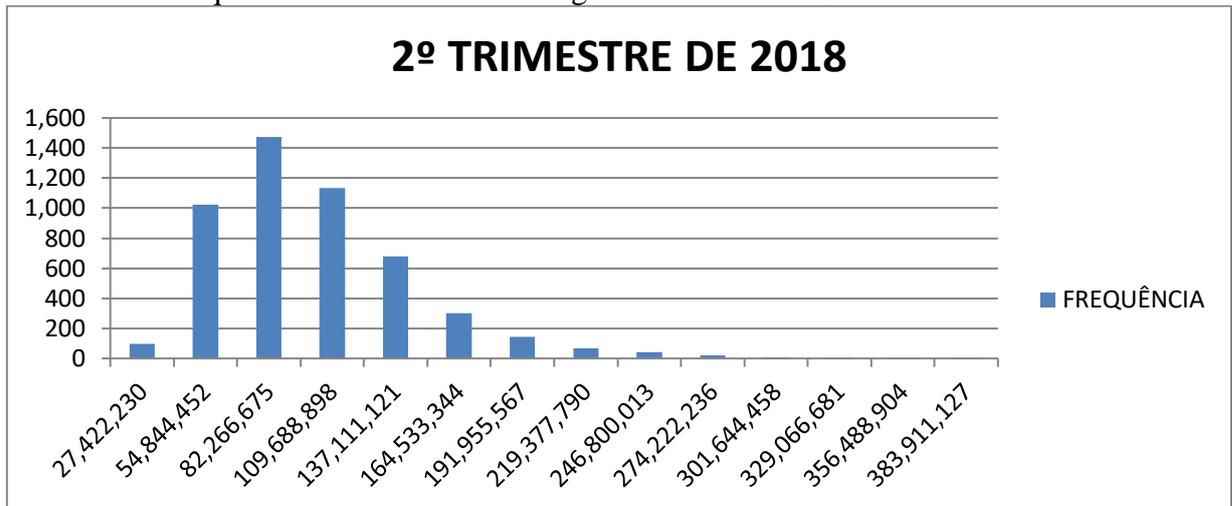


Gráfico 25: Frequência dos resultados do terceiro trimestre de 2018.

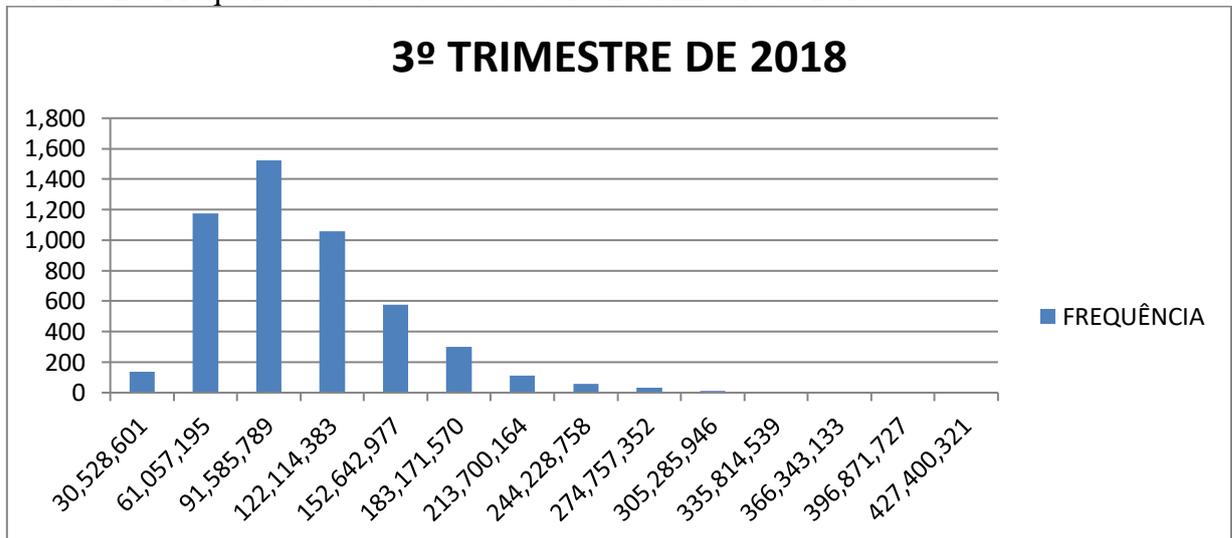
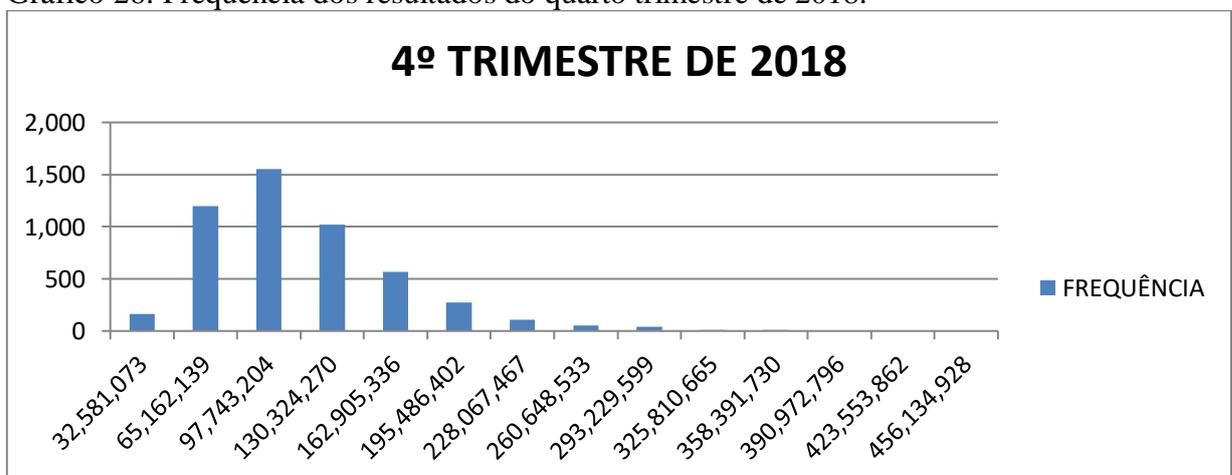


Gráfico 26: Frequência dos resultados do quarto trimestre de 2018.



Analisando os resultados trimestrais verifica-se que a tendência da maior parte das simulações é concentrar-se entre três e quatro intervalos e aproximando do menor valor, sendo os valores mais altos os que ocorrem com menor frequência.

4.2.1 Cenários:

Para uma melhor avaliação dos resultados criou-se dois cenários: médio e otimista. No primeiro caso considera-se a média dos resultados, anualmente. No segundo caso considera-se o maior valor de cada ano.

Tabela 11: Resultados anuais em diferentes cenários.

DEMANDA (LITROS)						
CENÁRIO	2013	2014	2015	2016	2017	2018
MÉDIO	137.275.972,46	154.181.100,60	191.112.247,23	236.416.370,51	293.578.540,47	363.875.962,53
OTIMISTA	200.625.629,50	365.531.109,11	562.454.101,07	805.059.168,66	1.105.393.252,59	1.568.841.312,65

4.2.2 Cálculo de matéria prima necessária:

Com os valores para cada ano e em cada cenário, calculou-se a quantidade de cana necessária para atender as demandas.

Tabela 12: Quantidade de matéria prima necessária para atender a demanda de etanol.

QUANTIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR (TONELADA)						
CENÁRIO	2013	2014	2015	2016	2017	2018
MÉDIO	1.441.300,92	1.618.792,85	2.006.543,85	2.482.205,20	3.082.367,68	3.820.441,05
OTIMISTA	1.881.985,08	3.428.894,38	5.276.146,57	7.551.923,20	10.369.231,57	14.716.643,90

4.3 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

O cenário que melhor condiz com a realidade é o médio, visto que o otimista considera que todas as variáveis tenderão positivamente para o crescimento da demanda de etanol, o que analisando o histórico das variáveis é pouco provável de ocorrer.

Analisando os resultados obtidos no cenário médio, pode-se observar que para este ano a demanda deverá ser em torno de 137.275.972,46 litros de etanol e para o próximo ano 154.181.100,64 litros, um aumento de aproximadamente 12,32%.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para simular qualquer sistema ou modelo real é necessário encontrar as variáveis que influenciam o comportamento do mesmo, ou as que mais influenciam. É importante saber que a simulação considera o histórico de comportamento das variáveis encontradas e que supõe que elas permaneçam dentro do intervalo estabelecido, mas não pode afirmar que elas não irão sair “fora do padrão” encontrado.

Com isso o resultado encontrado em um processo de simulação deve servir como auxílio para tomar decisões futuras como: necessidade de investimento, de contratação de mão de obra, de melhoramento do processo produtivo, entre outras.

No estudo em questão foram consideradas cinco variáveis, além do histórico de demanda da empresa. O melhor cenário encontrado é o médio, pois, analisando os gráficos de frequências dos trimestres observa-se que a demanda encontra-se mais concentrada em dois ou três intervalos próximos e pode-se considerar que no cenário otimista as variáveis estarão sempre tendendo positivamente ao máximo, alavancando essa demanda para números que dificilmente serão alcançados.

O resultado deste estudo pode acarretar em ações de curto prazo tomadas pela empresa para eliminar a ociosidade de matéria-prima, uma vez que saberá que a demanda só tende a crescer nos próximos anos. Citando como exemplo: contratação de funcionários para o setor agrícola; investimentos em maquinários para o plantio e colheita; compra ou locação de área para o plantio da próxima safra; melhor planejamento do período de entressafra.

Em relação a ações que podem ser tomadas em médio e longo prazo, são elas: melhoramento da eficiência do setor de moagem e/ou instalação do sexto terno de extração de caldo; aquisição de uma nova caldeira para geração de vapor, pois, o volume de bagaço tenderá a aumentar; melhoramento da eficiência dos processos de tratamento de caldo, fermentação e destilaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANDRADE, Eduardo Leopoldino de. **Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e Modelos para Análise de Decisões.** 2ª Edição Rio de Janeiro: Editora Ltc, 2002. 192 p.

ASSOCIAÇÃO COMERCIAL DE SÃO PAULO. **Indicadores:** Dolar. Disponível em: <http://www.acsp.com.br/indicadores/IEGV/IEGV_DOLAR.HTM>. Acesso em: 26 ago. 2013.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Taxa de Câmbio.** Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/?TAXCAMFAQ>>. Acesso em: 26 ago. 2013.

BARBOSA, Vanessa. **Governo zera tributos do etanol para impulsionar indústria.** Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/meio-ambiente-e-energia/energia/noticias/governo-reduz-tributos-do-etanol-para-impulsionar-industria>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

BRANCO, Mariana. **Produtores de cana pedem medidas para enfrentar dívidas e queda nos lucros.** Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2013-03-26/produtores-de-cana-pedem-medidas-para-enfrentar-dividas-e-queda-nos-lucros>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

CANUTO, Lourenço. **Produtores de cana-de-açúcar e etanol defendem desonerações para estimular o setor.** Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2012-08-17/produtores-de-cana-de-acucar-e-etanol-defendem-desoneracoes-para-estimular-setor>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

CHASE, Richard B.; JACOBS, F Robert; AQUILIANO, Nicholas J.. **Administração da Produção:** para a vantagem competitiva. 10ª Edição São Paulo: Editora Bookman, 2006. 724 p.

CORRAR, Luiz J.; THEÓPHILO, Carlos Renato. **Pesquisa Operacional:** para decisão em contabilidade e administração. 1ª Edição São Paulo: Editora Atlas S.a., 2007. 490 p.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A.. **Administração da Produção:** Manufatura e Serviços: uma abordagem estratégica. 2ª Edição São Paulo: Editora Atlas S.A., 2006. 690 p.

CORRÊA, Henrique Luiz; GIANESE, Irineu Gustavo Nogueira; CAON, Mauro. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. 5ª Edição São Paulo: Editora Atlas S.A., 2008. 434 p.

DELURGIO, S. A. **Forecasting: Principles and Applications**. Boston, USA: Irwin McGraw-Hill, 1998. 802 p.

ECONOMIA, Uol. **Entenda o que é o IGP-M**. Disponível em: <<http://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2007/09/14/entenda-o-que-e-o-igp-m.htm>>. Acesso em: 27 ago. 2013.

ESTES, Gerald M e KUESPERT, Don. **Delphi in industrial forecasting**. Chemical and Engineering News, EUA, p.40-47, agosto 1976.

EVANS, J., OLSON, D. **Introduction to Simulation and Risk Analysis**. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1998.

FERNANDES, Flavio Cesar Faria; GODINHO FILHO, Moacir. **Planejamento e Controle da Produção: Dos Fundamentos ao Essencial**. 1ª Edição São Paulo: Editora Atlas S.A., 2010. 275 p.

FREITAS, Tatiana. **Oferta de cana permanece crítica em 2012**. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/mercado/10377-oferta-de-cana-permanece-critica-em-2012.shtml>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da Produção e Operações**. 8ª Edição São Paulo: Editora Cengage Learning, 2002. 598 p.

GARCIA, Claudio. **Modelagem e Simulação**. 2ª Edição São Paulo: Editora Edusp, 2009. 678 p.

HOLT, C. C. Forecasting Seasonals and Trends by Exponentially Weighted Moving Averages. **International Journal of Forecasting**. v.20, n. 1, p. 5-10, 2004.

INFOMONEY. **Produção industrial: entenda a sua influência na economia**. Disponível em: <<http://www.infomoney.com.br/aprenda/guias/guias-de-empendedorismo/noticia/494746/producao-industrial-entenda-sua-influencia-economia>>. Acesso em: 27 ago. 2013.

JOHNSON, J. **Métodos Econométricos**. Editora Atlas. São Paulo, 1986.

KAPLAN, S. (2008) **Monte Carlo Methods for Option Pricing**. Institute of Applied Mathematics (IAM). Submitted to: Coskun KÜÇÜKÖZMEN. Disponível em <<http://www3.iam.metu.edu.tr/iam/images/d/d6/Sibelkaplanterm.pdf>> Acesso em: 09 de abr. de 2013.

MACHADO, F.B.P. Brasil, **A doce terra**. Disponível em <http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=26351#nc>. Acesso em 09 Abr.2013.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S.; HYNDMAN, R. **Forecasting: Methods and Applications**. 3ª Edição, New York: John Wiley & Sons, 1998.

MARTINEZ, R. O.; ZAMPROGNO, B. **Comparação de algumas técnicas de previsão em análise de séries temporais**. Revista Colombiana de Estatística, v. 26, n. 2, p. 129-157, 2003.

MARTINO, Joseph P. **Technological forecasting for decision making** 3ª Edição New York: Me Graw-Hill Inc., 1993.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. 1ª Edição São Paulo: Editora Thomsom Pioneira, 1993. 619 p.

REHDER, Marcelo. **Crise leva quase 20% das usinas de cana do Centro-Sul a fechar ou mudar de dono**. Disponível em: <<http://www.novacana.com/n/industria/usinas/crise-usinas-cana-centro-sul-fechar-mudar-dono-180213/#>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

REVISTA VEJA. **Perguntas & Respostas: Produto Interno Bruto (PIB)**. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/idade/exclusivo/perguntas_respostas/pib/produto-interno-bruto-pib.shtml>. Acesso em: 26 ago. 2013.

ROGERS P.; ROGERS D.; RIBEIRO K. Avaliando o Risco na Gestão Financeira de Estoques. In: Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, 7, 2004, São Paulo. *Anais...* São Paulo: FGV-EAESP, 2004.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 3ª Edição São Paulo: Editora Atlas S.A., 2009. 728 p.

SOUTO, D. P.; BALDEÓN, R. A.; RUSSO, S. L. **Estudo dos modelos exponenciais na previsão**. Sistemas e Informática, v. 9, n. 1, p. 97-103, 2006.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção: Teórica e Prática**. 2ª Edição São Paulo: Editora Atlas S.A., 2009. 190 p.

ZUCCOLOTTO, R.; COLODETI FILHO, E. Gerenciamento de preços em empresas de pequeno porte por meio do custeio variável e do método de Monte Carlo. In: Congresso Brasileiro de Contabilidade, 2005, Viçosa. *Anais...* Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005.