

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Estratégias ótimas de comercialização para um grupo de usinas  
produtoras de açúcar e de etanol: uma análise utilizando o método de  
programação linear**

**Rodrigo de Moraes Santos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para  
obtenção do título de Bacharel em Administração

**Piracicaba  
2018**



**Rodrigo de Moraes Santos**  
**Bacharel em Administração**

**Estratégias ótimas de comercialização para um grupo de usinas produtoras de açúcar e de etanol: uma análise utilizando o método de programação linear**

Orientador:  
Prof. Dr. **LUCIANO RODRIGUES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para  
obtenção do título de Bacharel em Administração

**Piracicaba**  
**2018**

## SUMÁRIO

RESUMO .....	7
ABSTRACT .....	9
LISTA DE FIGURAS .....	11
LISTA DE TABELAS .....	13
1. INTRODUÇÃO .....	22
2. REVISÃO DE LITERATURA E CARACTERÍSTICAS DO SETOR SUCROENERGÉTICO.....	24
2.1. Agronegócio e o mercado sucroenergético .....	24
2.2. Características do setor sucroenergético.....	26
2.2.1. Produção de cana de açúcar .....	27
2.2.2. Produção de açúcar e etanol em cada região .....	30
2.2.2.1. Norte-Nordeste .....	30
2.2.2.1. Centro-Sul .....	31
2.2.3. Mercado de açúcar .....	32
2.2.4. Mercado de etanol.....	33
2.2.5. Políticas Públicas no setor sucroenergético e o RenovaBio .....	34
2.3. Complexidade da tomada de decisão e uso de modelos matemáticos.....	35
3. METODOLOGIA .....	39
3.1. Caracterização das usinas analisadas.....	39
3.2. Programação linear para a tomada de decisão.....	39
3.3. Descrição do Modelo Utilizado.....	40
3.3.1. Função objetivo e variáveis de decisão.....	40
3.3.2. Parâmetros .....	41
3.3.3. Restrições.....	45
3.3.3.1. Estoque .....	45
3.3.3.2. Produção.....	47
3.3.3.3. Vendas.....	48
3.3.3.4. Alocação produtiva .....	50
3.3.3.5. Mix de açúcar .....	51
3.3.3.6. Quantidade de CBIO emitida .....	52
3.3.3.7. Cálculo do fluxo de caixa.....	53
3.4. Dados utilizados no modelo .....	54

3.4.1.	Preços.....	54
3.4.2.	Custos Fixos.....	57
3.4.3.	Custos Variáveis .....	58
3.4.4.	Frete.....	58
3.4.5.	Taxa mensal do CDI .....	59
3.4.6.	Preço do CBIO.....	60
3.4.7.	Produção mínima .....	61
3.4.8.	Produção máxima .....	62
3.4.9.	Capacidade do armazém .....	63
3.4.10.	Vendas mínimas.....	64
3.4.11.	Mix açúcar .....	64
3.4.12.	Moagem .....	65
3.4.13.	Estoque final e estoque inicial .....	65
3.4.14.	Qualidade da cana.....	65
3.4.15.	Fator de transformação da cana .....	66
3.5.	RECURSOS COMPUTACIONAIS EMPREGADOS.....	66
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	67
4.1.	Resultados do cenário base.....	67
4.1.1.	Produção .....	67
4.1.2.	Vendas .....	74
4.1.3.	Estoques .....	80
4.1.4.	Transferências .....	86
4.1.5.	Fluxo de Caixa.....	90
4.2.	Resultados do modelo com as usinas independentes e comparações com o cenário inicial .....	90
4.2.1.	Produção .....	91
4.2.2.	Vendas .....	98
4.2.3.	Estoques .....	105
4.2.4.	Fluxo de Caixa.....	112
4.3.	Resultados do modelo com a política do RenovaBio e comparações com o cenário inicial .....	115
4.3.1.	Produção .....	115
4.3.2.	Vendas .....	122
4.3.3.	Estoques .....	129

4.3.4.	Transferências .....	136
4.3.5.	Fluxo de Caixa .....	142
4.4.	Resultados do modelo com o aumento no custo oportunidade do capital e comparações com o cenário inicial.....	145
4.4.1.	Produção .....	145
4.4.2.	Vendas .....	152
4.4.3.	Estoques .....	159
4.4.4.	Transferências .....	166
4.4.5.	Fluxo de Caixa .....	172
4.5.	Síntese dos resultados e análise das variações observadas.....	175
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	180
	Referências .....	182
	Anexo .....	185

## RESUMO

### **Estratégias ótimas de comercialização para um grupo de usinas produtoras de açúcar e de etanol: uma análise utilizando o método de programação linear**

O setor sucroenergético se configura como um dos pilares do agronegócio brasileiro, apresentando relevante participação no PIB nacional e na geração de divisas nos últimos anos. A cadeia desse setor se inicia com a produção da cana de açúcar, seguida pelo seu processamento em diversos produtos, com destaque para o açúcar, etanol anidro e etanol hidratado. Os agentes responsáveis pelo processamento da *commoditie* são as usinas, as quais tem como principal objetivo maximizar os seus lucros no final do seu ano-safra, decidindo o quanto produzir, o quanto e quando vender, e o quanto armazenar de cada um dos itens do seu *mix* de produção. Essa decisão está sujeita à um grande número de variáveis do ambiente, o que a torna complexa e demanda ao auxílio de ferramentas para auxiliar na tomada de decisão por parte desses agentes. O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um modelo matemático que indique qual os níveis de produção, vendas e estoques ótimos que maximizem o caixa ao final das safras 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018 para um Grupo formado por três usinas, sendo uma situada no município de Ribeirão Preto (SP), outra no município de Coruripe (AL) e outra /no município de Quirinópolis (GO). Foram definidas as estratégias ótimas de comercialização levando em consideração um cenário base, com as três usinas podendo realizar transferências entre si. Esse cenário base foi comparado com três cenários distintos, sendo: (i) com as três usinas não podendo realizar transferências entre si, (ii) com a vigência da Política Nacional dos Biocombustíveis e (iii) com o aumento no custo oportunidade do capital. Por fim, foram comparados e analisados os fluxos de caixa ao final de cada ano-safra em cada um dos quatro cenários.

Palavras-chave: Setor Sucroenergético; Estratégias de Comercialização; Modelo Matemático.





## ABSTRACT

### *Optimum marketing strategies for a group of sugar and ethanol plants: an analysis using the linear programming method*

*The sugarcane market is one of the pillars of Brazilian agribusiness, with a significant participation in the national GDP and the generation of foreign exchange in the last decade. The chain of this market begins with the production of sugar cane, followed by its processing in several products, especially sugar, anhydrous ethanol and hydrated ethanol. The agents responsible for the processing of the commodity are the mills, whose main objective is to maximize their profits at the end of their harvest year, deciding how much to produce, how much and when to sell, and how much to store of each of their production mix. This decision is subject to a large number of environmental variables, which makes it complex and requires the help of tools to support decision making by these agents. The objective of this work was to develop a mathematical model that indicates the levels of production, sales and optimum inventories that maximize the cash flow at the end of the 2015/2016, 2016/2017 and 2017/2018 harvests for a group of three mills, one located in the city of Ribeirão Preto (SP), another in the city of Coruripe (AL) and another in the city of Quirinópolis (GO). The optimal marketing strategies were defined taking into account a base scenario, with the three mills being able to carry out transfers between them. This base scenario was compared to three different scenarios: (i) with the three plants not being able to make transfers among themselves, (ii) with the validity of the National Biofuels Policy and (iii) with the increase in the opportunity cost of capital. Finally, cash flows were compared and analysed at the end of each crop year in each of the four scenarios.*

*Keywords: Sucroenergetic Sector; Marketing Strategies; Mathematical Model.*



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Participação do Agronegócio no PIB Brasileiro nos últimos anos.....	25
Figura 2: Participação do Agronegócio nas Divisas Brasileiras. ....	25
Figura 3: Moagem mensal na região Norte-Nordeste nas duas últimas safras.....	27
Figura 4: Colheita mensal da Centro-Sul nas duas últimas safras.....	28
Figura 5: Evolução da produção da cana no Brasil. ....	28
Figura 6: Evolução da produção da cana na região Centro-Sul. ....	29
Figura 7: Evolução da produção de Cana na região Norte-Nordeste. ....	30
Figura 8: Produção de açúcar (mil ton.) e etanol (mil m <sup>3</sup> ) na região Norte-Nordeste....	31
Figura 9: Produção de Açúcar (mil ton.) e Etanol (mil m <sup>3</sup> ) na região Centro-Sul. Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da UNICA (2018).....	32
Figura 10: Preços do açúcar São Paulo ao longo da safra 2017/2018, em valores reais.	37
Figura 11: Preços do etanol anidro e etanol hidratado ao longo da safra 2017/2018, em São Paulo. ....	38
Figura 12: Valores de frete de açúcar (R\$/tonelada) e etanol (R\$/m <sup>3</sup> ) para uma rota entre Ribeirão Preto (SP) e Quirinópolis (GO) durante a safra 2017/2018.....	38
Figura 13: Resultados de caixa para os cenários analisados levando em consideração as safras 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018.....	178



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Exportação de Açúcar por estado de origem. ....	33
Tabela 2: Preços do Açúcar (R\$/tonelada), Etanol Anidro (R\$/m <sup>3</sup> ) e Etanol Hidratado (R\$/m <sup>3</sup> ), recebidos pelo grupo de usinas no mercado interno. ....	55
Tabela 3: Custos fixos das usinas típicas ao longo das safras 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018. ....	57
Tabela 4: Custos variáveis de processamento e comercialização da cana de açúcar, do açúcar, do etanol anidro e do etanol hidratado. ....	58
Tabela 5: Fretes rodoviários de açúcar (R\$/ton.) e etanol (R\$/m <sup>3</sup> ) entre as usinas do modelo. ....	58
Tabela 6: Taxa do CDI ao longo das safras 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018. ....	59
Tabela 7: Produção mínima de açúcar, etanol anidro e etanol hidratado ao longo da safra para uma usina típica do Estado de São Paulo. ....	61
Tabela 8: Produção mínima de açúcar, etanol anidro e etanol hidratado ao longo da safra para uma usina típica do Estado de Goiás. ....	61
Tabela 9: Produção mínima de açúcar, etanol anidro e etanol hidratado ao longo da safra para uma usina típica do Estado de Alagoas. ....	62
Tabela 10: Produção máxima de açúcar, etanol anidro e etanol hidratado ao longo da safra para uma usina típica do Estado de São Paulo. ....	62
Tabela 11: Produção máxima de açúcar, etanol anidro e etanol hidratado ao longo da safra para uma usina típica do Estado de Goiás. Fonte: UNICA (2018). ....	63
Tabela 12: Produção máxima de açúcar, etanol anidro e etanol hidratado ao longo da safra para uma usina típica do Estado de Alagoas. ....	63
Tabela 13: Capacidade de estoque mensal dos três produtos para as usinas típicas. ....	64
Tabela 14: Vendas mínimas mensais de açúcar, etanol anidro e etanol hidratado para as usinas do modelo. ....	64
Tabela 15: <i>Mix</i> máximo e <i>mix</i> mínimo da produção de açúcar para as usinas situadas em São Paulo e em Alagoas. ....	64
Tabela 16: Moagem de cana de açúcar (toneladas) de cada usina típica. ....	65
Tabela 17: Estoque final e inicial para o etanol anidro (m <sup>3</sup> ) para cada usina típica considerada no modelo. ....	65
Tabela 18: Qualidade da cana de açúcar (ATR) em cada estado. ....	66

Tabela 19: Fator de transformação da cana de açúcar em açúcar, etanol anidro e etanol hidratado. ....	66
Tabela 20: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) na usina localizada no estado de São Paulo. ....	70
Tabela 21: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) na usina localizada no estado de Goiás. ....	70
Tabela 22: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) na usina localizada no estado de Alagoas. ....	71
Tabela 23: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) para o grupo. ....	72
Tabela 21: Variação na produção dos três produtos com base na safra 2015/2016. ....	73
Tabela 23: Variação na produção dos três produtos com base na safra 2015/2016. ....	73
Tabela 25: Variação na produção dos três produtos com base na safra 2015/2016. ....	73
Tabela 27: Variação na produção dos três produtos com base na safra 2015/2016. ....	74
Tabela 28: Quantidade vendida de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pela usina de São Paulo. ....	76
Tabela 30: Quantidade vendida de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pela usina de Goiás. ....	76
Tabela 32: Quantidade vendida de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pela usina de Alagoas. ....	77
Tabela 34: Quantidade vendida de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pelo grupo. ....	78
Tabela 29: Diferenças na comercialização dos três produtos com base na safra 2015/2016 pela usina de São Paulo. ....	79
Tabela 31: Diferenças na comercialização dos três produtos com base na safra 2015/2016 pela usina de Goiás. ....	79
Tabela 33: Diferenças na comercialização dos três produtos com base na safra 2015/2016 pela usina de Goiás. ....	79
Tabela 35: Diferenças na comercialização dos três produtos com base na safra 2015/2016 pelo grupo. ....	80
Tabela 36: Quantidade armazenada de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pela usina de São Paulo ao longo das três safras. ....	82
Tabela 37: Quantidade armazenada de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pela usina de Goiás ao longo das três safras. ....	82

Tabela 38: Quantidade armazenada de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pela usina de Alagoas ao longo das três safras.....	83
Tabela 39: Quantidade armazenada de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pelo grupo ao longo das três safras. ....	84
Tabela 40: Diferenças nos níveis de estoque dos três produtos com base na safra 2015/2016 na usina localizada em São Paulo.....	85
Tabela 41: Diferenças nos níveis de estoque dos três produtos com base na safra 2015/2016 na usina localizada em Goiás. ....	85
Tabela 42: Diferenças nos níveis de estoque dos três produtos com base na safra 2015/2016 na usina localizada em Alagoas.....	85
Tabela 43: Diferenças nos níveis de estoque dos três produtos com base na safra 2015/2016 do grupo.....	86
Tabela 44: Transferências de açúcar (mil ton.), etanol anidro (mil m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (mil m <sup>3</sup> ) na safra 2015/2016 no cenário 1. ....	87
Tabela 45: Transferências de açúcar (mil ton.), etanol anidro (mil m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (mil m <sup>3</sup> ) na safra 2016/2017 no cenário 1. ....	87
Tabela 46: Transferências de açúcar (mil ton.), etanol anidro (mil m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (mil m <sup>3</sup> ) na safra 2017/2018 no cenário 1. ....	88
Tabela 47: Componentes do fluxo de caixa (em milhões de reais) do grupo de usinas para as três safras.....	90
Tabela 48: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) na usina localizada no estado de São Paulo no cenário 2.....	92
Tabela 49: Comparativo da produção dos três produtos no cenário inicial com o cenário 2 para a usina de São Paulo. ....	92
Tabela 50: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) na usina localizada no estado de Goiás no cenário 2. ....	93
Tabela 51: Comparativo da produção dos três produtos no cenário inicial com o cenário 2 para a usina de Goiás. ....	94
Tabela 52: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) na usina localizada no estado de Alagoas no cenário 2.....	94
Tabela 53: Comparativo da produção dos três produtos no cenário inicial com o cenário 2 para a usina de Alagoas. ....	95
Tabela 54: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pelo grupo no cenário 2. ....	96

Tabela 55: Comparativo da produção dos três produtos no cenário inicial com o cenário 2 pelo grupo.....	97
Tabela 56: Quantidade vendida de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pela usina localizada no estado de São Paulo no cenário 2.....	99
Tabela 57: Comparativo das vendas dos três produtos pela usina localizada no estado de São Paulo no cenário inicial com o cenário 2.....	99
Tabela 58: Quantidade vendida de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pela usina localizada no estado de Goiás no cenário 2.....	100
Tabela 59: Comparativo das vendas dos três produtos pela usina localizada no estado de Goiás no cenário inicial com o cenário 2.....	101
Tabela 60: Quantidade vendida de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pela usina localizada no estado de Alagoas no cenário 2.....	101
Tabela 61: Comparativo das vendas dos três produtos pela usina localizada no estado de Alagoas no cenário inicial com o cenário 2.....	102
Tabela 62: Quantidade vendida de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pelo grupo no cenário 2.....	103
Tabela 63: Comparativo das vendas dos três produtos pelo grupo no cenário inicial com o cenário 2.....	103
Tabela 64: Quantidade armazenada de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pela usina localizada no Estado de São Paulo no cenário 2.....	106
Tabela 65: Comparativo dos níveis de estoque dos três produtos na usina localizada em São Paulo no cenário inicial com o cenário 2.....	106
Tabela 66: Quantidade armazenada de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pela usina localizada no Estado de Goiás no cenário 2.....	107
Tabela 67: Comparativo dos níveis de estoque dos três produtos na usina localizada em Goiás no cenário inicial com o cenário 2.....	108
Tabela 68: Quantidade armazenada de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pela usina localizada no Estado de Alagoas no cenário 2.....	108
Tabela 69: Comparativo dos níveis de estoque dos três produtos na usina localizada em Alagoas no cenário inicial com o cenário 2.....	109
Tabela 70: Quantidade armazenada de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pelo grupo no cenário 2.....	110
Tabela 71: Comparativo dos níveis de estoque dos três produtos no grupo no cenário inicial com o cenário 2.....	110



Tabela 72: Componentes do fluxo de caixa (em milhões de reais) do grupo de usinas para as três safras no cenário 2. ....	113
Tabela 73: Comparativo dos componentes de caixa (em milhões de reais) do cenário inicial com o cenário 2.....	113
Tabela 74: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) na usina localizada no estado de São Paulo no cenário 3.....	116
Tabela 75: Comparativo da produção dos três produtos no cenário inicial com o cenário 3 pela usina localizada no Estado de São Paulo. ....	116
Tabela 76: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) na usina localizada no estado de Goiás no cenário 3 .....	117
Tabela 77: Comparativo da produção dos três produtos no cenário inicial com o cenário 3 pela usina localizada no Estado de Goiás. ....	118
Tabela 78: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) na usina localizada no estado de Alagoas no cenário 3.....	118
Tabela 79: Comparativo da produção dos três produtos no cenário inicial com o cenário 3 pela usina localizada no Estado de Alagoas. ....	119
Tabela 80: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pelo grupo no cenário 3 .....	120
Tabela 81: Comparativo da produção dos três produtos no cenário inicial com o cenário 3 pelo grupo. ....	120
Tabela 82: Vendas de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) na usina localizada no estado de São Paulo no cenário 3. ....	123
Tabela 83: Comparativo das vendas dos três produtos no cenário inicial com o cenário 3 pela usina localizada no Estado de São Paulo. ....	123
Tabela 84: Vendas de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) na usina localizada no estado de Goiás no cenário 3.....	124
Tabela 85: Comparativo das vendas dos três produtos no cenário inicial com o cenário 3 pela usina localizada no Estado de Goiás.....	125
Tabela 86: Vendas de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) na usina localizada no estado de Alagoas no cenário 3. ....	125
Tabela 87: Comparativo das vendas dos três produtos no cenário inicial com o cenário 3 pela usina localizada no Estado de Alagoas. ....	126
Tabela 88: Vendas de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pelo grupo no cenário 3. ....	127

Tabela 89: Comparativo das vendas dos três produtos no cenário inicial com o cenário 3 pelo grupo. ....	127
Tabela 90: Níveis de estoque de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pela usina localizada no Estado de São Paulo no cenário 3. ....	130
Tabela 91: Comparativo dos níveis de estoque dos três produtos no cenário inicial com o cenário 3 pela usina localizada no Estado de São Paulo. ....	130
Tabela 92: Níveis de estoque de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pela usina localizada no Estado de Goiás no cenário 3. ....	131
Tabela 93: Comparativo dos níveis de estoque dos três produtos no cenário inicial com o cenário 3 pela usina localizada no Estado de Goiás. ....	132
Tabela 94: Níveis de estoque de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pela usina localizada no Estado de Alagoas no cenário 3. ....	132
Tabela 95: Comparativo dos níveis de estoque dos três produtos no cenário inicial com o cenário 3 pela usina localizada no Estado de Alagoas. ....	133
Tabela 96: Níveis de estoque de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pelo grupo no cenário 3. ....	134
Tabela 97: Comparativo dos níveis de estoque dos três produtos no cenário inicial com o cenário 3 pelo grupo. ....	134
Tabela 98: Transferências de açúcar (mil ton.), etanol anidro (mil m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (mil m <sup>3</sup> ) na safra 2015/2016 no cenário 3. ....	137
Tabela 99: Transferências de açúcar (mil ton.), etanol anidro (mil m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (mil m <sup>3</sup> ) na safra 2016/2017 no cenário 3. ....	137
Tabela 100: Transferências de açúcar (mil ton.), etanol anidro (mil m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (mil m <sup>3</sup> ) na safra 2017/2018 no cenário 3. ....	138
Tabela 101: Comparativo das transferências dos três produtos entre as usinas do Grupo do cenário inicial com o cenário 3 para a safra 2015/2016. ....	139
Tabela 102: Comparativo das transferências dos três produtos entre as usinas do Grupo do cenário inicial com o cenário 3 para a safra 2016/2017. ....	140
Tabela 103: Comparativo das transferências dos três produtos entre as usinas do Grupo do cenário inicial com o cenário 3 para a safra 2017/2018. ....	140
Tabela 104: Componentes do fluxo de caixa (em milhões de reais) do grupo de usinas para as três safras no cenário 3. ....	143
Tabela 105: Comparativo dos componentes de caixa (em milhões de reais) do cenário inicial com o cenário 3. ....	143

Tabela 106: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) na usina localizada no estado de São Paulo no cenário 4.....	146
Tabela 107: Comparativo da produção dos três produtos no cenário inicial com o cenário 4 pela usina localizada no Estado de São Paulo. ....	146
Tabela 108: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) na usina localizada no estado de Goiás no cenário 4. ....	147
Tabela 109: Comparativo da produção dos três produtos no cenário inicial com o cenário 4 pela usina localizada no Estado de Goiás. ....	148
Tabela 110: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) na usina localizada no estado de Alagoas no cenário 4.....	148
Tabela 111: Comparativo da produção dos três produtos no cenário inicial com o cenário 4 pela usina localizada no Estado de Alagoas. ....	149
Tabela 112: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pelo Grupo no cenário 4. ....	150
Tabela 113: Comparativo da produção dos três produtos no cenário inicial com o cenário 4 pelo grupo. ....	150
Tabela 114: Vendas de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) na usina localizada no estado de São Paulo no cenário 4. ....	153
Tabela 115: Comparativo das vendas dos três produtos no cenário inicial com o cenário 4 pela usina localizada no Estado de São Paulo. ....	153
Tabela 116: Vendas de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) na usina localizada no estado de Goiás no cenário 4.....	154
Tabela 117: Comparativo das vendas dos três produtos no cenário inicial com o cenário 4 pela usina localizada no Estado de Goiás.....	155
Tabela 118: Vendas de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) na usina localizada no estado de Alagoas no cenário 4. ....	155
Tabela 119: Comparativo das vendas dos três produtos no cenário inicial com o cenário 4 pela usina localizada no Estado de Alagoas. ....	156
Tabela 120: Vendas de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) do grupo no cenário 4.....	157
Tabela 121: Comparativo das vendas dos três produtos no cenário inicial com o cenário 4 pelo Grupo. ....	157
Tabela 122: Níveis de estoque de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pela usina localizada no Estado de São Paulo no cenário 4. ....	160

Tabela 123: Comparativo dos níveis de estoque dos três produtos no cenário inicial com o cenário 4 pela usina localizada no Estado de São Paulo. ....	160
Tabela 124: Níveis de estoque de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pela usina localizada no Estado de Goiás no cenário 4. ....	161
Tabela 125: Comparativo dos níveis de estoque dos três produtos no cenário inicial com o cenário 4 pela usina localizada no Estado de Goiás. ....	162
Tabela 126: Níveis de estoque de açúcar (ton.), etanol anidro (m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (m <sup>3</sup> ) pela usina localizada no Estado de Alagoas no cenário 4. ....	162
Tabela 127: Comparativo dos níveis de estoque dos três produtos no cenário inicial com o cenário 4 pela usina localizada no Estado de Alagoas. ....	163
Tabela 128: Níveis de estoque dos três produtos no cenário inicial com o cenário 4 pelo Grupo. ....	164
Tabela 129: Comparativo dos níveis de estoque dos três produtos no cenário inicial com o cenário 4 pelo grupo. ....	164
Tabela 130: Transferências de açúcar (mil ton.), etanol anidro (mil m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (mil m <sup>3</sup> ) na safra 2015/2016 no cenário 4. ....	167
Tabela 131: Transferências de açúcar (mil ton.), etanol anidro (mil m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (mil m <sup>3</sup> ) na safra 2016/2017 no cenário 4. ....	167
Tabela 132: Transferências de açúcar (mil ton.), etanol anidro (mil m <sup>3</sup> ) e etanol hidratado (mil m <sup>3</sup> ) na safra 2017/2018 no cenário 4. ....	168
Tabela 133: Comparativo das transferências dos três produtos entre as usinas do Grupo do cenário inicial com o cenário 4 para a safra 2015/2016. ....	169
Tabela 134: Comparativo das transferências dos três produtos entre as usinas do Grupo do cenário inicial com o cenário 4 para a safra 2016/2017. ....	170
Tabela 135: Comparativo das transferências dos três produtos entre as usinas do Grupo do cenário inicial com o cenário 4 para a safra 2017/2018. ....	170
Tabela 136: Componentes do fluxo de caixa (em milhões de reais) do grupo de usinas para as três safras no cenário 4. ....	173
Tabela 137: Comparativo dos componentes de caixa (em milhões de reais) do cenário inicial com o cenário 4. ....	173
Tabela 138: Variações médias em cada variável do modelo levando em consideração a comparação dos cenários 2, 3 e 4 com o cenário inicial. ....	176



## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o agronegócio brasileiro vem se configurando como um sólido pilar para a economia do país, tendo participado de 21,6% do PIB nacional no ano de 2017 (CEPEA; CNA, 2017), e correspondendo a 44% (SECEX, 2018) da geração de divisas no mesmo ano.

Nesse período, a soja, o milho e a cana-de-açúcar se destacaram como as principais cadeias do agronegócio. Diferente da soja e do milho, que são comumente exportados no seu estado *in natura*, a cana-de-açúcar é processada no território nacional em açúcar, em etanol anidro e etanol hidratado.

Hoje, o Brasil se destaca no mercado internacional como o maior exportador de açúcar e tem grande participação no mercado brasileiro de combustíveis com as vendas de etanol anidro e hidratado (BACCHI; RODRIGUES, 2018).

Os agentes responsáveis pela produção de açúcar e de etanol anidro e etanol hidratado são as usinas e destilarias. Assim como a grande maioria das empresas, as usinas têm como objetivo principal maximizar os lucros obtidos com a sua atividade econômica (GITMAN, 2004; PAIVA, 2009). Ocorre, entretanto, que as decisões relacionadas à produção e à comercialização devem incorporar uma série de variáveis que estão sujeitas ao dinamismo do mercado em que estão inseridas, tornando mais complexas as respostas para questões como: quanto produzir de cada produto? Quanto vender e quanto armazenar? Como uma mudança em um parâmetro pode afetar o comportamento das variáveis de decisão ótimas?

Além dos parâmetros operacionais e dos fatores de mercado, como os preços obtidos com a venda dos produtos, o setor sucroenergético está sujeito a uma série de políticas públicas (MICHELS; ARAKAKI, 2012). Uma política recente, aprovada pelo congresso no ano de 2017, é a chamada Política Nacional dos Biocombustíveis (RenovaBio), a qual possui como principal objetivo estimular a produção de etanol pelas usinas de modo a auxiliar o país a cumprir com os seus compromissos de redução da emissão de CO<sub>2</sub>, como fora firmado no “Acordo de Paris” (MME, 2018).

Nesse contexto, conforme indicado por Taylor (2008), o uso de modelos matemáticos que simplificam e transformam a realidade em equações matemáticas pode

ser de grande auxílio nessa tomada de decisão, incorporando as variáveis de decisão e as sujeitando a restrições de acordo com o seu real comportamento.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo principal estruturar um modelo matemático que busca maximizar o lucro de um grupo formado por três usinas, sendo uma localizada no estado de São Paulo, outra localizada no estado de Alagoas e outra, no estado de Goiás.

Para que esse objetivo principal seja atingido, são definidos cinco objetivos específicos, a saber:

- I. Identificar quais são as principais variáveis de decisão de cada uma das usinas do Grupo;
- II. Identificar os parâmetros operacionais e de mercado necessários para a modelagem matemática do problema;
- III. Elaborar um modelo matemático que busca maximizar o caixa ao final da safra para o Grupo como um todo;
- IV. Levantar e comparar três diferentes cenários com o objetivo III, nos quais são levadas em consideração mudanças em determinados nos parâmetros adotados inicialmente;
- V. Avaliar o efeito da implementação da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) sobre a decisão de produção e comercialização de etanol nas unidades do grupo.

Para isso, o presente trabalho se divide em quatro capítulos, além da introdução. O segundo capítulo, “Revisão de Literatura”, busca identificar quais são as principais características e a relevância do setor sucroenergético brasileiro, como se dá o papel das usinas nesse mercado, quais os principais autores e quais os principais instrumentos de auxílio utilizados no processo decisório.

O capítulo “Metodologia” busca caracterizar cada uma das usinas estudadas, detalhar qual a função objetivo, as variáveis de decisão, os parâmetros e as restrições utilizadas para realizar a modelagem matemática do problema proposto, bem como busca apresentar quais foram os recursos computacionais utilizados para a execução de toda a modelagem. O tópico “Resultados e Discussão” busca expor os resultados obtidos em cada um dos cenários analisados e compará-los com o cenário “base” adotado no item III dos objetivos específicos. Por fim, as “Conclusões” sintetiza as principais diferenças

apresentadas entre os cenários levantados e identifica quais foram as variáveis mais impactadas pela mudança de parâmetros em cada um deles.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA E CARACTERÍSTICAS DO SETOR SUCROENERGÉTICO**

### **2.1. Agronegócio e o mercado sucroenergético**

A cadeia do agronegócio envolve os processos de fabricação de insumos, produção, transformação e consumo (NEVES, 2005). O Brasil, em comparação com a maioria dos países do globo, tem alta competitividade no mercado internacional de *commodities* agrícolas, muito devido à capacidade de produzir a baixos custos produtos relevantes para toda a população, como o milho, a soja, a cana de açúcar, o álcool e a carne bovina (BELLUZZO; FRISCHTAK; LAPLANE, 2014).

De acordo com Gasques et al (2004), vários indicadores podem ser usados para medir o desempenho dessa cadeia. Dentre eles, destaca-se: (i) sua participação no PIB, (ii) sua participação na balança comercial e (iii) a produção, tanto em valor bruto quando em volume.

Nesse passo, como se pode notar na Figura 1, o agronegócio tem tido uma participação relevante no PIB nacional ao longo dos últimos anos. Alves e Bacha (2018) apontam que os investimentos nesse setor têm grande rentabilidade para a sociedade brasileira, contribuindo para o controle da inflação, redução da pobreza e para a geração de divisas.

Na sequência, a Figura 2 ilustra a participação do agronegócio na geração de dívidas nacionais, ressaltando a sua alta participação e crescimento ao longo dos últimos anos.



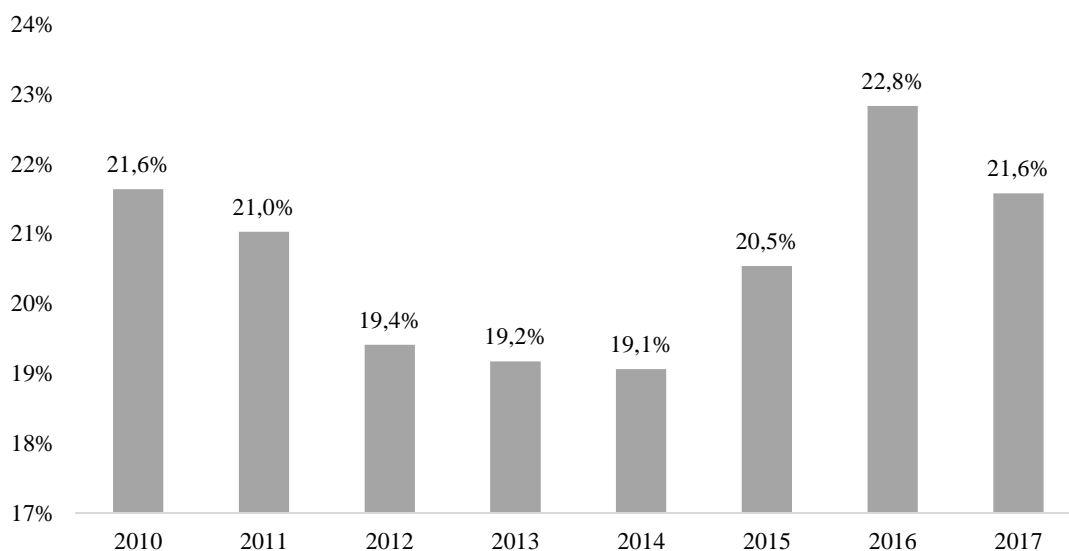


Figura 1: Participação do Agronegócio no PIB Brasileiro nos últimos anos.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de CEPEA e CNA (2017).

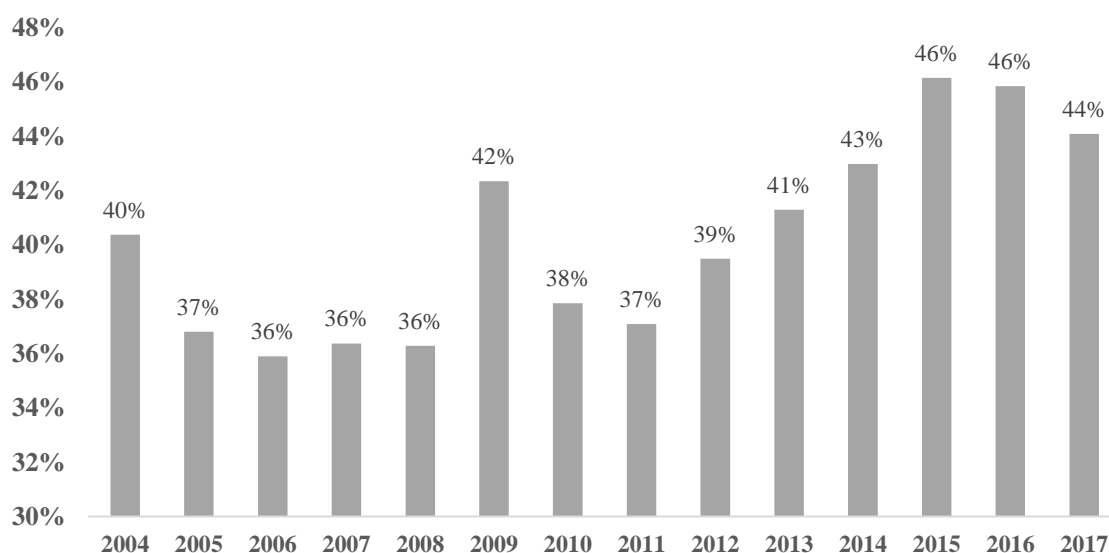


Figura 2: Participação do Agronegócio nas Divisas Brasileiras.

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados de SECEX/MDIC (2018).

Dentre os produtos produzidos pelo agronegócio brasileiro, a soja, o milho e a cana-de-açúcar representaram 61% do valor bruto da produção agropecuária nacional no ano de 2017 (CEPEA; CNA, 2017).

Para a safra 2017/2018, a estimativa da CONAB (2018) é de uma produção total de 118.048,1 mil toneladas de soja, 85.003,5 mil toneladas de milho e, de acordo com dados da UNICA (2018), 641.066 mil toneladas de cana-de-açúcar.

Além da elevada produção, esses três produtos têm participação relevante na balança comercial brasileira. No ano de 2017, a soja gerou 25.717,74 milhões de dólares em dividas para o país, o que corresponde a 11,81% do valor FOB total das exportações brasileiras, representado por um volume de 68.154 mil toneladas, deixando a oleaginosa em primeiro lugar no ranking das exportações por produto (MDIC, 2018). O milho ocupou o décimo primeiro lugar no ranking das exportações por produto, com 29.245 mil toneladas exportadas que geraram 4.567 milhões de dólares em divisas para o Brasil (MDIC, 2018).

Dos três produtos mencionados, apenas a cana-de-açúcar não é exportada em seu estado natural. A partir dela, as indústrias são capazes de produzir três produtos principais: o etanol anidro, o etanol hidratado e o açúcar (ALVES; BACHA, 2018). Dentre eles, o açúcar é destaque no mercado internacional, com o Brasil abastecendo cerca de 40% da demanda global pelo produto (GASQUES et al., 2004). Segundo dados do MDIC (2018), o açúcar bruto teve 23.331 mil toneladas exportadas no ano de 2017, gerando 9.042,18 milhões de dólares em dividas para o país, o que representou 4,15% do valor das exportações totais e 28,77% de participação no valor total das exportações dos produtos semimanufaturados. Já o etanol anidro e o etanol hidratado são comumente absorvidos pelo mercado interno. O seu consumo mais intenso desses produtos se deu a partir do ano de 2003, com a chegada dos motores *flex fuel* no mercado (BELLUZZO; FRISCHTAK; LAPLANE, 2014).

## **2.2. Características do setor sucroenergético**

O cultivo e o processamento da cana de açúcar ocorrem no Brasil desde a sua colonização, quando essas atividades foram consolidadas na região Nordeste do país e eram caracterizadas pelos usos de mão de obra escrava, grande necessidade de investimento de capital, monocultura extensiva e grandes propriedades de terra.

Nos dias de hoje, nota-se que o setor ainda preserva algumas dessas características, como a grande necessidade de capital e a monocultura extensiva (GARCIA et al., 2015). Entretanto, no passado, o plantio e cultivo da cana eram de responsabilidade exclusiva do usineiro; hoje, grande parte da produção vem de pequenas e médias propriedades arrendadas pelas usinas (GARCIA et al., 2015).

As usinas são as empresas que, a partir dos processos industriais, transformam a cana de açúcar em etanol anidro, etanol hidratado ou açúcar. A matéria prima desses processos industriais podem ser obtidos de três formas: (i) as usinas plantam a cana de açúcar em terras próprias, gerenciando toda a estrutura produtiva; (ii) as usinas arrendam as terras do produtores, onde também gerenciam a produção da cana, mas não são donas dos ativos de produção; e (iii) as usinas realizam contratos com produtores especializados (NEVES; WAACK; MARINO, 1998).

De acordo com a CONAB (2017), o número de usinas de moagem no Brasil foi de 352 unidades na safra 2014/2015. Desse total, 193 delas estavam concentradas na região Sudeste do país, 66 na região Centro-Oeste e 60 na região Nordeste.

### 2.2.1. Produção de cana de açúcar

A produção de cana de açúcar no Brasil pode ser analisada com base em duas grandes regiões: Norte-Nordeste e Centro-Sul (UNICA, 2018), as quais apresentam diferentes índices de produtividade e períodos de colheita, como se pode observar nas Figuras 3 e 4. A colheita na região Centro-Sul é mais intensa nos períodos entre final de março e início de dezembro. Na região Norte-Nordeste, a maior intensidade está nos meses entre agosto e abril. (ALVES; BACHA, 2018).

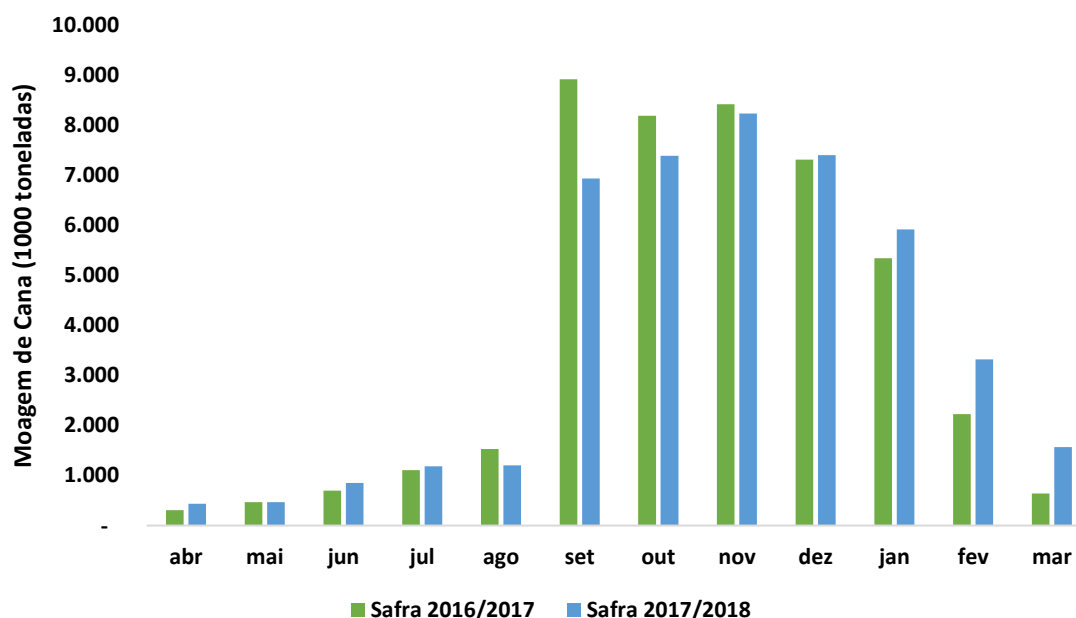


Figura 3: Moagem mensal na região Norte-Nordeste nas duas últimas safras.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da UNICA (2018).

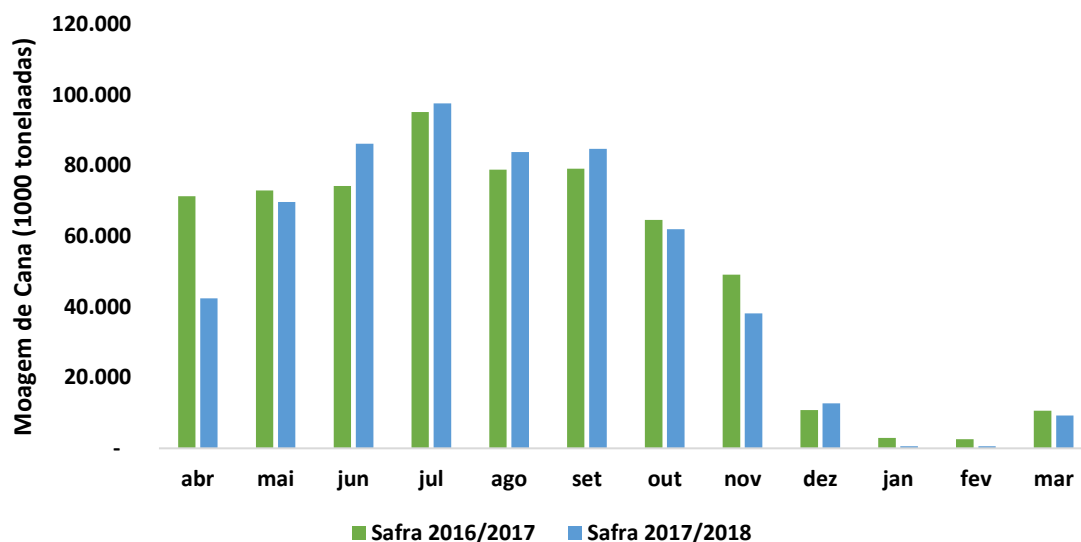


Figura 4: Colheita mensal da Centro-Sul nas duas últimas safras.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da UNICA (2018).

Observa-se, na Figura 5 que a produção e moagem da cana cresceu consideravelmente no território nacional, mas as participações de cada uma das regiões se deram de maneira diferente.

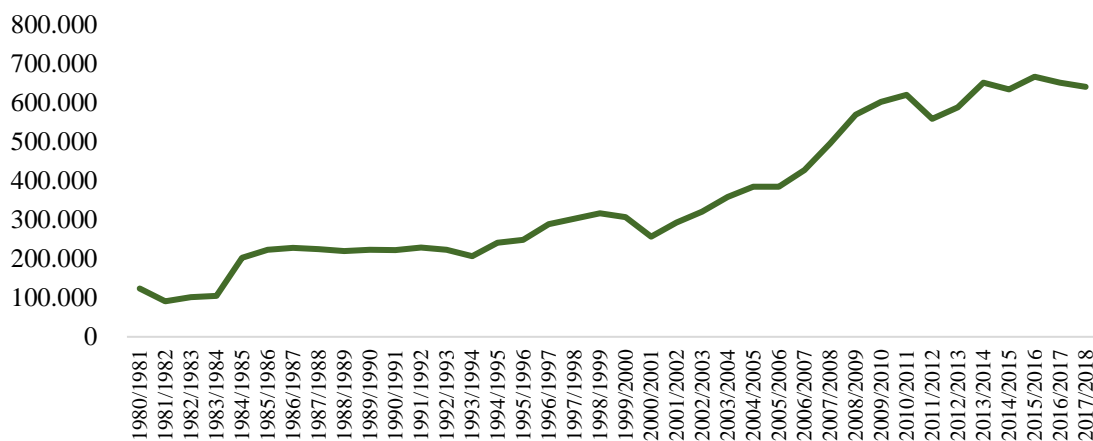


Figura 5: Evolução da produção da cana no Brasil.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da UNICA (2018).

A região Centro-Sul do país teve um crescimento considerável nos últimos anos, e é a região que mais produz açúcar e etanol do mundo (VIDAL, 2018). Segundo dados da UNICA (2018), a produção de cana de açúcar na região aumentou em 715% da safra 1980/1981 até a safra 2017/2018.

Como se pode notar na Figura 6, a produção seguiu aumentando nesses últimos anos, com destaque para as safras entre 2000/2001 e 2010/2011, período marcado pelo substituição da colheita manual pela colheita mecânica, substituição do plantio manual pelo plantio mecânico e pelo aumento no número de empresas na região (BACCARIN; GEBARA; BORGES JÚNIOR, 2011). Segundo dados do MAPA (2018), havia 278 usinas cadastradas na região Centro-Sul no ano de 2018.

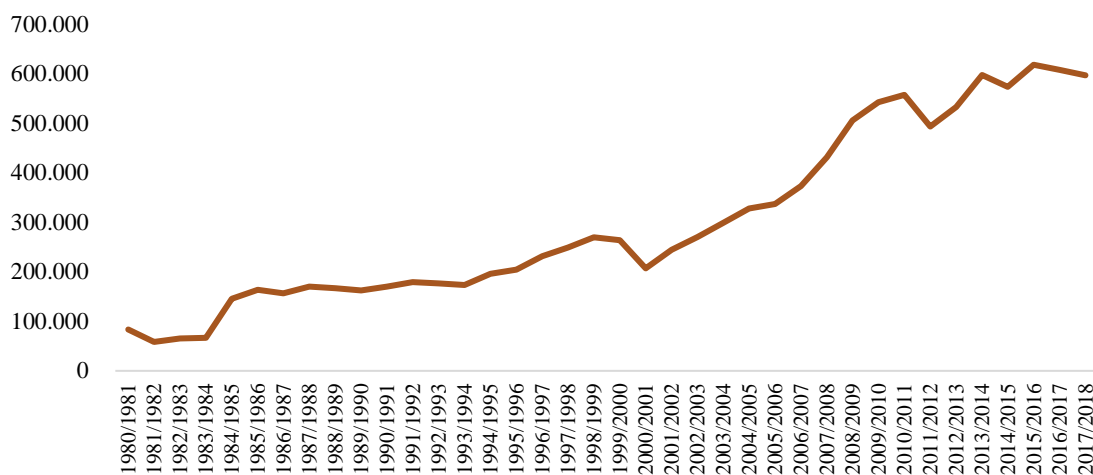


Figura 6: Evolução da produção da cana na região Centro-Sul.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da UNICA (2018).

Em comparação com a região Centro-Sul, nota-se, a partir da Figura 7, nota-se que produção e moagem da cana-de-açúcar na região Norte-Nordeste não teve uma evolução considerável, até mesmo apresentando uma redução nas últimas quatro safras.

Vidal (2018) explica que o setor vem se retraindo nessa região nas últimas safras devido ao fechamento de diversas unidades produtivas e à redução da área plantada da cana, visto que o produtor vem substituindo o cultivo da cultura pela soja ou pelo algodão.

Segundo o autor, alguns fatores contribuíram para a retração do setor nessa região, como o alto preço do etanol no mercado interno, que leva os consumidores a abastecerem os seus veículos com a gasolina, as secas nas safras 1993/1994, 1997/1998 e 2012/2013 até 2014/2015 e os elevados custos de produção, quando comparados com a região Centro-Sul.

Dentre os estados mais representativos na produção da cana de açúcar na região Norte-Nordeste, Vidal (2018) destaca as unidades federativas de Alagoas, Pernambuco

e Paraíba, com participação na produção regional na safra 2015/2016 na ordem de 36%, 25% e 12%, respectivamente.

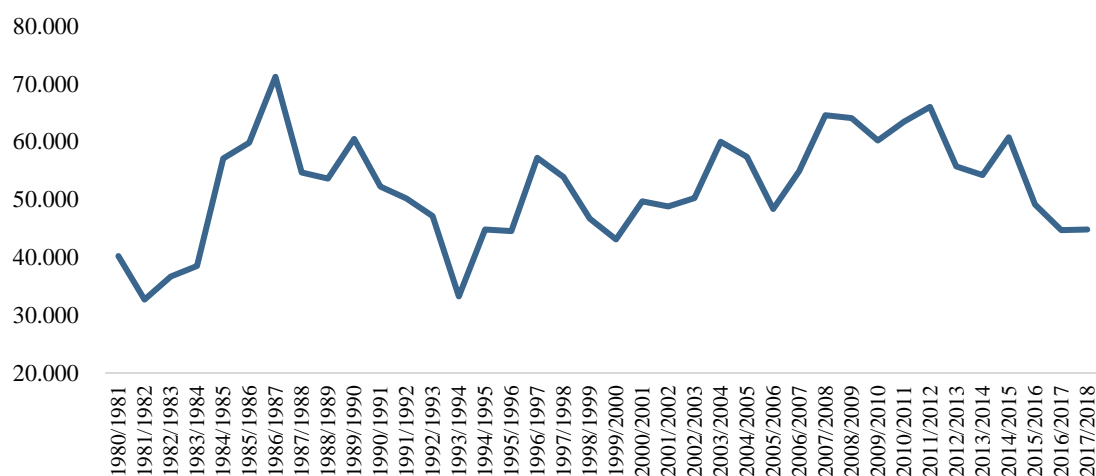


Figura 7: Evolução da produção de Cana na região Norte-Nordeste.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da ÚNICA (2018).

## 2.2.2. Produção de açúcar e etanol em cada região

### 2.2.2.1. Norte-Nordeste

Embora a região Norte-Nordeste seja tradicionalmente mais açucareira, observou-se um maior direcionamento na produção do etanol nas últimas quatro safras, período no qual a produção de açúcar sofreu uma redução de aproximadamente um milhão de toneladas (Figura 8).

De acordo com Vidal (2018), esse cenário ocorreu na região devido ao alto endividamento das usinas da região, que optaram por produzir mais etanol devido a maior facilidade de captar recursos no mercado interno em comparação com o mercado externo, onde os agentes obtêm maior receita com a comercialização do açúcar. Na safra 2017/2018, a produção de etanol aumentou na região, motivada pelo aumento dos preços da gasolina e pela redução dos preços do açúcar no mercado interno, resultado do aumento da oferta global do produto.

O estado de Alagoas foi o mais representativo na produção de açúcar, com 46% da participação na safra 2016/2017, seguido pelo estado do Pernambuco, com 30% da participação na produção do produto na região Nordeste (VIDAL, 2018). Já o etanol tem a sua produção menos concentrada na região Nordeste, com os estados de Paraíba, Pernambuco e Alagoas produzindo cerca de 22,6%, 21,9% e 21,2% da produção total.

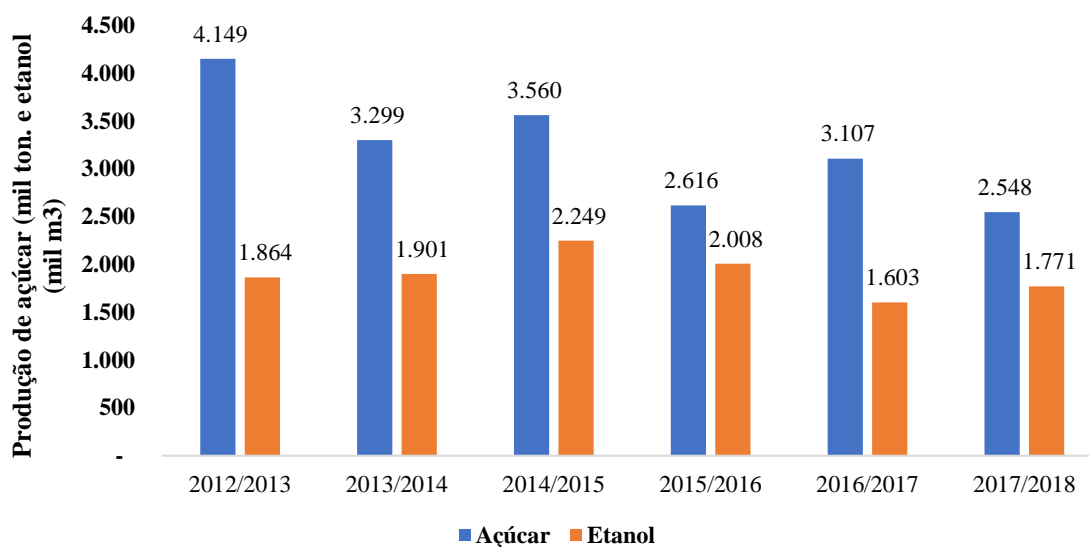


Figura 8: Produção de açúcar (mil ton.) e etanol (mil m<sup>3</sup>) na região Norte-Nordeste.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da ÚNICA (2018).

#### 2.2.2.1. Centro-Sul

Nos últimos anos, região Centro-Sul configurou-se como uma região mais alcooleira que a região Norte-Nordeste. De acordo com o PECEGE (2018), os custos de produção de etanol e de açúcar são menores na região Centro-Sul em comparação com a região Norte-Nordeste, tornando mais vantajosa a instalação de indústrias na primeira região.

A Figura 9 mostra a produção de açúcar e de etanol na região nas últimas seis safras. A partir dela, observa-se que a produção de açúcar e etanol foi crescente com o passar dos anos, e que a produção de etanol oscilou de maneira branda nas últimas três safras. Entretanto, os patamares de produção nessa região se mostram superiores em relação à região Norte-Nordeste.

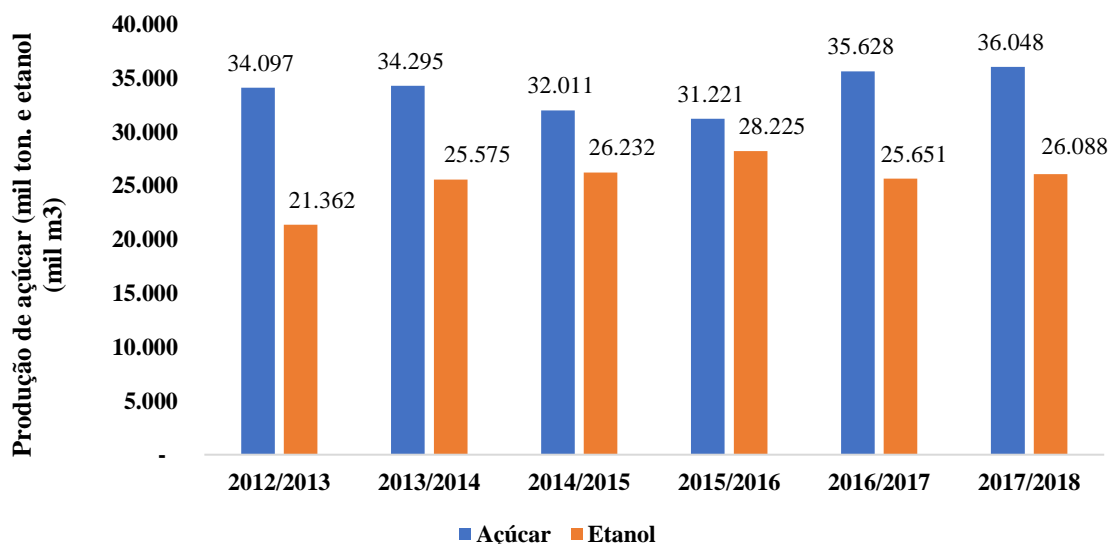


Figura 9: Produção de Açúcar (mil ton.) e Etanol (mil m<sup>3</sup>) na região Centro-Sul. Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da UNICA (2018).

### 2.2.3. Mercado de açúcar

O açúcar é um dos derivados da moagem da cana de açúcar e é consumido por praticamente todos os países do mundo, com destaque para a Índia, a União Europeia, a China, O Brasil e os EUA, que consomem cerca de 18%, 12%, 11%, 8% e 7%, respectivamente, da oferta global do produto (BACCHI; RODRIGUES, 2018).

Além de um dos maiores consumidores, o Brasil se configura como o maior produtor mundial, contribuindo com 23% da oferta global do açúcar, e como o maior exportador, responsável por abastecer 45% da demanda global pelo produto, sendo 85% dela formada por países em desenvolvimento.

O açúcar brasileiro é utilizado para a fabricação de alimentos e bebidas, no mercado interno, e no mercado externo serve de matéria-prima para uma infinidade de alimentos (BACCHI; RODRIGUES, 2018). O produto pode ser exportado na forma de açúcar bruto, VHP, VVHP e refinado.

Como se pode observar na Tabela 1, os três estados que mais exportaram açúcar nas últimas quatro safras foram São Paulo, Minas Gerais e Paraná. Entretanto, observa-se uma redução nas exportações do produto da safra 2016/2017 para a safra 2017/2018.

No que tange a sua formação de preços do produto no mercado interno, esses são sazonais ao longo da safra, atingindo os menores valores nos meses de maio, junho e julho.



Tabela 1: Exportação de Açúcar por estado de origem.

UF	Safra 2017/2018	Safra 2016/2017	Safra 2015/2016	Safra 2014/2015
SP	6.750.494,0	19.004.804,6	19.110.996,8	14.817.122,1
MG	993.297,0	3.219.506,1	3.211.115,1	2.553.266,2
PR	848.652,0	2.676.256,9	2.832.908,3	2.584.361,8
AL	594.378,3	1.033.081,8	1.009.080,0	1.411.497,9
MS	210.514,3	1.378.330,7	1.263.233,3	1.097.459,7
GO	292.910,2	864.617,0	1.026.301,9	777.687,4
PE	78.343,1	304.136,6	287.060,0	493.549,6
PB	7.388,0	50.051,6	13.794,9	26.746,6
ES	0,1	30,0	540,0	4.151,0
MT	10.456,5	42.613,8	20.905,6	15.854,7
SE	6.642,0	6.688,5	9.042,7	12.636,0
RN	-	7.624,2	6.311,6	5.532,0
RS	7,8	3.343,9	12.262,3	9.121,4
RR	1.153,8	11.097,4	248,7	1,5
AM	84,0	9.495,8	2.584,7	-
RJ	1.209,4	2.458,3	4,0	15,5
MA	-	19,2	-	0,4
PA	-	0,2	383,3	201,6
RO	47,1	0,1	109,8	195,6
AC	-	68,8	37,3	74,0
SC	2,0	0,4	31,7	0,5
BA	-	-	-	-
CE	-	-	-	-
DF	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da ÚNICA (2018).

#### 2.2.4. Mercado de etanol

O mercado de etanol no Brasil, diferente do mercado do açúcar, é essencialmente voltado para abastecer o mercado interno, que absorve 90% da produção nacional. As empresas que ofertam o combustível se dividem em produtores com unidade fabril, cooperativas, empresas comercializadoras e importadores.

As comercializadoras se configuram como um importante *player* desse mercado, pois são responsáveis por regular os preços do produto nos períodos de safra e entressafra, muito devido ao fato delas serem mais capitalizadas e possuírem uma maior capacidade de estoques (BACCHI; RODRIGUES, 2018).

A partir desses fornecedores, os distribuidores são os responsáveis por comercializar o biocombustível aos postos revendedores e estes, por sua vez, para os consumidores finais.

Em relação aos preços, observa-se uma sazonalidade nos valores do etanol anidro e hidratado ao longo da safra. A precificação do etanol anidro é feita com base no etanol hidratado, que apresenta preços menores nos meses de maio, junho e julho, e tem seu pico no mês de fevereiro.

O consumo desses biocombustíveis tem relação direta com os preços da gasolina tipo C. Quando o preço do etanol chega a ser maior do que 70% do preço da gasolina, os consumidores, via de regra, optam muito pelo consumo do combustível fóssil.

### **2.2.5. Políticas Públicas no setor sucroenergético e o RenovaBio**

Uma das principais políticas públicas do setor sucroenergético foi o PRÓ-ÁLCOOL, que teve como objetivo estimular a produção e o consumo de etanol como resposta à crise do petróleo de 1970 (MICHELS; ARAKAKI, 2012).

De acordo com Michels e Arakaki (2012), o programa fez com que a produção de etanol no território nacional atingisse o seu auge na safra 1986/1987 e se encerrou na década de 1990 com extinção do IAA.

A partir desse período, a definição do mix de produção das usinas entre açúcar e álcool passou a ser feita a partir das vantagens econômicas de cada um desses produtos, a partir da decisão de cada unidade produtora.

O mercado de etanol combustível no país apresentou uma mudança significativa com a chegada dos veículos *flex-fuel* no mercado em 2003 (MICHELS; ARAKAKI, 2012).

Adicionalmente, em 2017 foi publicada a Lei que institui a Política Nacional de Biocombustíveis, conhecida como RenovaBio. O programa tem como principais objetivos o fornecer uma ferramenta para auxiliar a contribuição do “Acordo de Paris” (COP21), promover a expansão dos biocombustíveis na matriz energética nacional e trazer uma maior previsibilidade para o mercado sucroenergético, segundo o Ministério Minas e Energia (2018).

A saber, os compromissos do Brasil na COP21 preveem a redução 37% das emissões dos gases de efeito estufa até 2025, tomando como base a quantidade emitida desses GEEs no ano de 2005. Para 2023, o compromisso determina uma redução de 43% nas emissões de GEE, tendo também como referência o montante emitido em 2005.

O programa RenovaBio tem três fundamentos principais: (i) as metas de descarbonização, (ii) o reconhecimento do desempenho ambiental e (iii) o mecanismo para precificação do carbono.

Em relação ao primeiro fundamento, a Resolução 03/2018 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) determina uma meta de redução de intensidade de carbono (IC) de 10,1% até o ano de 2028, passando de 74,25 g CO<sub>2</sub>/MJ para 66,75 g CO<sub>2</sub>/MJ.

Para o fundamento (ii), a Agência Natural do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) é, hoje, a responsável por regular e credenciar empresas responsáveis pela certificação dos biocombustíveis. A Agência propôs uma ferramenta chamada “RenovaCalc”, a qual traz em números exatos a intensidade de carbono (IC) para cada um dos produtores de biocombustíveis. Dessa forma, pode-se obter a quantidade de litros necessários para que a usina tenha direito a um CBIO.

A precificação do CBIO emitido engloba o terceiro fundamento da política do RenovaBio. A comercialização desses títulos de crédito irá ocorrer via mercado organizado e a sua emissão será realizada pelos produtores de etanol. As distribuidoras, por sua vez, são caracterizadas como parte obrigada do programa, tendo a obrigação de adquirir os títulos de descarbonização emitidos pelas usinas.

A quantidade de títulos que será emitida por cada unidade produtora dependerá da sua nota de eficiência energética. Assim, empresas com melhor desempenho energético-ambiental no processo de produção, terão notas mais elevadas e, como consequência, poderão emitir uma quantidade maior de títulos para o mesmo volume de etanol comercializado.

### **2.3. Complexidade da tomada de decisão e uso de modelos matemáticos**

Dentre as escolas e teorias administrativas, parte da literatura tem um olhar mais técnico e racional, que chega a subvalorizar o aspecto humano das organizações e a sua importância em situações nas quais as tarefas são complexas, imprevisíveis e difíceis (MORGAN, 2013).

Como cita Gitman (2004), os tomadores de decisão, os administradores, gerenciam todas as áreas da organização, norteados as ações de todos os funcionários de modo a maximizar o lucro da organização e o valor da empresa para os proprietários.

De acordo com Morgan (2013), a essência das atividades administrativas está na tomada de decisão, uma atividade essencialmente humana. Ansoff (1977) diz que as decisões da empresa podem ser tomadas para potencializar o impacto dos seus produtos no mercado, com a intenção de maximizar o retorno sobre o investimento e estruturar os seus recursos. Essas decisões são tomadas diariamente e em grande quantidade.

Essas decisões podem ser classificadas como “decisões programadas” e como “decisões não-programadas” (SIMON, 1970). O primeiro tipo engloba aquelas com normas e procedimentos rotineiros que determinam a sua forma de execução. O segundo tipo, por sua vez, é caracterizado por decisões relevantes e de natureza complexa, de tal forma que não existe um modo pré-programado para serem tomadas.

Para que o indivíduo responsável tome a decisão ótima, ou satisfatória, ele deve olhar para um conjunto de alternativas e estar ciente das consequências de cada uma delas. Nelas, o tomador de decisão pode ter domínio total dessas consequências, pode conhecer o ambiente e assumir certas probabilidades ou desconhecer completamente os impactos (MEDEIROS, 1999).

Taylor (2008) afirma que existem diversos modelos matemáticos que auxiliam na tomada de decisão e que podem ser aplicados em diferentes tipos de organizações, como as organizações industriais, de serviços, governamentais, militares e de saúde.

Segundo o autor, o método científico para resolver os problemas apresenta cinco etapas: (i) observação, (ii) definição do problema, (iii) construção do problema, (iv) a solução do modelo e (v) a aplicação do seu resultado.

Ao longo dos últimos anos, diversos estudos se propuseram a aplicar modelos matemáticos visando uma melhoria na tomada de decisão no setor sucroenergético no que tange a etapa agrícola, “Corte, Carregamento e Transporte” (CCT) e a etapa de armazenagem e comercialização (PAIVA, 2009).

Dentre esses estudos, Paiva e Morabito (2007) se propuseram a desenvolver um modelo de otimização que auxiliasse na tomada de decisão a nível tático das usinas, tendo como *output* resultados ótimos para os processos de colheita (também conhecido como

CTT por envolver as atividades de colheita, transbordo e transporte), industrial e de comercialização e distribuição, e que estivesse alinhado com a estratégia da empresa.

A complexidade para tomar decisões no setor sucroenergético é resultado, principalmente, da sazonalidade dos preços e dos custos de produção e de matéria-prima (PAIVA, 2009). As usinas buscam maximizar o seu lucro nesses cenários sazonais, levando em consideração restrições como capacidade de estoque, capacidade de produção e cumprimento de contratos (PAIVA, 2009).

Além disso, em se tratando de um grupo de usinas cooperadas e diversificadas (PAIVA, 2009), que podem produzir diversos produtos, como açúcar, etanol anidro e etanol hidratado, e transporta-los entre as suas unidades, deve-se observar a sazonalidade dos preços em cada um dos mercados em que essas usinas se encontram, bem como levar em consideração os custos de transporte, que também são variáveis ao longo da safra (SOARES, M G; CAIXETA FILHO, 1996).

As duas Figuras 10 e 11 ilustram a sazonalidade dos preços do açúcar, do etanol anidro e do etanol hidratado ao longo da safra.

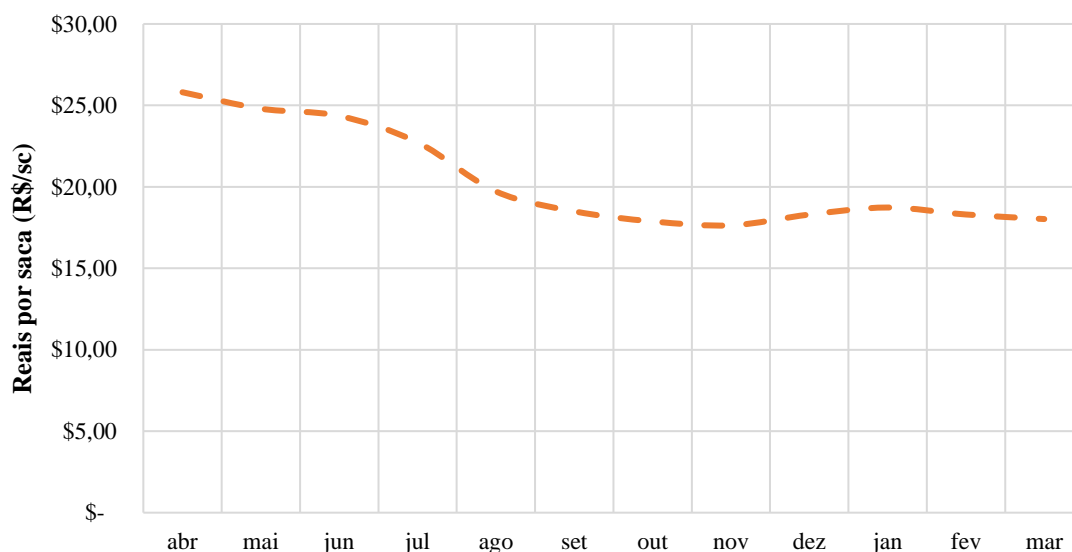


Figura 10: Preços do açúcar São Paulo ao longo da safra 2017/2018, em valores reais.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da CONSECANA (2018).

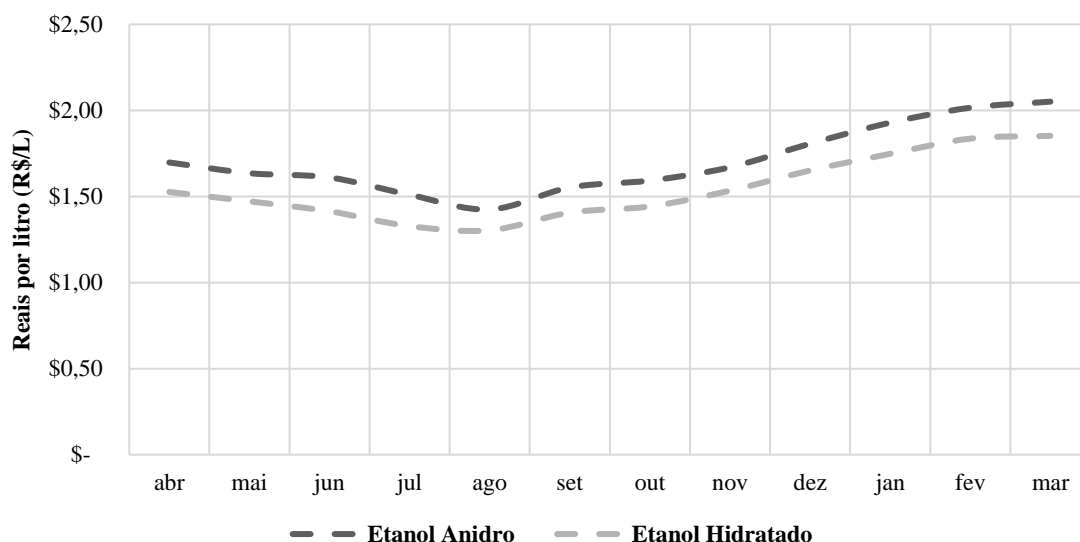


Figura 11: Preços do etanol anidro e etanol hidratado ao longo da safra 2017/2018, em São Paulo.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do CEPEA (2018).

A Figura 12 apresenta os preços dos fretes para os produtos do setor sucroenergético. Observa-se que os valores são maiores nos meses de outubro e março para realizar os transportes de açúcar e, no caso do etanol, os valores são mais elevados em setembro e fevereiro.

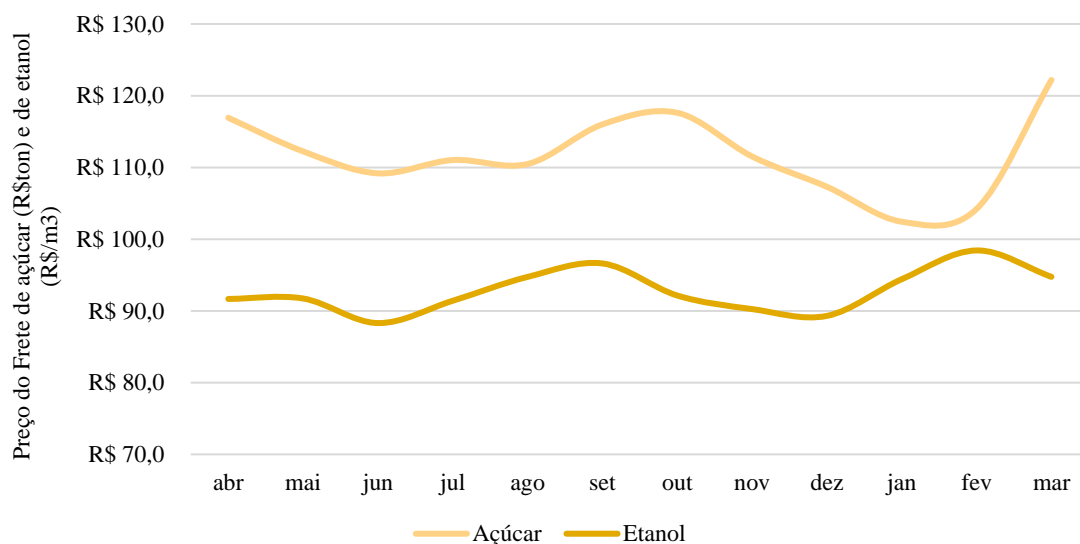


Figura 12: Valores de frete de açúcar (R\$/tonelada) e etanol (R\$/m3) para uma rota entre Ribeirão Preto (SP) e Quirinópolis (GO) durante a safra 2017/2018.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do SIFRECA (2018).

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. Caracterização das usinas analisadas**

Para a realização da modelagem matemática, foram consideradas três usinas típicas localizadas em Ribeirão Preto-SP, Quirinópolis-GO e em Coruripe-AL. Para cada uma dessas unidades, foram estabelecidos parâmetros médios da região para produção, vendas, custos, preços dos produtos produzidos, capacidade de estoque, emissão de CBIO e fretes de açúcar e etanol. Os valores adotados, bem como o detalhamento do modelo proposto, são apresentados nos próximos tópicos deste capítulo.

#### **3.2. Programação linear para a tomada de decisão**

A etapa de construção do modelo é baseada na representação da realidade e pode ser feita a partir de gráficos, o modo menos usual, e/ou equações matemáticas, construídas a partir de números e símbolos (TAYLOR, 2008).

Modelos construídos a partir de equações matemáticas apresentam variáveis, ou aquilo que o modelo busca determinar, e parâmetros, ambos com uma relação funcional definida por meio das equações. Segundo Taylor (2008), as técnicas de modelagem podem variar entre os métodos de programação linear, técnicas probabilísticas, diagramas e outras técnicas.

Quando o tomador de decisão tem o objetivo de resolver um problema de maximização ou minimização, sujeito a algumas restrições, a técnica de programação linear é o método mais recomendado (TAYLOR, 2008).

Para a elaboração de um modelo de programação linear é preciso determinar as variáveis de decisão, a função objetivo as restrições e os parâmetros do modelo. Para se atingir o ponto ótimo, o tomador de decisão pode fazer o uso do método gráfico ou de recursos computacionais (TAYLOR, 2008).

### 3.3. Descrição do Modelo Utilizado

#### 3.3.1. Função objetivo e variáveis de decisão

O modelo proposto nesse trabalho tem como objetivo maximizar o caixa do grupo de usinas no último mês do período de safra. Em notação matemática, a função objetivo é representada por:

$$MAX C_{12}$$

em que  $C_{12}$  representa o montante de recursos em caixa no último mês de safra (mês 12).

Como output, o modelo deve definir para cada um dos meses as quantidades produzidas, vendidas, armazenadas e transferidas de uma usina para a outra. Em suma, a estrutura matemática adotada utiliza as seguintes variáveis:

- $Q_{PMU}$  - Quantidade produzida de cada produto, em cada usina e em cada mês da safra;
- $V_{PMU}$  - Quantidade vendida de cada produto, em cada usina e em cada mês da safra;
- $E_{PMU}$  - Quantidade armazenada de cada produto, em cada usina e em cada mês da safra;
- $SP_{PMU}$  - Quantidade de cada produto recebida pela usina de Ribeirão Preto em cada mês da safra;
- $AL_{PMU}$  - Quantidade de cada produto recebida pela usina de Alagoas em cada mês da safra;
- $GO_{PMU}$  - Quantidade de cada produto recebida pela usina de Goiás em cada mês da safra;
- $C_M$  - Caixa mensal do grupo em cada um dos meses da safra;
- $CBIO_{PMU}$  - Quantidade de CBio emitida por cada produto e usina, em cada um dos meses da safra.

Em que:

- P representa o açúcar (1), o etanol anidro (2) e o etanol hidratado (3), para todo  $P \in \{1, 2, 3\}$ ;
- M representa cada um dos meses da safra, de abril (1) até março (12), para todo  $M \in \{1, 2, 3, \dots, 12\}$ ;



- U representa as usinas situadas no estado de São Paulo (1), Alagoas (2) e Goiás (3), para todo  $U \in \{1, 2, 3\}$ .

### 3.3.2. Parâmetros

Os parâmetros do modelo adotado levam em consideração fatores macroeconômicos, como os preços dos três produtos, os preços dos fretes de açúcar e etanol e a taxa mensal correspondente a 80% do CDI como custo financeiro de carregamento de estoque. Adicionalmente, incorpora características das usinas de cada um dos três estados, como capacidade de estoque, capacidade de produção, vendas mínimas para cumprir os contratos e *mix* máximo e mínimo para o açúcar.

A seguir estão dispostos todos os parâmetros utilizados no modelo:

- $E_{max_{PMU}}$  – Capacidade máxima mensal de estoque de cada produto (P) em cada uma das usinas (U) em cada mês de safra (M).

Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{1, 2, 3, \dots, 12\};$$

$$U \in \{1, 2, 3\}.$$

- $E_{f_{PMU}}$  – Estoque final de cada produto (P) em cada uma das três usinas (U) do grupo em cada mês de safra (M).

Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{12\};$$

$$U \in \{1, 2, 3\}.$$

- $Q_{max_{PMU}}$  – Capacidade máxima mensal de produção de cada produto (P) em cada uma das usinas (U) em cada mês de safra (M).

Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$M \in \{1, 2, 3, \dots, 12\}$ ;

$U \in \{1, 2, 3\}$ .

- $Vmin_{PMU}$  – Quantidade mensal mínima vendida de cada um dos três produtos (P) em cada usina (U) em cada mês de safra (M), visando atender as exigências dos contratos firmados.

Em que:

$P \in \{1, 2, 3\}$ ;

$M \in \{1, 2, 3, \dots, 12\}$ ;

$U \in \{1, 2, 3\}$ .

- $Fcana_p$  – Fator de transformação da cana de açúcar de cada um dos três produtos (P).

Em que:

$P \in \{1, 2, 3\}$ .

- $M_{MU}$  – Quantidade mensal de cana de açúcar moída em cada uma das usinas (U) do grupo.

Em que:

$M \in \{1, 2, 3, \dots, 12\}$ ;

$U \in \{1, 2, 3\}$ .

- $ATR_{MU}$  – Açúcar total recuperável (ATR) mensal da cana de açúcar em cada uma das usinas (U) do grupo em cada mês de safra (M).

Em que:

$M \in \{1, 2, 3, \dots, 12\}$ ;

$U \in \{1, 2, 3\}$ .

- $MIXmax_{PMU}$  – Participação máxima mensal do açúcar no *mix* de produção de cada usina (U) do grupo em cada mês de safra (M).

Em que:

$P \in \{1\}$ ;

$M \in \{1, 2, 3, \dots, 12\}$ ;

$U \in \{1, 2, 3\}$ .

- $MIXmin_{PMU}$  – Participação mínima mensal do açúcar no *mix* de produção de cada usina (U) do grupo em cada mês de safra (M).

Em que:

$P \in \{1\}$ ;

$M \in \{1, 2, 3, \dots, 12\}$ ;

$U \in \{1, 2, 3\}$ .

- $Preço_{PMU}$  – Preço mensal de cada um dos três produtos (P) em cada estado (U), em reais, em cada mês de safra (M).

Em que:

$P \in \{1, 2, 3\}$ ;

$M \in \{1, 2, 3, \dots, 12\}$ ;

$U \in \{1, 2, 3\}$ .

- $Ccana_{MU}$  – Custo mensal, em reais, da tonelada de cana de açúcar em cada uma das usinas (U) do grupo em cada mês de safra (M).

Em que:

$M \in \{1, 2, 3, \dots, 12\}$ ;

$U \in \{1, 2, 3\}$ .

- $Cprodutos_{PMU}$  – Custo mensal de produção de cada um dos três produtos (P) em cada uma das três usinas (U) em cada mês de safra (M).

Em que:

$P \in \{1, 2, 3\}$ ;

$M \in \{1, 2, 3, \dots, 12\}$ ;

$U \in \{1, 2, 3\}$ .

- $CO_M$  – Custo oportunidade mensal associado ao estoque dos produtos produzidos pelas usinas do grupo em cada mês de safra (M).

Em que:

$M \in \{1, 2, 3, \dots, 12\}$ .

- $FreteSP_{PMU}$  – Valor do frete pago para realizar as transferências dos produtos (P) com origem na usina (U) situada no estado de São Paulo e com destino às usinas de Goiás e de Alagoas em cada mês de safra (M).

Em que:

$P \in \{1, 2, 3\}$ ;

$M \in \{1, 2, 3, \dots, 12\}$ ;

$U \in \{2, 3\}$ .

- $FreteGO_{PMU}$  – Valor do frete pago para realizar as transferências dos produtos (P) com origem na usina situada no estado de Goiás (U) e com destino às usinas de São Paulo e de Alagoas em cada mês de safra (M).

Em que:

$P \in \{1, 2, 3\}$ ;

$M \in \{1, 2, 3, \dots, 12\}$ ;

$U \in \{1, 2\}$ .

- $FreteAL_{PMU}$  – Valor do frete pago para realizar as transferências dos produtos (P) com origem na usina situada no estado de Alagoas (U) e com destino às usinas de São Paulo e de Goiás em cada mês de safra (M).

Em que:

$P \in \{1, 2, 3\}$ ;

$M \in \{1, 2, 3, \dots, 12\}$ ;

$U \in \{1, 3\}$ .

- $Nota_U$  – Nota de eficiência energética de cada uma das usinas (U) do grupo.

Em que:

$$U \in \{1, 2, 3\}.$$

- $PreçoCBIO$  – Preço recebido pela emissão de um CBio pelo grupo de usinas.

### 3.3.3. Restrições

#### 3.3.3.1. Estoque

As restrições de estoque indicam que o estoque de cada uma das usinas é calculado a partir do estoque no período anterior, ou, no caso do primeiro mês, o parâmetro do estoque inicial, somado à quantidade produzida e recebida das outras usinas, para cada um dos produtos, menos a quantidade vendida e a quantidade transferida para as outras usinas. As equações de estoque no primeiro mês da safra e as equações de estoque o longo dos demais meses estão dispostas a seguir.

- Equação 1: estoque inicial da usina localizada no estado de São Paulo.

$$E_{PMU} = Ei_U + Q_{PMU} - V_{PMU} - SP_{PMU} + AL_{PMU} + GO_{PMU}$$

Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{1\};$$

$$U \in \{1\}.$$

- Equação 2: estoque contábil da usina localizada no estado de São Paulo.

$$E_{PMU} = E_{P(M-1)U} + Q_{PMU} - V_{PMU} - SP_{PMU} + AL_{PMU} + GO_{PMU}$$

Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{2, 3, 4, \dots, 12\};$$

$$U \in \{1\}.$$

- Equação 3: estoque inicial da usina localizada no estado de Goiás.

$$E_{PMU} = Ei_U + Q_{PMU} + SP_{PMU} + AL_{PMU} - V_{PMU} - GO_{PMU}$$

Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{1\};$$

$$U \in \{3\}.$$

- Equação 4: estoque contábil da usina localizada no estado de Goiás.

$$E_{PMU} = E_{P(M-1)U} + Q_{PMU} - V_{PMU} + SP_{PMU} + AL_{PMU} - GO_{PMU}$$

Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{2, 3, 4, \dots, 12\};$$

$$U \in \{3\}.$$

- Equação 5: estoque inicial da usina localizada no estado de Alagoas.

$$E_{PMU} = Ei_U + Q_{PMU} - AL_{PMU} + SP_{PMU} - V_{PMU} + GO_{PMU}$$

Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{1\};$$

$$U \in \{2\}.$$

- Equação 6: estoque contábil da usina localizada no estado de Alagoas.

$$E_{PMU} = E_{P(M-1)U} + Q_{PMU} - V_{PMU} + SP_{PMU} - AL_{PMU} + GO_{PMU}$$

Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{2, 3, 4, \dots, 12\};$$

$$U \in \{2\}.$$

- Equação 7: restrição que indica para o modelo que a quantidade armazenada dos três produtos não pode exceder a capacidade máxima de armazenagem mensal de cada uma das três usinas.

$$E_{PMU} \leq Emax_{PMU}$$

Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{1, 2, 3, 4, \dots, 12\};$$

$$U \in \{1, 2, 3\}.$$

- Equação 8: restrição que indica para o modelo que o estoque de cada um dos três produtos, em cada uma das usinas, no final da safra deve ser maior ou igual ao parâmetro do estoque final.

$$E_{PMU} \geq EF_{PMU}$$

Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{1, 2, 3, 4, \dots, 12\};$$

$$U \in \{1, 2, 3\}.$$

### 3.3.3.2. Produção

As restrições de produção informam a produção mensal máxima para cada uma das usinas. A equação de produção do modelo está disposta a seguir.

- Equação 9: equação matemática que indica para o modelo que a produção mensal de cada usina para cada um dos três produtos não pode exceder as suas respectivas capacidades máximas de produção.

$$Q_{PMU} \leq Qmax_{PMU}$$

Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{1, 2, 3, 4, \dots, 12\};$$

$$U \in \{1, 2, 3\}.$$

### 3.3.3.3. Vendas

As restrições de vendas limitam a quantidade de etanol anidro, etanol hidratado e de açúcar que a usina é capaz de vender. É informado para o modelo que cada usina não pode vender, ao mês, uma quantidade maior do que ela produz adicionada a quantidade armazenada. Por outro lado, as restrições de vendas mínimas indicam que há um mínimo mensal a ser comercializado de cada um dos produtos de modo que cada usina típica possa cumprir os seus contratos firmados. A seguir, temos as respectivas equações de vendas mínimas e máximas para cada usina.

- Equação 10: equação que indica para o modelo que o volume mensal vendido de cada um dos três produtos deve ser maior ou igual ao mínimo exigido pelos contratos individuais de cada uma das três usinas.

$$V_{PMU} \geq Vmin_{PMU}$$

Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{1, 2, 3, 4, \dots, 12\};$$

$$U \in \{1, 2, 3\}.$$

- Equação 11: equação que indica para o modelo que o volume mensal vendido de cada um dos três produtos deve ser menor ou igual a disponibilidade mensal de produtos da usina do Alagoas no primeiro mês da safra.

$$V_{PMU} \leq Ei_U + Q_{PMU} - AL_{PMU} + GO_{PMU} + SP_{PMU}$$

Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{1\};$$

$$U \in \{2\}.$$

- Equação 12: equação que indica para o modelo que o volume mensal vendido de cada um dos três produtos deve ser menor ou igual a disponibilidade mensal de produtos da usina do Alagoas a partir do segundo mês da safra.

$$V_{PMU} \leq E_{P(M-1)U} + Q_{PMU} - AL_{PMU} - AL_{PMU} + GO_{PMU} + SP_{PMU}$$



Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{2, 3, 4, \dots, 12\};$$

$$U \in \{2\}.$$

- Equação 13: equação que indica para o modelo que o volume mensal vendido de cada um dos três produtos deve ser menor ou igual a disponibilidade mensal de produtos da usina situada no estado de São Paulo no primeiro mês da safra.

$$V_{PMU} \leq Ei_U + Q_{PMU} - SP_{PMU} + AL_{PMU} + GO_{PMU}$$

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{1\};$$

$$U \in \{1\}.$$

- Equação 14: equação que indica para o modelo que o volume mensal vendido de cada um dos três produtos deve ser menor ou igual a disponibilidade mensal de produtos da usina situada no estado de São Paulo a partir do segundo mês da safra.

$$V_{PMU} \leq E_{P(M-1)U} + Q_{PMU} - SP_{PMU} + AL_{PMU} + GO_{PMU}$$

Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{2, 3, 4, \dots, 12\};$$

$$U \in \{1\}.$$

- Equação 15: equação que indica para o modelo que o volume mensal vendido de cada um dos três produtos deve ser menor ou igual a disponibilidade mensal de produtos da usina situada no estado de Goiás no primeiro mês da safra.

$$V_{PMU} \leq Ei_U + Q_{PMU} + SP_{PMU} + AL_{PMU} - GO_{PMU}$$

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{1\};$$

$$U \in \{3\}.$$

- Equação 16: equação que indica para o modelo que o volume mensal vendido de cada um dos três produtos deve ser menor ou igual a disponibilidade mensal de produtos da usina situada no estado de Goiás a partir do segundo mês da safra.

$$V_{PMU} \leq E_{P(M-1)U} + Q_{PMU} + SP_{PMU} + AL_{PMU} - GO_{PMU}$$

Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{2, 3, 4, \dots, 12\};$$

$$U \in \{3\}.$$

### 3.3.3.4. Alocação produtiva

As restrições de alocação produtiva indicam para o modelo que toda a cana-de-açúcar processada em cada uma das três usinas deve ser transformada em açúcar, etanol anidro e etanol hidratado. As equações referentes às alocações produtivas estão dispostas a seguir.

- Equação 17: restrição de alocação produtiva para a usina localizada no estado de São Paulo.

$$\sum_{P=1}^3 \left[ \frac{Q_{PMU} * F_P}{\frac{M_{MU} * ATR_{MU}}{1000}} \right] = 1$$

Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{1, 2, 3, 4, \dots, 9\};$$

$$U \in \{1\}.$$

- Equação 18: restrição de alocação produtiva para a usina localizada no estado de Alagoas.

$$\sum_{P=1}^3 \left[ \frac{Q_{PMU} * F_P}{\frac{M_{MU} * ATR_{MU}}{1000}} \right] = 1$$

Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{6, 7, 8, \dots, 12\};$$

$$U \in \{2\}.$$

- Equação 19: restrição de alocação produtiva para a usina localizada no estado de Goiás.

$$\sum_{P=1}^3 \left[ \frac{Q_{PMU} * F_P}{M_{MU} * ATR_{MU}} \right] = 1$$

Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{1, 2, 3, 4, \dots, 9\};$$

$$U \in \{3\}.$$

### 3.3.3.5. Mix de açúcar

As restrições do *mix* de açúcar indicam para o modelo que a produção de açúcar não pode ser maior que o *mix* máximo e não pode ser menor do que o *mix* mínimo de cada uma das três usinas. A representação matemática dessas restrições está disposta nas equações a seguir.

- Equação 19: restrição do *mix* máximo de açúcar da usina localizada no estado de São Paulo.

$$\sum_{P=1}^1 \left[ \frac{Q_{PMU} * F_P}{M_{MU} * ATR_{MU}} \right] \leq MIXmax_{MU}$$

Em que:

$$P \in \{1\};$$

$$M \in \{1, 2, 3, \dots, 9\};$$

$$U \in \{1\}.$$

- Equação 20: restrição do *mix* máximo de açúcar da usina localizada no estado de Alagoas.

$$\sum_{P=1}^1 \left[ \frac{Q_{PMU} * F_P}{\frac{M_{MU} * ATR_{MU}}{1000}} \right] \leq MIXmax_{MU}$$

Em que:

$$P \in \{1\};$$

$$M \in \{6, 7, 8, \dots, 12\};$$

$$U \in \{2\}.$$

- Equação 21: restrição do *mix* mínimo de açúcar da usina localizada no estado de São Paulo.

$$\sum_{P=1}^1 \left[ \frac{Q_{PMU} * F_P}{\frac{M_{MU} * ATR_{MU}}{1000}} \right] \geq MIXmin_{MU}$$

Em que:

$$P \in \{1\};$$

$$M \in \{1, 2, 3, \dots, 9\};$$

$$U \in \{1\}.$$

- Equação 22: restrição do *mix* mínimo de açúcar da usina localizada no estado de Alagoas.

$$\sum_{P=1}^1 \left[ \frac{Q_{PMU} * F_P}{\frac{M_{MU} * ATR_{MU}}{1000}} \right] \geq MIXmin_{MU}$$

Em que:

$$P \in \{1\};$$

$$M \in \{6, 7, 8, \dots, 12\};$$

$$U \in \{2\}.$$

### 3.3.3.6. Quantidade de CBIO emitida

A quantidade de CBio emitida por cada uma das usinas leva em consideração a quantidade vendida de etanol anidro e etanol hidratado comercializada, multiplicada pela nota de eficiência energética de cada uma das unidades produtoras.

- Equação 23: cálculo da quantidade de CBio emitida por cada uma das usinas produtoras de etanol.

$$CBIO_{PMU} = V_{PMU} * N_U$$

Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{1, 2, 3, 4, \dots, 12\};$$

$$U \in \{1, 2, 3\}.$$

### 3.3.3.7. Cálculo do fluxo de caixa

O fluxo de caixa mensal do grupo de usinas é calculado subtraindo os custos das receitas de cada uma das três unidades produtoras, somados ou subtraídos do caixa inicial, para o primeiro mês da safra, ou do caixa do mês anterior, para os demais meses.

Como receita, temos a quantidade vendida multiplicada pelo preço de cada um dos três produtos e o valor do CBio emitido. Como componentes dos custos, temos os custos fixos mensais, os custos variáveis de produção e de moagem da cana, os custos de transporte e o custo oportunidade da operação de armazenagem.

- Equação 24: equação que representa o caixa do grupo de usinas no primeiro mês da safra.

$$C_M = \sum_{U=1}^3 Ci_U + \sum_{P=1}^3 \sum_{U=1}^3 V_{PMU} * P_{PMU} - \sum_{U=1}^3 CF_U - \sum_{U=1}^3 M_U * CC_U - \sum_{P=1}^3 \sum_{U=1}^3 Q_{PMU} * CV_{PMU} \\ - \sum_{P=1}^3 \sum_{U=1}^3 E_{PMU} * CO_M - \sum_{U=1}^3 \sum_{P=1}^3 SP_{PMU} * Fsp_{PMU} \\ - \sum_{U=1}^3 \sum_{P=1}^3 GO_{PMU} * Fgo_{PMU} - \sum_{U=1}^3 \sum_{P=1}^3 AL_{PMU} * Fal_{PMU} \\ + \sum_{P=1}^3 \sum_{U=1}^3 CBIO_{PMU} * Pcbio$$

Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{1\};$$

$$U \in \{1, 2, 3\}.$$

- Equação 25: equação que representa o caixa do grupo de usinas a partir do segundo mês da safra.

$$\begin{aligned}
 C_M = & \sum_{P=2}^{12} C_{M-1} + \sum_{P=1}^3 \sum_{U=1}^3 V_{PMU} * P_{PMU} - \sum_{U=1}^3 CF_U - \sum_{U=1}^3 M_U * CC_U - \sum_{P=1}^3 \sum_{U=1}^3 Q_{PMU} * CV_{PMU} \\
 & - \sum_{P=1}^3 \sum_{U=1}^3 E_{PMU} * CO_M - \sum_{U=1}^3 \sum_{P=1}^3 SP_{PMU} * Fsp_{PMU} \\
 & - \sum_{U=1}^3 \sum_{P=1}^3 GO_{PMU} * Fgo_{PMU} - \sum_{U=1}^3 \sum_{P=1}^3 AL_{PMU} * Fal_{PMU} \\
 & + \sum_{P=1}^3 \sum_{U=1}^3 CBIO_{PMU} * Pcbio
 \end{aligned}$$

Em que:

$$P \in \{1, 2, 3\};$$

$$M \in \{2, 3, 4, \dots, 12\};$$

$$U \in \{1, 2, 3\}.$$

### 3.4. Dados utilizados no modelo

#### 3.4.1. Preços

Os preços adotados no modelo fazem referência ao valor recebido com as vendas do açúcar, etanol anidro e etanol hidratado, em cada um dos estados brasileiros, ilustrados na Tabela 2. Os valores retratam os preços médios apurados e publicados pelo CEPEA (2018) e CONSECANA (2018) e representam os valores efetivamente recebidos pelas usinas em cada um desses Estados.

Tabela 2: Preços do Açúcar (R\$/tonelada), Etanol Anidro (R\$/m3) e Etanol Hidratado (R\$/m3), recebidos pelo grupo de usinas no mercado interno.

Produto	Açúcar		Etanol Anidro			Etanol Hidratado			
	UF Usina/mês	São Paulo	Alagoas	São Paulo	Goiás	Alagoas	São Paulo	Goiás	Alagoas
abr/15	R\$	958,00	R\$ 1.128,40	R\$ 1.420,40	R\$ 1.403,78	R\$ 1.557,70	R\$ 1.261,30	R\$ 1.138,18	R\$ 1.377,90
mai/15	R\$	857,80	R\$ 1.149,80	R\$ 1.401,50	R\$ 1.381,25	R\$ 1.546,80	R\$ 1.261,60	R\$ 1.109,75	R\$ 1.452,80
jun/15	R\$	806,00	R\$ 1.198,60	R\$ 1.363,10	R\$ 1.365,30	R\$ 1.605,20	R\$ 1.226,50	R\$ 1.090,43	R\$ 1.450,30
jul/15	R\$	793,00	R\$ 1.201,20	R\$ 1.352,40	R\$ 1.335,60	R\$ 1.654,70	R\$ 1.216,20	R\$ 1.064,66	R\$ 1.488,70
ago/15	R\$	799,00	R\$ 1.205,80	R\$ 1.328,80	R\$ 1.326,70	R\$ 1.650,50	R\$ 1.199,00	R\$ 1.047,88	R\$ 1.472,80
set/15	R\$	845,40	R\$ 1.193,80	R\$ 1.300,70	R\$ 1.329,40	R\$ 1.562,90	R\$ 1.175,50	R\$ 1.096,30	R\$ 1.389,60
out/15	R\$	897,00	R\$ 1.422,20	R\$ 1.358,30	R\$ 1.615,35	R\$ 1.737,10	R\$ 1.273,40	R\$ 1.338,62	R\$ 1.512,00
nov/15	R\$	853,60	R\$ 1.569,80	R\$ 1.658,30	R\$ 1.970,00	R\$ 2.040,70	R\$ 1.528,80	R\$ 1.535,63	R\$ 1.662,10
dez/15	R\$	871,40	R\$ 1.562,00	R\$ 1.870,40	R\$ 1.924,15	R\$ 2.188,80	R\$ 1.709,00	R\$ 1.550,72	R\$ 1.711,30
jan/16	R\$	975,60	R\$ 1.875,00	R\$ 1.888,10	R\$ 2.120,78	R\$ 2.244,10	R\$ 1.704,60	R\$ 1.725,03	R\$ 1.823,90
fev/16	R\$	1.099,80	R\$ 1.921,60	R\$ 1.996,70	R\$ 2.111,60	R\$ 2.327,20	R\$ 1.824,40	R\$ 1.809,00	R\$ 1.995,80
mar/16	R\$	1.115,60	R\$ 1.917,20	R\$ 2.083,00	R\$ 2.089,73	R\$ 2.317,70	R\$ 1.916,40	R\$ 1.764,40	R\$ 1.969,30
abr/16	R\$	1.083,80	R\$ 1.916,40	R\$ 2.113,70	R\$ 1.734,06	R\$ 2.030,80	R\$ 1.906,60	R\$ 1.350,08	R\$ 1.885,90
mai/16	R\$	1.034,00	R\$ 1.918,80	R\$ 1.602,40	R\$ 1.549,48	R\$ 1.695,60	R\$ 1.396,60	R\$ 1.232,80	R\$ 1.888,26
jun/16	R\$	1.037,40	R\$ 1.905,20	R\$ 1.536,40	R\$ 1.684,48	R\$ 1.683,58	R\$ 1.391,00	R\$ 1.338,50	R\$ 1.874,88
jul/16	R\$	1.104,80	R\$ 1.959,20	R\$ 1.678,10	R\$ 1.709,20	R\$ 1.731,30	R\$ 1.501,90	R\$ 1.358,54	R\$ 1.928,02
ago/16	R\$	1.136,80	R\$ 1.938,20	R\$ 1.636,60	R\$ 1.732,60	R\$ 1.712,74	R\$ 1.501,50	R\$ 1.415,85	R\$ 1.907,35
set/16	R\$	1.174,60	R\$ 1.828,00	R\$ 1.726,30	R\$ 1.792,06	R\$ 1.893,90	R\$ 1.559,70	R\$ 1.481,44	R\$ 1.758,70
out/16	R\$	1.290,20	R\$ 1.939,40	R\$ 1.796,80	R\$ 2.006,70	R\$ 1.978,00	R\$ 1.665,90	R\$ 1.747,68	R\$ 1.811,00
nov/16	R\$	1.339,20	R\$ 1.961,20	R\$ 2.018,30	R\$ 2.090,57	R\$ 2.120,30	R\$ 1.857,90	R\$ 1.727,73	R\$ 1.834,90
dez/16	R\$	1.437,20	R\$ 1.900,40	R\$ 2.086,60	R\$ 2.080,98	R\$ 2.076,40	R\$ 1.869,30	R\$ 1.693,30	R\$ 1.760,10
jan/17	R\$	1.449,40	R\$ 1.896,20	R\$ 2.075,70	R\$ 2.056,23	R\$ 2.045,20	R\$ 1.867,90	R\$ 1.664,93	R\$ 1.757,90
fev/17	R\$	1.352,60	R\$ 1.861,00	R\$ 2.047,10	R\$ 1.826,10	R\$ 2.008,30	R\$ 1.815,80	R\$ 1.541,18	R\$ 1.761,40
mar/17	R\$	1.289,40	R\$ 1.839,20	R\$ 1.916,90	R\$ 1.649,86	R\$ 1.841,80	R\$ 1.686,10	R\$ 1.369,30	R\$ 1.710,60
abr/17	R\$	1.290,40	R\$ 1.762,00	R\$ 1.697,60	R\$ 1.632,00	R\$ 1.805,10	R\$ 1.526,40	R\$ 1.385,93	R\$ 1.760,30
mai/17	R\$	1.240,00	R\$ 1.692,60	R\$ 1.635,30	R\$ 1.598,05	R\$ 1.773,50	R\$ 1.471,80	R\$ 1.218,58	R\$ 1.766,60
jun/17	R\$	1.217,60	R\$ 1.644,40	R\$ 1.610,30	R\$ 1.499,33	R\$ 1.805,80	R\$ 1.414,20	R\$ 1.196,16	R\$ 1.716,29
jul/17	R\$	1.136,60	R\$ 1.567,20	R\$ 1.509,90	R\$ 1.407,98	R\$ 1.719,00	R\$ 1.327,70	R\$ 1.155,58	R\$ 1.635,72

<b>Produto</b>	<b>Açúcar</b>		<b>Etanol Anidro</b>			<b>Etanol Hidratado</b>		
	<b>UF Usina/mês</b>	<b>São Paulo</b>	<b>Alagoas</b>	<b>São Paulo</b>	<b>Goiás</b>	<b>Alagoas</b>	<b>São Paulo</b>	<b>Goiás</b>
<b>ago/17</b>	R\$ 986,00	R\$ 1.465,40	R\$ 1.424,70	R\$ 1.466,25	R\$ 1.607,34	R\$ 1.304,00	R\$ 1.218,75	R\$ 1.529,47
<b>set/17</b>	R\$ 925,00	R\$ 1.418,80	R\$ 1.552,30	R\$ 1.537,74	R\$ 1.831,60	R\$ 1.406,40	R\$ 1.260,40	R\$ 1.614,40
<b>out/17</b>	R\$ 894,00	R\$ 1.337,40	R\$ 1.592,80	R\$ 1.595,45	R\$ 1.782,20	R\$ 1.442,30	R\$ 1.366,53	R\$ 1.554,50
<b>nov/17</b>	R\$ 882,00	R\$ 1.249,00	R\$ 1.669,70	R\$ 1.726,35	R\$ 1.679,60	R\$ 1.533,90	R\$ 1.425,03	R\$ 1.480,50
<b>dez/17</b>	R\$ 915,00	R\$ 1.270,00	R\$ 1.806,70	R\$ 1.875,85	R\$ 1.806,50	R\$ 1.651,10	R\$ 1.554,24	R\$ 1.592,80
<b>jan/18</b>	R\$ 936,60	R\$ 1.291,80	R\$ 1.928,80	R\$ 2.004,10	R\$ 1.964,90	R\$ 1.748,00	R\$ 1.609,33	R\$ 1.729,50
<b>fev/18</b>	R\$ 915,20	R\$ 1.267,80	R\$ 2.015,70	R\$ 1.935,18	R\$ 2.036,70	R\$ 1.836,20	R\$ 1.600,15	R\$ 1.848,40
<b>mar/18</b>	R\$ 901,20	R\$ 1.263,80	R\$ 2.050,90	R\$ 1.935,35	R\$ 2.030,27	R\$ 1.852,20	R\$ 1.757,18	R\$ 1.972,70

Fonte: CEPEA (2018) e CONSECANA (2018).



### 3.4.2. Custos Fixos

Os custos fixos para as três safras dizem respeito às despesas operacionais fixas mensais para manter as unidades ao longo de todo o ano safra, ilustrados na Tabela 3, levantados a partir de dados disponibilizados pela ÚNICA (2018), PECEGE (2018) e CONSECAN (2018).

Tabela 3: Custos fixos das usinas típicas ao longo das safras 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018.

UF Usina/mês	GO	SP	AL
<b>abr/15</b>	R\$ 6.121.040,39	R\$ 6.959.428,59	R\$ 2.372.548,86
<b>mai/15</b>	R\$ 6.584.598,26	R\$ 7.486.479,17	R\$ 1.437.460,32
UF Usina/mês	GO	SP	AL
<b>jun/15</b>	R\$ 6.415.242,18	R\$ 7.293.926,68	R\$ 1.024.655,17
<b>jul/15</b>	R\$ 6.772.984,52	R\$ 7.700.668,37	R\$ 1.166.926,21
<b>ago/15</b>	R\$ 7.139.220,52	R\$ 8.117.067,07	R\$ 1.402.017,82
<b>set/15</b>	R\$ 6.373.602,40	R\$ 7.246.583,58	R\$ 2.350.815,56
<b>out/15</b>	R\$ 6.619.223,68	R\$ 7.525.847,17	R\$ 2.528.847,23
<b>nov/15</b>	R\$ 6.177.629,45	R\$ 7.023.768,55	R\$ 2.463.805,19
<b>dez/15</b>	R\$ 3.742.851,14	R\$ 4.255.502,92	R\$ 2.601.197,89
<b>jan/16</b>	R\$ 2.667.991,40	R\$ 3.033.421,52	R\$ 2.741.852,62
<b>fev/16</b>	R\$ 3.038.435,94	R\$ 3.454.605,20	R\$ 2.447.813,23
<b>mar/16</b>	R\$ 3.650.566,15	R\$ 4.150.577,81	R\$ 2.542.145,29
<b>abr/16</b>	R\$ 6.390.366,17	R\$ 7.265.643,45	R\$ 2.476.941,01
<b>mai/16</b>	R\$ 6.874.320,58	R\$ 7.815.884,25	R\$ 1.500.708,58
<b>jun/16</b>	R\$ 6.697.512,83	R\$ 7.614.859,46	R\$ 1.069.740,00
<b>jul/16</b>	R\$ 7.070.995,84	R\$ 8.039.497,77	R\$ 1.218.270,96
<b>ago/16</b>	R\$ 7.453.346,23	R\$ 8.474.218,03	R\$ 1.463.706,60
<b>set/16</b>	R\$ 6.654.040,91	R\$ 7.565.433,26	R\$ 2.454.251,44
<b>out/16</b>	R\$ 6.910.469,52	R\$ 7.856.984,45	R\$ 2.640.116,51
<b>nov/16</b>	R\$ 6.449.445,14	R\$ 7.332.814,37	R\$ 2.572.212,62
<b>dez/16</b>	R\$ 3.907.536,59	R\$ 4.442.745,04	R\$ 2.715.650,60
<b>jan/17</b>	R\$ 2.785.383,02	R\$ 3.166.892,06	R\$ 2.862.494,14
<b>fev/17</b>	R\$ 3.172.127,12	R\$ 3.606.607,83	R\$ 2.555.517,02
<b>mar/17</b>	R\$ 3.811.191,06	R\$ 4.333.203,24	R\$ 2.653.999,68
<b>abr/17</b>	R\$ 6.709.884,47	R\$ 7.628.925,62	R\$ 2.600.788,06
<b>mai/17</b>	R\$ 7.218.036,61	R\$ 8.206.678,47	R\$ 1.575.744,00
<b>jun/17</b>	R\$ 7.032.388,48	R\$ 7.995.602,43	R\$ 1.123.227,00
<b>jul/17</b>	R\$ 7.424.545,63	R\$ 8.441.472,66	R\$ 1.279.184,51
<b>ago/17</b>	R\$ 7.826.013,54	R\$ 8.897.928,93	R\$ 1.536.891,93
<b>set/17</b>	R\$ 6.986.742,95	R\$ 7.943.704,92	R\$ 2.576.964,01
<b>out/17</b>	R\$ 7.255.993,00	R\$ 8.249.833,67	R\$ 2.772.122,33
<b>nov/17</b>	R\$ 6.771.917,40	R\$ 7.699.455,09	R\$ 2.700.823,25
<b>dez/17</b>	R\$ 4.102.913,42	R\$ 4.664.882,30	R\$ 2.851.433,13
<b>jan/18</b>	R\$ 2.924.652,17	R\$ 3.325.236,67	R\$ 3.005.618,85
<b>fev/18</b>	R\$ 3.330.733,48	R\$ 3.786.938,22	R\$ 2.683.292,87
<b>mar/18</b>	R\$ 4.001.750,62	R\$ 4.549.863,40	R\$ 2.786.699,67

Fonte: PECEGE (2018), ÚNICA (2018) e CONSECANA (2018).

### 3.4.3. Custos Variáveis

Os custos variáveis de produção utilizados no modelo são apresentados na Tabela 4. Os valores foram obtidos a partir de dados disponibilizados pela PECEGE (2018), UNICA (2018) e CONSECANA (2018), e representam as saídas de caixa relacionadas a aquisição da cana de açúcar e da produção de açúcar, etanol anidro e etanol hidratado ao longo dos meses dos anos safra analisados.

Tabela 4: Custos variáveis de processamento e comercialização da cana de açúcar, do açúcar, do etanol anidro e do etanol hidratado.

Estado	Safra/Produto	2015/2016	2016/2017	2017/2018
GO	Cana de Açúcar (R\$/ton.)	R\$ 29,07	R\$ 30,35	R\$ 31,86
	Açúcar (R\$/ton.)	R\$ 193,67	R\$ 202,19	R\$ 212,30
	Etanol Anidro (R\$/m <sup>3</sup> )	R\$ 177,69	R\$ 185,50	R\$ 194,78
	Etanol Hidratado (R\$/m <sup>3</sup> )	R\$ 160,08	R\$ 167,12	R\$ 175,48
SP	Cana de Açúcar (R\$/ton.)	R\$ 27,59	R\$ 28,80	R\$ 30,24
	Açúcar (R\$/ton.)	R\$ 189,68	R\$ 198,03	R\$ 207,93
	Etanol Anidro (R\$/m <sup>3</sup> )	R\$ 174,03	R\$ 181,69	R\$ 190,77
	Etanol Hidratado (R\$/m <sup>3</sup> )	R\$ 156,78	R\$ 163,68	R\$ 171,87
AL	Cana de Açúcar (R\$/ton.)	R\$ 34,78	R\$ 36,31	R\$ 38,12
	Açúcar (R\$/ton.)	R\$ 252,53	R\$ 263,64	R\$ 276,82
	Etanol Anidro (R\$/m <sup>3</sup> )	R\$ 231,69	R\$ 241,88	R\$ 253,98
	Etanol Hidratado (R\$/m <sup>3</sup> )	R\$ 208,73	R\$ 217,91	R\$ 228,81

Fonte: PECEGE (2018), ÚNICA (2018) e CONSECANA (2018).

### 3.4.4. Fretes

Os preços dos fretes dispostos na Tabela 5 indicam o custo por tonelada, no caso do açúcar, ou por metro cúbico, para o etanol anidro e para o etanol hidratado, para realizar a transferência de cada produto entre as unidades do Grupo, considerando as distâncias entre os seus respectivos municípios. Essas informações foram obtidas a partir da base de dados do SIFRECA (2018).

Tabela 5: Fretes rodoviários de açúcar (R\$/ton.) e etanol (R\$/m<sup>3</sup>) entre as usinas do modelo.

Produto	Açúcar			Etanol		
	GO-SP	AL-SP	AL-GO	GO-SP	AL-SP	AL-GO
abr/15	R\$ 92,6	R\$ 229,3	R\$ 234,6	R\$ 81,2	R\$ 228,5	R\$ 234,2
mai/15	R\$ 94,3	R\$ 264,2	R\$ 270,8	R\$ 76,1	R\$ 229,0	R\$ 234,9
jun/15	R\$ 93,0	R\$ 266,3	R\$ 273,0	R\$ 85,7	R\$ 252,8	R\$ 259,3
jul/15	R\$ 94,4	R\$ 282,6	R\$ 290,0	R\$ 86,3	R\$ 254,7	R\$ 261,3
ago/15	R\$ 99,7	R\$ 294,3	R\$ 301,9	R\$ 90,1	R\$ 248,6	R\$ 254,7
set/15	R\$ 100,7	R\$ 280,3	R\$ 287,3	R\$ 92,6	R\$ 291,7	R\$ 299,4

<b>out/15</b>	R\$ 102,7	R\$ 287,9	R\$ 295,1	R\$ 92,2	R\$ 294,9	R\$ 302,8
<b>nov/15</b>	R\$ 100,6	R\$ 284,7	R\$ 291,8	R\$ 90,2	R\$ 292,5	R\$ 300,4
<b>dez/15</b>	R\$ 99,4	R\$ 287,3	R\$ 294,6	R\$ 92,2	R\$ 273,6	R\$ 280,7
<b>jan/16</b>	R\$ 95,6	R\$ 272,2	R\$ 279,1	R\$ 90,0	R\$ 263,7	R\$ 270,4
<b>fev/16</b>	R\$ 96,7	R\$ 284,8	R\$ 292,1	R\$ 83,5	R\$ 242,2	R\$ 248,3
<b>mar/16</b>	R\$ 101,1	R\$ 287,5	R\$ 294,7	R\$ 78,4	R\$ 207,8	R\$ 212,8
<b>abr/16</b>	R\$ 102,0	R\$ 282,5	R\$ 289,5	R\$ 81,7	R\$ 216,5	R\$ 221,7
<b>mai/16</b>	R\$ 100,9	R\$ 285,4	R\$ 292,6	R\$ 83,0	R\$ 223,4	R\$ 228,9
<b>jun/16</b>	R\$ 99,0	R\$ 284,2	R\$ 291,4	R\$ 82,7	R\$ 250,1	R\$ 256,7
<b>jul/16</b>	R\$ 102,4	R\$ 307,8	R\$ 315,8	R\$ 84,8	R\$ 251,0	R\$ 257,5
<b>ago/16</b>	R\$ 103,4	R\$ 301,6	R\$ 309,4	R\$ 86,6	R\$ 252,8	R\$ 259,3
<b>set/16</b>	R\$ 101,2	R\$ 299,9	R\$ 307,7	R\$ 85,0	R\$ 249,5	R\$ 255,9
<b>Produto</b>	<b>Açúcar</b>			<b>Etanol</b>		
<b>Rota/Período</b>	<b>GO-SP</b>	<b>AL-SP</b>	<b>AL-GO</b>	<b>GO-SP</b>	<b>AL-SP</b>	<b>AL-GO</b>
<b>out/16</b>	R\$ 100,5	R\$ 298,2	R\$ 305,9	R\$ 84,9	R\$ 242,9	R\$ 249,0
<b>nov/16</b>	R\$ 95,6	R\$ 278,7	R\$ 285,9	R\$ 88,2	R\$ 247,2	R\$ 253,4
<b>dez/16</b>	R\$ 92,7	R\$ 275,8	R\$ 282,9	R\$ 86,6	R\$ 238,0	R\$ 243,9
<b>jan/17</b>	R\$ 88,6	R\$ 250,8	R\$ 257,2	R\$ 89,2	R\$ 260,8	R\$ 267,5
<b>fev/17</b>	R\$ 105,5	R\$ 317,6	R\$ 325,9	R\$ 93,5	R\$ 301,3	R\$ 309,4
<b>mar/17</b>	R\$ 113,8	R\$ 334,0	R\$ 342,6	R\$ 90,5	R\$ 289,0	R\$ 296,7
<b>abr/17</b>	R\$ 116,9	R\$ 363,9	R\$ 373,6	R\$ 91,7	R\$ 257,4	R\$ 263,8
<b>mai/17</b>	R\$ 112,2	R\$ 366,0	R\$ 375,9	R\$ 91,7	R\$ 262,6	R\$ 269,3
<b>jun/17</b>	R\$ 109,2	R\$ 330,1	R\$ 338,7	R\$ 88,3	R\$ 257,8	R\$ 264,4
<b>jul/17</b>	R\$ 111,0	R\$ 293,2	R\$ 300,4	R\$ 91,4	R\$ 279,1	R\$ 286,4
<b>ago/17</b>	R\$ 110,5	R\$ 290,8	R\$ 297,8	R\$ 94,7	R\$ 285,7	R\$ 293,2
<b>set/17</b>	R\$ 116,0	R\$ 321,6	R\$ 329,6	R\$ 96,6	R\$ 272,8	R\$ 279,7
<b>out/17</b>	R\$ 117,6	R\$ 327,7	R\$ 335,9	R\$ 92,1	R\$ 252,4	R\$ 258,6
<b>nov/17</b>	R\$ 111,5	R\$ 317,0	R\$ 325,0	R\$ 90,3	R\$ 248,1	R\$ 254,2
<b>dez/17</b>	R\$ 107,3	R\$ 297,8	R\$ 305,2	R\$ 89,3	R\$ 253,6	R\$ 260,0
<b>jan/18</b>	R\$ 102,4	R\$ 325,9	R\$ 334,6	R\$ 94,4	R\$ 269,9	R\$ 276,8
<b>fev/18</b>	R\$ 104,2	R\$ 305,5	R\$ 313,4	R\$ 98,4	R\$ 294,2	R\$ 301,9
<b>mar/18</b>	R\$ 122,2	R\$ 301,3	R\$ 308,3	R\$ 94,8	R\$ 285,9	R\$ 293,4

Fonte: SIFRECA (2018).

### 3.4.5. Taxa mensal do CDI

A Tabela 6 exibe os valores, em porcentagem, do Crédito de Depósito Bancário (CDI), disponibilizados pelo Banco Central (2018). O custo oportunidade mensal do modelo foi de 80% do valor do CDI mensal, e está associado ao dinheiro que poderia ser recebido pelas usinas caso elas vendessem os produtos ao invés de mantê-los em estoque.

Tabela 6: Taxa do CDI ao longo das safras 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018.

<b>Mês</b>	<b>CDI (%)</b>	<b>80% CDI (%)</b>
<b>abr/15</b>	0,95%	0,76%
<b>mai/15</b>	0,98%	0,79%
<b>jun/15</b>	1,07%	0,85%

jul/15	1,18%	0,94%
ago/15	1,11%	0,89%
set/15	1,11%	0,89%
out/15	1,11%	0,89%
nov/15	1,06%	0,84%
dez/15	1,16%	0,93%
jan/16	1,05%	0,84%
fev/16	1,00%	0,80%
mar/16	1,16%	0,93%
abr/16	1,05%	0,84%
mai/16	1,11%	0,89%
jun/16	1,16%	0,93%
<b>Mês</b>	<b>CDI (%)</b>	<b>80% CDI (%)</b>
jul/16	1,11%	0,89%
ago/16	1,21%	0,97%
set/16	1,11%	0,89%
out/16	1,05%	0,84%
nov/16	1,04%	0,83%
dez/16	1,12%	0,90%
jan/17	1,08%	0,87%
fev/17	0,86%	0,69%
mar/17	1,05%	0,84%
abr/17	0,79%	0,63%
mai/17	0,93%	0,74%
jun/17	0,81%	0,65%
jul/17	0,80%	0,64%
ago/17	0,80%	0,64%
set/17	0,64%	0,51%
out/17	0,64%	0,51%
nov/17	0,57%	0,45%
dez/17	0,54%	0,43%
jan/18	0,58%	0,47%
fev/18	0,46%	0,37%
mar/18	0,53%	0,43%

Fonte: Bacen (2018).

### 3.4.6. Preço do CBIO

O preço do Crédito de Descarbonização (CBIO) recebido pelas usinas com a comercialização de etanol anidro ou etanol hidratado foi levantando a partir de dados disponibilizados pela ÚNICA (2018), bem como a nota de eficiência energética de cada uma das unidades, que determina o volume de etanol que deve ser vendido para que a usina tenha direito a emitir um título de crédito. Foi adotado um preço de comercialização do CBIO de R\$ 338 reais o título, e o volume de etanol que deve ser vendido por cada

usina para a obtenção de um título de crédito foi de 816 litros para a usina de Alagoas, 739 litros para a usina de São Paulo e 695 litros para a usinas de Goiás.

### 3.4.7. Produção mínima

Dados de produção mínima, disponibilizados pela ÚNICA (2018), de açúcar, etanol anidro e etanol hidratado para as usinas de São Paulo, Goiás e Alagoas estão dispostos nas Tabelas 7, 8 e 9, respectivamente. Esse volume mínimo indica a capacidade mínima de produção da usina para que ela mantenha o seu maquinário em funcionamento ao longo do ano safra.

Tabela 7: Produção mínima de açúcar, etanol anidro e etanol hidratado ao longo da safra para uma usina típica do Estado de São Paulo.

UF Usina	São Paulo		
Mês	Açúcar (ton.)	Etanol Anidro (m3)	Etanol Hidratado (m3)
<b>Abril</b>	11.193,60	1.435,42	5.018,07
<b>Maio</b>	18.625,04	3.136,29	5.142,38
<b>Junho</b>	21.242,33	4.094,92	5.127,04
<b>Julho</b>	25.235,01	5.336,60	6.313,41
<b>Agosto</b>	30.231,24	5.172,74	6.543,15
<b>Setembro</b>	22.467,51	4.871,50	6.212,78
<b>Outubro</b>	21.542,51	4.613,42	5.224,45
<b>Novembro</b>	11.166,37	2.611,05	3.908,18
<b>Dezembro</b>	6.703,95	1.350,38	4.223,83
<b>Janeiro</b>	-	-	-
<b>Fevereiro</b>	-	-	-
<b>Março</b>	-	-	-

Fonte: UNICA (2018).

Tabela 8: Produção mínima de açúcar, etanol anidro e etanol hidratado ao longo da safra para uma usina típica do Estado de Goiás.

UF Usina	Goiás		
Mês	Açúcar (ton.)	Etanol Anidro (m3)	Etanol Hidratado (m3)
<b>Abril</b>	-	1.986,40	13.243,70
<b>Maio</b>	-	3.503,29	13.300,52
<b>Junho</b>	-	4.970,50	14.555,36
<b>Julho</b>	-	3.397,67	14.530,87
<b>Agosto</b>	-	4.302,33	16.851,88
<b>Setembro</b>	-	3.486,31	14.245,38
<b>Outubro</b>	-	3.900,56	13.846,28
<b>Novembro</b>	-	2.993,29	8.723,50
<b>Dezembro</b>	-	-	442,07
<b>Janeiro</b>	-	-	-
<b>Fevereiro</b>	-	-	-
<b>Março</b>	-	-	-

Fonte: UNICA (2018).

Tabela 9: Produção mínima de açúcar, etanol anidro e etanol hidratado ao longo da safra para uma usina típica do Estado de Alagoas.

<b>UF Usina</b>	<b>Alagoas</b>		
<b>Mês</b>	<b>Açúcar (ton.)</b>	<b>Etanol Anidro (m3)</b>	<b>Etanol Hidratado (m3)</b>
<b>Abril</b>	-	-	-
<b>Mai</b>	-	-	-
<b>Junho</b>	-	-	-
<b>Julho</b>	-	-	-
<b>Agosto</b>	-	-	-
<b>Setembro</b>	874,75	278,00	228,00
<b>Outubro</b>	6.381,05	1.272,80	573,85
<b>Novembro</b>	12.696,20	1.150,75	854,80
<b>UF Usina</b>	<b>Alagoas</b>		
<b>Mês</b>	<b>Açúcar (ton.)</b>	<b>Etanol Anidro (m3)</b>	<b>Etanol Hidratado (m3)</b>
<b>Dezembro</b>	12.511,25	2.669,80	1.112,15
<b>Janeiro</b>	10.776,25	2.390,65	1.033,20
<b>Fevereiro</b>	5.536,55	1.152,20	765,50
<b>Março</b>	2.915,65	657,00	430,30

Fonte: UNICA (2018).

### 3.4.8. Produção máxima

Dados de produção máxima, disponibilizados pela ÚNICA (2018), de açúcar, etanol anidro e etanol hidratado para as usinas de São Paulo, Goiás e Alagoas estão dispostos nas Tabelas 10, 11 e 12, respectivamente. Esse volume indica a capacidade máxima de produção de cada um dos produtos para cada uma das usinas.

Tabela 10: Produção máxima de açúcar, etanol anidro e etanol hidratado ao longo da safra para uma usina típica do Estado de São Paulo.

<b>UF Usina</b>	<b>São Paulo</b>		
<b>Mês</b>	<b>Açúcar (ton.)</b>	<b>Etanol Anidro (m3)</b>	<b>Etanol Hidratado (m3)</b>
<b>Abril</b>	20.396,13	4.080,89	7.505,98
<b>Mai</b>	24.126,05	6.044,13	7.465,68
<b>Junho</b>	29.869,69	6.660,33	7.861,16
<b>Julho</b>	35.258,37	6.043,51	7.117,51
<b>Agosto</b>	32.943,82	7.116,32	8.236,41
<b>Setembro</b>	32.044,47	6.356,82	7.734,79
<b>Outubro</b>	25.341,04	5.656,40	7.389,34
<b>Novembro</b>	17.497,67	3.548,85	5.020,38
<b>Dezembro</b>	7.998,61	2.548,44	5.776,47
<b>Janeiro</b>	-	-	-
<b>Fevereiro</b>	-	-	-
<b>Março</b>	-	-	-

Fonte: UNICA (2018).

Tabela 11: Produção máxima de açúcar, etanol anidro e etanol hidratado ao longo da safra para uma usina típica do Estado de Goiás. Fonte: UNICA (2018)

UF Usina	Goiás		
Mês	Açúcar (ton.)	Etanol Anidro (m3)	Etanol Hidratado (m3)
Abril	-	4.807,12	25.022,91
Maio	-	8.508,54	21.806,82
Junho	-	6.777,40	21.969,60
Julho	-	8.094,90	23.629,93
Agosto	-	8.088,61	22.918,16
Setembro	-	7.422,80	22.032,91
Outubro	-	6.648,70	21.107,73
Novembro	-	6.544,27	14.766,00
Dezembro	-	1.610,42	6.649,72
Janeiro	-	-	-

UF Usina	Goiás		
Mês	Açúcar (ton.)	Etanol Anidro (m3)	Etanol Hidratado (m3)
Fevereiro	-	-	-
Março	-	-	-

Fonte: UNICA (2018).

Tabela 12: Produção máxima de açúcar, etanol anidro e etanol hidratado ao longo da safra para uma usina típica do Estado de Alagoas.

UF Usina	Alagoas		
Mês	Açúcar (ton.)	Etanol Anidro (m3)	Etanol Hidratado (m3)
Abril	-	-	-
Maio	-	-	-
Junho	-	-	-
Julho	-	-	-
Agosto	-	-	-
Setembro	3.704,91	608,80	588,63
Outubro	11.176,56	1.459,43	1.875,25
Novembro	15.428,58	2.489,96	2.325,88
Dezembro	16.731,66	3.522,15	1.950,57
Janeiro	13.074,66	2.720,14	1.351,14
Fevereiro	7.933,86	1.488,80	1.179,84
Março	5.231,88	927,80	697,59

### 3.4.9. Capacidade do armazém

A Tabela 13 mostra as capacidades máximas de estoque de cada um dos produtos em cada uma das usinas analisadas, segundo dados da UNICA (2018). Esses valores indicam o máximo de cada produto que a usina consegue manter em estoque, na intenção de obter melhores receitas futuras.

Tabela 13: Capacidade de estoque mensal dos três produtos para as usinas típicas.

UF Usina	SP	GO	AL
<b>Açúcar (ton.)</b>	137.859,20	-	43.740,83
<b>Etanol Anidro (m3)</b>	14.437,43	28.251,48	2.831,62
<b>Etanol Hidratado (m3)</b>	14.437,43	28.251,48	2.831,62

Fonte: UNICA (2018).

### 3.4.10. Vendas mínimas

O volume mensal mínimo, disposto na Tabela 14, vendido por cada usina foi disponibilizado pela ÚNICA (2018), e indica o volume mínimo de etanol anidro, etanol hidratado e açúcar devem ser vendidos para que cada unidade cumpra com os seus contratos.

Tabela 14: Vendas mínimas mensais de açúcar, etanol anidro e etanol hidratado para as usinas do modelo.

UF Usina/Produtos	Açúcar (ton.)	Etanol Anidro (m3)	Etanol Hidratado (m3)
<b>SP</b>	6.590,11	2.143,69	373,65
<b>GO</b>	-	2.149,61	893,32
<b>AL</b>	1.898,66	446,54	56,53

Fonte UNICA (2018).

### 3.4.11. Mix açúcar

Os *mix* máximos e mínimos de açúcar produzidos nas usinas de São Paulo e de Alagoas estão dispostos na Tabela 15, e foram disponibilizados pela ÚNICA (2018). Esses números indicam qual a participação mensal máxima e mínima do produto nos seus respectivos *mix* de produção.

Tabela 15: *Mix* máximo e *mix* mínimo da produção de açúcar para as usinas situadas em São Paulo e em Alagoas.

UF Usina	São Paulo		Alagoas	
	Mix Máximo	Mix Mínimo	Mix Máximo	Mix Mínimo
<b>Mês</b>				
<b>Abril</b>	53,2%	44,3%	-	-
<b>Mai</b>	58,8%	52,1%	-	-
<b>Junho</b>	61,7%	55,9%	-	-
<b>Julho</b>	62,8%	56,0%	-	-
<b>Agosto</b>	61,0%	56,8%	-	-
<b>Setembro</b>	61,8%	51,8%	76,8%	21,8%
<b>Outubro</b>	60,9%	53,4%	75,8%	51,9%
<b>Novembro</b>	56,9%	48,5%	63,4%	62,6%
<b>Dezembro</b>	45,7%	37,9%	69,0%	61,9%
<b>Janeiro</b>	-	-	61,4%	60,7%
<b>Fevereiro</b>	-	-	62,1%	52,0%
<b>Março</b>	-	-	71,4%	47,7%



Fonte: UNICA (2018).

### 3.4.12. Moagem

Dados de moagem mensal de cana de açúcar, disponibilizados pela ÚNICA (2018), estão dispostos na Tabela 16. Esse volume indica a quantidade de cana processada em cada um dos meses do ano safra para cada uma das unidades analisadas.

Tabela 16: Moagem de cana de açúcar (toneladas) de cada usina típica.

UF Usina/Mês	SP	GO	Alagoas
<b>Abril</b>	271.113,61	319.866,68	-
<b>Mai</b>	333.640,06	334.193,37	-
<b>Junho</b>	373.636,70	310.580,79	-
<b>Julho</b>	393.905,57	315.682,53	-
<b>Agosto</b>	393.381,63	279.105,14	-
UF Usina/Mês	SP	GO	Alagoas
<b>Setembro</b>	333.630,06	256.321,39	38.355,25
<b>Outubro</b>	317.152,21	237.279,97	110.257,00
<b>Novembro</b>	210.415,84	212.974,72	155.457,90
<b>Dezembro</b>	157.303,70	58.018,49	153.738,35
<b>Janeiro</b>	-	-	143.209,58
<b>Fevereiro</b>	-	-	91.576,50
<b>Março</b>	-	-	53.412,38

Fonte: UNICA (2018).

### 3.4.13. Estoque final e estoque inicial

A quantidade de etanol anidro que deve ser mantido em estoque ao final da safra para cada uma das usinas está disposta na Tabela 17. Tal volume foi disponibilizado pela ÚNICA (2018), e tem como objetivo atender à lei da ANP que obriga as usinas a manterem um estoque mínimo do biocombustível ao final dos seus respectivos exercícios.

Tabela 17: Estoque final e inicial para o etanol anidro (m3) para cada usina típica considerada no modelo.

UF Usina	Estoques Inicial	Estoque Final
<b>SP</b>	1.613,56	1.613,56
<b>GO</b>	1.740,86	1.740,86
<b>AL</b>	455,77	455,77

Fonte: UNICA (2018).

### 3.4.14. Qualidade da cana

A qualidade mensal da cana de açúcar, expressa em unidades de Açúcar Total Recuperável (ATR), foi obtida a partir de dados disponibilizados pela ÚNICA (2018), e

indicam a qualidade da cana e a sua capacidade de ser convertida em açúcar ou etanol anidro ou hidratado. Dados mensais desse parâmetro estão dispostos na Tabela 18.

Tabela 18: Qualidade da cana de açúcar (ATR) em cada estado.

UF Usina/Mês	São Paulo	Goiás	Alagoas
<b>Abril</b>	108,65	111,93	-
<b>Mai</b>	123,99	125,23	-
<b>Junho</b>	131,20	135,54	-
<b>Julho</b>	138,87	147,42	-
<b>Agosto</b>	145,67	156,08	-
<b>Setembro</b>	153,12	161,90	110,00
<b>Outubro</b>	146,87	156,93	117,00
<b>Novembro</b>	134,79	139,30	137,00
<b>Dezembro</b>	125,90	125,04	138,00
<b>Janeiro</b>	-	-	130,00
UF Usina/Mês	São Paulo	Goiás	Alagoas
<b>Fevereiro</b>	-	-	122,00
<b>Março</b>	-	-	120,00

Fonte: UNICA (2018).

### 3.4.15. Fator de transformação da cana

O fator de transformação da cana de açúcar em açúcar, etanol anidro e etanol hidratado estão dispostos na Tabela 19. Esses dados, disponibilizados pela UNICA (2018), o coeficiente de transformação utilizado na equação de alocação produtiva de cada usina.

Tabela 19: Fator de transformação da cana de açúcar em açúcar, etanol anidro e etanol hidratado.

Produto	Açúcar	Etanol Anidro	Etanol Hidratado
<b>Fator de Transformação da cana</b>	1,0495	1,7492	1,6761

Fonte: UNICA (2018).

## 3.5. RECURSOS COMPUTACIONAIS EMPREGADOS

Foram utilizados os softwares General Algebraic Modeling System (GAMS) e o Microsoft Excel como recursos computacionais para rodar o modelo matemático. O primeiro software foi utilizado usando o solver CPLEX e a função GDX, responsável por ler os dados de entrada do Microsoft Excel, o qual também foi o responsável por planilhar os parâmetros e resultados gerados pelo GAMS.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados do modelo matemático adotado nesse trabalho é dividida em quatro partes. A primeira delas leva em consideração um cenário “base” que será comparado com outros três cenários distintos. Esse cenário inicial irá dispor as quantidades de etanol anidro, etanol hidratado e açúcar produzidas, vendidas, armazenadas e transferidas entre as usinas nos períodos compreendidos entre as safras 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018.

### 4.1. Resultados do cenário base

Para cada uma das safras, serão analisadas as variáveis do modelo para cada uma das três usinas e para o grupo como um todo.

#### 4.1.1. Produção

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** faz referência a produção dos três produtos, nas três safras analisadas, para a usina localizada no Estado de São Paulo. Observa-se que o modelo aloca uma produção maior ao longo dos meses de safra, com o pico atingido geralmente entre os meses de agosto a outubro.

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** foram analisadas as variações de produção com base na safra 2015/2016. A partir dos resultados do modelo, observou-se que os níveis da produção ótimos são diferentes na safra 2017/2018, quando houve uma menor alocação de cana-de-açúcar para a produção de açúcar e uma maior alocação para a produção de etanol anidro e hidratado.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** faz referência a produção dos três produtos, nas três safras analisadas, para a usina localizada no Estado de Goiás. Observa-se que o modelo aloca uma produção maior ao longo dos meses de safra, com o pico atingido geralmente entre os meses de julho a setembro. Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** foram analisadas as variações de produção com base na safra 2015/2016. A partir dos resultados do modelo, observou-se que os níveis da produção ótimos não são diferentes nas três safras.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** faz referência a produção dos três produtos, nas três safras analisadas, para a usina localizada no Estado de Alagoas.

Observa-se que o modelo aloca uma produção maior ao longo dos meses de safra, com o pico atingido geralmente entre os meses de novembro a janeiro.

Na tabela 20 foram analisadas as variações de produção com base na safra 2015/2016. A partir dos resultados do modelo, observou-se que os níveis de produção são diferentes nos dois últimos meses da safra 2017/2018, quando houve uma maior alocação na produção de etanol anidro e hidratado em detrimento do açúcar. Esse resultado é coerente com a variação nos preços dos produtos, visto que nas últimas duas safras houve melhor remuneração do etanol em relação àquela obtida com a venda do açúcar.

Tabela 22: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m3) e etanol hidratado (m3) na usina localizada no estado de Alagoas.

Usina	Alagoas - Safra 15/16			Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Maio</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Junho</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Julho</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Agosto</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Setembro</b>	3.087,42	341,11	228,00	3.087,42	341,11	228,00	3.087,42	341,11	228,00
<b>Outubro</b>	9.253,79	1.272,80	573,85	9.253,79	1.272,80	573,85	9.253,79	1.272,80	573,85
<b>Novembro</b>	12.857,15	2.489,96	2.057,58	12.857,15	2.489,96	2.057,58	12.857,15	2.489,96	2.057,58
<b>Dezembro</b>	13.943,05	2.697,57	1.112,15	13.943,05	2.697,57	1.112,15	13.943,05	2.697,57	1.112,15
<b>Janeiro</b>	10.895,55	2.720,14	1.446,40	10.895,55	2.720,14	1.446,40	10.895,55	2.720,14	1.446,40
<b>Fevereiro</b>	6.611,55	1.488,80	972,08	6.611,55	1.488,80	972,08	6.279,75	1.488,80	1.179,84
<b>Março</b>	4.324,95	657,00	430,30	4.324,95	657,00	430,30	3.446,74	927,80	697,59

Tabela 23A tabela 23 faz referência a produção dos três produtos, nas três safras analisadas, para o grupo como um todo. Observa-se que o modelo aloca uma produção maior ao longo dos meses de safra, com o pico atingido geralmente entre os meses de julho a outubro, pois as duas usinas mais representativas na produção total são aqueles localizadas nos estados de São Paulo e de Goiás.

Na Tabela 27 foram analisadas as variações de produção com base na safra 2015/2016. A partir dos resultados do modelo, observou-se que os níveis da produção são diferentes na safra 2017/2018, quando houve uma maior alocação na produção de etanol anidro e hidratado em detrimento do açúcar.

Tabela 20: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) na usina localizada no estado de São Paulo.

Usina	São Paulo - Safra 15/16			São Paulo - Safra 16/17			São Paulo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	14.941,99	3.067,13	5.018,07	14.941,99	3.067,13	5.018,07	14.941,99	3.067,13	5.018,07
<b>Mai</b>	23.175,16	4.818,14	5.142,38	23.175,16	4.818,14	5.142,38	23.175,16	4.818,14	5.142,38
<b>Junho</b>	28.825,93	5.817,50	5.127,04	28.825,93	5.817,50	5.127,04	28.825,93	5.817,50	5.127,04
<b>Julho</b>	32.708,15	5.598,62	6.313,41	32.708,15	5.598,62	6.313,41	32.708,15	5.598,62	6.313,41
<b>Agosto</b>	33.322,09	6.498,39	6.543,15	33.322,09	6.498,39	6.543,15	33.322,09	6.498,39	6.543,15
<b>Setembro</b>	30.104,60	5.189,75	6.212,78	30.104,60	5.189,75	6.212,78	28.159,46	6.356,82	6.212,78
<b>Outubro</b>	25.841,04	5.656,40	5.707,71	25.841,04	5.656,40	5.707,71	25.841,04	5.656,40	5.707,71
<b>Novembro</b>	15.378,25	3.242,94	3.908,18	15.378,25	3.242,94	3.908,18	13.113,65	3.548,85	5.006,93
<b>Dezembro</b>	8.498,61	2.175,46	4.223,83	8.498,61	2.175,46	4.223,83	7.150,11	2.548,44	4.678,95
<b>Janeiro</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Fevereiro</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Março</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 21: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) na usina localizada no estado de Goiás.

Usina	Goiás - Safra 15/16			Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	-	4.807,12	16.344,25	-	4.807,12	16.344,25	-	4.807,12	16.344,25
<b>Mai</b>	-	8.508,54	16.090,49	-	8.508,54	16.090,49	-	8.508,54	16.090,49
<b>Junho</b>	-	6.777,40	18.042,08	-	6.777,40	18.042,08	-	6.777,40	18.042,08
<b>Julho</b>	-	8.094,90	19.318,38	-	8.094,90	19.318,38	-	8.094,90	19.318,38
<b>Agosto</b>	-	8.088,61	17.549,07	-	8.088,61	17.549,07	-	8.088,61	17.549,07
<b>Setembro</b>	-	7.422,80	17.013,02	-	7.422,80	17.013,02	-	7.422,80	17.013,02
<b>Outubro</b>	-	6.648,70	15.277,13	-	6.648,70	15.277,13	-	6.648,70	15.277,13

Usina	Goiás - Safra 15/16			Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Novembro</b>	-	6.544,27	10.869,95	-	6.544,27	10.869,95	-	6.544,27	10.869,95
<b>Dezembro</b>	-	1.610,42	2.647,71	-	1.610,42	2.647,71	-	1.610,42	2.647,71
<b>Janeiro</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Fevereiro</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Março</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 22: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) na usina localizada no estado de Alagoas.

Usina	Alagoas - Safra 15/16			Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Mai</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Junho</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Julho</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Agosto</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Setembro</b>	3.087,42	341,11	228,00	3.087,42	341,11	228,00	3.087,42	341,11	228,00
<b>Outubro</b>	9.253,79	1.272,80	573,85	9.253,79	1.272,80	573,85	9.253,79	1.272,80	573,85
<b>Novembro</b>	12.857,15	2.489,96	2.057,58	12.857,15	2.489,96	2.057,58	12.857,15	2.489,96	2.057,58
<b>Dezembro</b>	13.943,05	2.697,57	1.112,15	13.943,05	2.697,57	1.112,15	13.943,05	2.697,57	1.112,15
<b>Janeiro</b>	10.895,55	2.720,14	1.446,40	10.895,55	2.720,14	1.446,40	10.895,55	2.720,14	1.446,40
<b>Fevereiro</b>	6.611,55	1.488,80	972,08	6.611,55	1.488,80	972,08	6.279,75	1.488,80	1.179,84
<b>Março</b>	4.324,95	657,00	430,30	4.324,95	657,00	430,30	3.446,74	927,80	697,59

Tabela 23: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) para o grupo.

Usina	Grupo - Safra 15/16			Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	14.941,99	7.874,25	21.362,32	14.941,99	7.874,25	21.362,32	14.941,99	7.874,25	21.362,32
<b>Mai</b>	23.175,16	13.326,69	21.232,87	23.175,16	13.326,69	21.232,87	23.175,16	13.326,69	21.232,87
<b>Junho</b>	28.825,93	12.594,90	23.169,12	28.825,93	12.594,90	23.169,12	28.825,93	12.594,90	23.169,12
<b>Julho</b>	32.708,15	13.693,52	25.631,79	32.708,15	13.693,52	25.631,79	32.708,15	13.693,52	25.631,79
<b>Agosto</b>	33.322,09	14.586,99	24.092,22	33.322,09	14.586,99	24.092,22	33.322,09	14.586,99	24.092,22
<b>Setembro</b>	33.192,03	12.953,67	23.453,80	33.192,03	12.953,67	23.453,80	31.246,88	14.120,73	23.453,80
<b>Outubro</b>	35.094,83	13.577,90	21.558,69	35.094,83	13.577,90	21.558,69	35.094,83	13.577,90	21.558,69
<b>Novembro</b>	28.235,40	12.277,17	16.835,71	28.235,40	12.277,17	16.835,71	25.970,80	12.583,07	17.934,46
<b>Dezembro</b>	22.441,66	6.483,44	7.983,70	22.441,66	6.483,44	7.983,70	21.093,16	6.856,43	8.438,81
<b>Janeiro</b>	10.895,55	2.720,14	1.446,40	10.895,55	2.720,14	1.446,40	10.895,55	2.720,14	1.446,40
<b>Fevereiro</b>	6.611,55	1.488,80	972,08	6.611,55	1.488,80	972,08	6.279,75	1.488,80	1.179,84
<b>Março</b>	4.324,95	657,00	430,30	4.324,95	657,00	430,30	3.446,74	927,80	697,59



Tabela 24: Variação na produção dos três produtos com base na safra 2015/2016.

Usina	São Paulo - Safra 16/17			São Paulo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Mai</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Junho</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Julho</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Agosto</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Setembro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	-6,46%	22,49%	0,00%
<b>Outubro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Novembro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	-14,73%	9,43%	28,11%
<b>Dezembro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	-15,87%	17,15%	10,77%
<b>Janeiro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Fevereiro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Março</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Tabela 25: Variação na produção dos três produtos com base na safra 2015/2016.

Usina	Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Mai</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Junho</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Julho</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Agosto</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Setembro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Outubro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Novembro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Dezembro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Janeiro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Fevereiro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Março</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Tabela 26: Variação na produção dos três produtos com base na safra 2015/2016.

Usina	Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Mai</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Junho</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Julho</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Agosto</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Setembro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Outubro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Novembro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Usina	Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18		
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro
<b>Dezembro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Janeiro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Fevereiro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	-5,02%	0,00%	21,37%
<b>Março</b>	0,00%	0,00%	0,00%	-20,31%	41,22%	62,12%

Tabela 27: Variação na produção dos três produtos com base na safra 2015/2016.

Usina	Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18		
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro
<b>Abril</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Mai</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Junho</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Julho</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Agosto</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Setembro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	-5,86%	9,01%	0,00%
<b>Outubro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Novembro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	-8,02%	2,49%	6,53%
<b>Dezembro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	-6,01%	5,75%	5,70%
<b>Janeiro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Fevereiro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	-5,02%	0,00%	21,37%
<b>Março</b>	0,00%	0,00%	0,00%	-20,31%	41,22%	62,12%

#### 4.1.2. Vendas

A Tabela 28 ilustra a comercialização dos três produtos pela usina localizada no Estado de São Paulo. Para a safra 2015/2016, a usina apresentou picos de comercialização de etanol hidratado nos meses de abril, maio, novembro, dezembro e março, enquanto comercializou o mínimo exigido de açúcar e de etanol anidro.

Nas safras 2016/2017 e 2017/2018, observa-se uma mudança na estratégia de comercialização para o etanol anidro, com um pico de vendas no mês de dezembro e março, respectivamente, e para o etanol hidratado. As diferenças de volume vendido, levando em consideração a safra 2015/2016 estão dispostas na Tabela 32.

A Tabela 29 ilustra a comercialização dos três produtos pela usina localizada no Estado de Goiás. Para a safra 2015/2016, a usina aqui analisada apresentou picos de comercialização de etanol anidro nos meses de novembro e de janeiro, e nos meses de outubro e novembro para o etanol hidratado, vendendo o mínimo exigido nos demais

meses não mencionados. Observou-se que a estratégia ótima de vendas variava de uma safra para a outra. As diferenças de volume vendido, levando em consideração a safra 2015/2016 estão dispostas na Tabela 33.

A Tabela 30 dispõe as quantidades vendidas pela usina situada no Estado de Alagoas. Na safra 2015/2016, a comercialização ótima da usina foi diferente para os três produtos, com as vendas de açúcar e de etanol anidro mais intensas nos meses de safra, e com as vendas de etanol hidratado mais intensas nos meses de entressafra. Mudanças nesse cenário são observadas nas safras seguintes, quando a usina teve que ajustar a sua estratégia de vendas com a mudança dos parâmetros. As diferenças de volume vendido, levando em consideração a safra 2015/2016 estão dispostas na Tabela 34.

A Tabela 31 ilustra as quantidades vendidas de cada produto pelo grupo ao longo das três safras. Observa-se que a comercialização dos três produtos se deu de forma mais homogênea na safra 2017/2018 quando comparada com as safras anteriores. As diferenças de volume vendido, levando em consideração a safra 2015/2016 estão dispostas na tabela 35.

Tabela 35

Tabela 28: Quantidade vendida de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pela usina de São Paulo.

Usina	São Paulo - Safra 15/16			São Paulo - Safra 16/17			São Paulo - Safra 17/18		
Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	6.590,11	2.143,69	5.018,07	6.590,11	9.079,06	20.412,48	6.590,11	2.143,69	5.018,07
<b>Mai</b>	6.590,11	2.143,69	4.303,37	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	373,65
<b>Junho</b>	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	373,65
<b>Julho</b>	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	373,65
<b>Agosto</b>	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	373,65
<b>Setembro</b>	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	373,65
<b>Outubro</b>	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	373,65
<b>Novembro</b>	6.590,11	2.143,69	3.908,18	6.590,11	2.143,69	69.711,94	6.590,11	2.143,69	14.983,56
<b>Dezembro</b>	6.590,11	2.143,69	5.978,23	6.590,11	15.946,77	3.476,54	6.590,11	2.143,69	6.433,34
<b>Janeiro</b>	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	373,65
<b>Fevereiro</b>	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	373,65
<b>Março</b>	6.590,11	2.143,69	53.699,08	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	22.973,92	53.699,08

Tabela 29: Quantidade vendida de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pela usina de Goiás.

Usina	Goiás - Safra 15/16			Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18		
Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	6.008,49	893,32
<b>Mai</b>	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32
<b>Junho</b>	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32
<b>Julho</b>	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32
<b>Agosto</b>	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32
<b>Setembro</b>	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32

Usina	Goiás - Safra 15/16			Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Outubro</b>	-	2.149,61	15.277,13	-	4.659,06	15.277,13	-	2.149,61	14.152,17
<b>Novembro</b>	-	7.643,52	10.869,95	-	26.066,86	893,32	-	6.544,27	893,32
<b>Dezembro</b>	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32
<b>Janeiro</b>	-	21.703,98	893,32	-	2.149,61	893,32	-	22.076,96	893,32
<b>Fevereiro</b>	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32
<b>Março</b>	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32

Tabela 30: Quantidade vendida de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pela usina de Alagoas.

Usina	Alagoas - Safra 15/16			Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	1.898,66	446,54	56,53	1.898,66	446,54	56,53	8.351,89	446,54	15.450,93
<b>Mai</b>	1.898,66	446,54	27.759,95	1.898,66	446,54	16.295,27	16.585,06	446,54	19.965,90
<b>Junho</b>	1.898,66	446,54	56,53	1.898,66	446,54	56,53	22.235,82	446,54	21.902,15
<b>Julho</b>	1.898,66	446,54	38.348,91	67.594,81	446,54	38.348,91	26.118,04	446,54	18.425,06
<b>Agosto</b>	1.898,66	446,54	1.863,82	1.898,66	446,54	4.523,97	26.731,98	446,54	56,53
<b>Setembro</b>	1.898,66	446,54	56,53	1.898,66	446,54	56,53	24.656,78	446,54	228,00
<b>Outubro</b>	1.898,66	446,54	573,85	1.898,66	446,54	56,53	15.817,94	484,60	56,53
<b>Novembro</b>	1.898,66	1.771,25	2.057,58	79.926,11	3.316,22	2.746,38	1.898,66	446,54	56,53
<b>Dezembro</b>	1.898,66	2.697,57	1.112,15	13.943,05	2.697,57	1.112,15	1.898,66	2.697,57	798,91
<b>Janeiro</b>	4.833,83	2.720,14	1.446,40	10.895,55	2.720,14	1.446,40	33.898,43	2.720,14	1.446,40
<b>Fevereiro</b>	168.441,26	4.320,42	3.803,71	6.611,55	1.243,49	972,08	6.279,75	4.320,42	1.179,84
<b>Março</b>	4.324,95	21.031,47	430,30	4.324,95	446,54	430,30	3.446,74	472,03	3.529,21

Tabela 31: Quantidade vendida de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pelo grupo.

Usina	Grupo - Safra 15/16			Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	8.488,77	4.739,84	5.967,92	8.488,77	11.675,21	21.362,32	14.941,99	8.598,71	21.362,32
<b>Mai</b>	8.488,77	4.739,84	32.956,64	8.488,77	4.739,84	17.562,24	23.175,16	4.739,84	21.232,87
<b>Junho</b>	8.488,77	4.739,84	1.323,50	8.488,77	4.739,84	1.323,50	28.825,93	4.739,84	23.169,12
<b>Julho</b>	8.488,77	4.739,84	39.615,88	74.184,92	4.739,84	39.615,88	32.708,15	4.739,84	19.692,03
<b>Agosto</b>	8.488,77	4.739,84	3.130,79	8.488,77	4.739,84	5.790,93	33.322,09	4.739,84	1.323,50
<b>Setembro</b>	8.488,77	4.739,84	1.323,50	8.488,77	4.739,84	1.323,50	31.246,88	4.739,84	1.494,97
<b>Outubro</b>	8.488,77	4.739,84	16.224,63	8.488,77	7.249,29	15.707,30	22.408,05	4.777,90	14.582,34
<b>Novembro</b>	8.488,77	11.558,46	16.835,71	86.516,22	31.526,77	73.351,63	8.488,77	9.134,49	15.933,41
<b>Dezembro</b>	8.488,77	6.990,87	7.983,70	20.533,16	20.793,95	5.482,00	8.488,77	6.990,87	8.125,57
<b>Janeiro</b>	11.423,94	26.567,80	2.713,36	17.485,66	7.013,43	2.713,36	40.488,54	26.940,79	2.713,36
<b>Fevereiro</b>	175.031,36	8.613,71	5.070,67	13.201,66	5.536,79	2.239,05	12.869,86	8.613,71	2.446,81
<b>Março</b>	10.915,06	25.324,76	55.022,70	10.915,06	4.739,84	1.697,27	10.036,85	25.595,56	58.121,61

Tabela 32: Diferenças na comercialização dos três produtos com base na safra 2015/2016 pela usina de São Paulo.

Usina	São Paulo - Safra 16/17			São Paulo - Safra 17/18		
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro
<b>Abril</b>	0,00%	323,53%	306,78%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Mai</b>	0,00%	0,00%	-91,32%	0,00%	0,00%	-91,32%
<b>Junho</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Julho</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Agosto</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Setembro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Outubro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Novembro</b>	0,00%	0,00%	1683,74%	0,00%	0,00%	283,39%
<b>Dezembro</b>	0,00%	643,89%	-41,85%	0,00%	0,00%	7,61%
<b>Janeiro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Fevereiro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Março</b>	0,00%	0,00%	-99,30%	0,00%	971,70%	0,00%

Tabela 33: Diferenças na comercialização dos três produtos com base na safra 2015/2016 pela usina de Goiás.

Usina	Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18		
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro
<b>Abril</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	179,52%	0,00%
<b>Mai</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Junho</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Julho</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Agosto</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Setembro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Outubro</b>	0,00%	116,74%	0,00%	0,00%	0,00%	-7,36%
<b>Novembro</b>	0,00%	241,03%	-91,78%	0,00%	-14,38%	-91,78%
<b>Dezembro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Janeiro</b>	0,00%	-90,10%	0,00%	0,00%	1,72%	0,00%
<b>Fevereiro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Março</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Tabela 34: Diferenças na comercialização dos três produtos com base na safra 2015/2016 pela usina de Goiás.

Usina	Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18		
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro
<b>Abril</b>	0,00%	0,00%	0,00%	339,88%	0,00%	27233,48%
<b>Mai</b>	0,00%	0,00%	-41,30%	773,51%	0,00%	-28,08%
<b>Junho</b>	0,00%	0,00%	0,00%	1071,13%	0,00%	38646,01%
<b>Julho</b>	3460,13%	0,00%	0,00%	1275,60%	0,00%	-51,95%

Usina	Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18		
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro
<b>Agosto</b>	0,00%	0,00%	142,73%	1307,94%	0,00%	-96,97%
<b>Setembro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	1198,64%	0,00%	303,34%
<b>Outubro</b>	0,00%	0,00%	-90,15%	733,11%	8,52%	-90,15%
<b>Novembro</b>	4109,60%	87,22%	33,48%	0,00%	-74,79%	-97,25%
<b>Dezembro</b>	634,36%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-28,17%
<b>Janeiro</b>	125,40%	0,00%	0,00%	601,27%	0,00%	0,00%
<b>Fevereiro</b>	-96,07%	-71,22%	-74,44%	-96,27%	0,00%	-68,98%
<b>Março</b>	0,00%	-97,88%	0,00%	-20,31%	-97,76%	720,17%

Tabela 35: Diferenças na comercialização dos três produtos com base na safra 2015/2016 pelo grupo.

Usina	Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18		
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro
<b>Abril</b>	0,00%	146,32%	257,95%	76,02%	81,41%	257,95%
<b>Mai</b>	0,00%	0,00%	-46,71%	173,01%	0,00%	-35,57%
<b>Junho</b>	0,00%	0,00%	0,00%	239,58%	0,00%	1650,60%
<b>Julho</b>	773,92%	0,00%	0,00%	285,31%	0,00%	-50,29%
<b>Agosto</b>	0,00%	0,00%	84,97%	292,54%	0,00%	-57,73%
<b>Setembro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	268,10%	0,00%	12,96%
<b>Outubro</b>	0,00%	52,94%	-3,19%	163,97%	0,80%	-10,12%
<b>Novembro</b>	919,18%	172,76%	335,69%	0,00%	-20,97%	-5,36%
<b>Dezembro</b>	141,89%	197,44%	-31,34%	0,00%	0,00%	1,78%
<b>Janeiro</b>	53,06%	-73,60%	0,00%	254,42%	1,40%	0,00%
<b>Fevereiro</b>	-92,46%	-35,72%	-55,84%	-92,65%	0,00%	-51,75%
<b>Março</b>	0,00%	-81,28%	-96,92%	-8,05%	1,07%	5,63%

#### 4.1.3. Estoques

Os níveis de estoque da usina localizada no Estado de São Paulo estão dispostos na Tabela 36. Observa-se que o estoque médio de açúcar é reduzido de uma safra para a outra, passando de 72.458,99 toneladas na primeira safra para 5.953,15 toneladas na safra 2017/2018. Por outro lado, os níveis médios de estoque de etanol anidro e etanol hidratado são menores na safra 2016/2017 em relação às demais. A variação em pontos percentuais está disposta na tabela 37.

O volume dos biocombustíveis armazenados pela usina de Goiás foi menor na safra 2016/2017 em relação às demais, quando as vendas desses produtos foram intensificadas a partir do mês de novembro. Para as demais safras, observa-se que a unidade manteve o produto armazenado durante o período de safra, e teve a sua comercialização e/ou



transferências intensificadas a partir do mês de janeiro. As variações em pontos percentuais com base na safra 2015/2016 estão dispostas na Tabela 41.

A Tabela 38 ilustra os níveis de estoque da usina de Alagoas. Assim com as usinas de São Paulo e de Goiás, a unidade aqui mencionada apresentou menores níveis médios de estoque de biocombustíveis na safra 2016/2017 se comparada com as demais safras. Na safra 2015/2016, a operação de armazenagem se mostrou mais viável para os três produtos. A Tabela 42 mostra as variações em pontos percentuais dos níveis de estoque dos três produtos com base na safra 2015/2016.

A Tabela 39 mostra os níveis de estoque dos produtos levando em consideração as três usinas juntas. A partir dos dados abaixo, observa-se que o nível médio de estoque de açúcar foi reduzindo com o passar das safras, mostrando que a operação veio se tornando menos viável com o passar dos anos. Para os biocombustíveis, observa-se que a operação de armazenagem se mostrou menos viável na safra 2016/2017, quando os níveis de estoque médios atingiram os menores níveis se comparados com a safra 2015/2016 e 2017/2018. As variações dos níveis de estoque do grupo em relação à safra 2015/2016 estão dispostos na Tabela 43.

Tabela 36: Quantidade armazenada de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pela usina de São Paulo ao longo das três safras.

Usina	São Paulo - Safra 15/16			São Paulo - Safra 16/17			São Paulo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	-	2.537,01	-	6.453,22	-	-	-	2.537,01	-
<b>Mai</b>	16.585,06	10.832,63	839,01	21.139,62	2.674,46	839,01	-	5.211,46	-
<b>Junho</b>	37.679,45	14.506,44	5.592,40	-	6.348,26	5.592,40	-	11.934,21	-
<b>Julho</b>	63.797,49	17.961,37	11.532,16	-	9.803,20	11.532,16	-	15.389,15	5.939,76
<b>Agosto</b>	90.529,47	22.316,07	17.701,66	24.833,32	14.157,90	17.701,66	-	19.743,85	16.576,70
<b>Setembro</b>	114.043,96	25.362,14	23.540,79	48.347,81	17.203,97	23.540,79	-	23.956,98	22.415,83
<b>Outubro</b>	133.294,90	28.874,85	28.874,85	67.598,74	20.716,68	28.874,85	12.686,78	27.469,69	28.874,85
<b>Novembro</b>	137.859,20	28.874,85	28.874,85	17.861,83	21.815,93	-	19.210,33	28.874,85	28.874,85
<b>Dezembro</b>	137.859,20	28.874,85	28.874,85	19.770,33	8.044,62	747,30	19.770,33	28.874,85	28.874,85
<b>Janeiro</b>	131.269,09	26.731,17	28.501,20	13.180,22	5.900,93	373,65	13.180,22	26.731,17	28.501,20
<b>Fevereiro</b>	6.590,11	24.587,48	28.127,55	6.590,11	3.757,25	-	6.590,11	24.587,48	28.127,55
<b>Março</b>	-	1.613,56	-	-	1.613,56	-	-	1.613,56	-
<b>Média</b>	72.458,99	19.422,70	16.871,61	18.814,60	9.336,40	7.433,48	5.953,15	18.077,02	15.682,13

Tabela 37: Quantidade armazenada de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pela usina de Goiás ao longo das três safras.

Usina	Goiás - Safra 15/16			Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	-	4.398,37	15.394,40	-	-	-	-	102,18	-
<b>Mai</b>	-	1.967,12	-	-	4.476,57	-	-	6.461,11	-
<b>Junho</b>	-	6.594,91	17.148,76	-	9.104,36	17.148,76	-	6.594,91	-
<b>Julho</b>	-	12.540,20	-	-	15.049,65	-	-	12.540,20	-
<b>Agosto</b>	-	18.479,20	12.131,78	-	20.988,65	12.131,78	-	18.479,20	12.131,78
<b>Setembro</b>	-	23.752,39	28.251,48	-	26.261,84	28.251,48	-	23.752,39	28.251,48

Usina	Goiás - Safra 15/16			Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Outubro</b>	-	28.251,48	28.251,48	-	28.251,48	28.251,48	-	28.251,48	28.251,48
<b>Novembro</b>	-	28.251,48	28.251,48	-	8.728,89	1.299,21	-	28.251,48	28.251,48
<b>Dezembro</b>	-	27.744,06	28.251,48	-	8.189,69	3.053,61	-	28.117,05	28.251,48
<b>Janeiro</b>	-	6.040,08	27.358,16	-	6.040,08	2.160,29	-	6.040,08	27.358,16
<b>Fevereiro</b>	-	3.890,47	26.464,84	-	3.890,47	1.266,97	-	3.890,47	26.464,84
<b>Março</b>	-	1.740,86	-	-	1.740,86	-	-	1.740,86	-
<b>Média</b>	-	13.637,55	17.625,32	-	11.060,21	8.505,78	-	13.685,12	14.913,39

Tabela 38: Quantidade armazenada de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pela usina de Alagoas ao longo das três safras.

Usina	Alagoas - Safra 15/16			Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	6.453,22	9,23	-	-	9,23	-	-	446,54	-
<b>Maio</b>	4.554,56	2.731,70	2.831,62	-	1.445,05	2.831,62	-	-	-
<b>Junho</b>	3.797,32	2.285,16	2.775,09	41.476,78	998,51	2.775,09	-	998,51	-
<b>Julho</b>	1.898,66	1.838,62	-	-	551,97	-	-	551,97	-
<b>Agosto</b>	-	1.392,08	2.660,15	-	105,43	-	-	105,43	-
<b>Setembro</b>	1.188,76	1.286,65	2.831,62	1.188,76	-	171,47	-	-	-
<b>Outubro</b>	8.543,90	2.112,91	2.831,62	8.543,90	826,26	688,80	-	788,20	517,32
<b>Novembro</b>	23.726,22	2.831,62	2.831,62	-	-	-	10.958,49	2.831,62	2.518,38
<b>Dezembro</b>	37.679,11	2.831,62	2.831,62	-	-	-	23.002,88	2.831,62	2.831,62
<b>Janeiro</b>	43.740,83	2.831,62	2.831,62	-	-	-	-	2.831,62	2.831,62
<b>Fevereiro</b>	-	-	-	-	245,30	-	-	-	2.831,62
<b>Março</b>	-	455,77	-	-	455,77	-	-	455,77	-
<b>Média</b>	10.965,22	1.717,25	1.868,75	4.267,45	386,46	538,92	2.830,11	986,77	960,88

Tabela 39: Quantidade armazenada de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pelo grupo ao longo das três safras.

Usina	Grupo - Safra 15/16			Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	6.453,22	6.944,60	15.394,40	6.453,22	9,23	-	-	3.085,72	-
<b>Mai</b>	21.139,62	15.531,45	3.670,63	21.139,62	8.596,08	3.670,63	-	11.672,57	-
<b>Junho</b>	41.476,78	23.386,51	25.516,25	41.476,78	16.451,14	25.516,25	-	19.527,63	-
<b>Julho</b>	65.696,15	32.340,19	11.532,16	-	25.404,82	11.532,16	-	28.481,32	5.939,76
<b>Agosto</b>	90.529,47	42.187,35	32.493,59	24.833,32	35.251,98	29.833,44	-	38.328,47	28.708,48
<b>Setembro</b>	115.232,73	50.401,18	54.623,89	49.536,57	43.465,81	51.963,74	-	47.709,37	50.667,31
<b>Outubro</b>	141.838,79	59.239,25	59.957,96	76.142,64	49.794,42	57.815,13	12.686,78	56.509,38	57.643,66
<b>Novembro</b>	161.585,42	59.957,96	59.957,96	17.861,83	30.544,82	1.299,21	30.168,81	59.957,96	59.644,71
<b>Dezembro</b>	175.538,31	59.450,53	59.957,96	19.770,33	16.234,31	3.800,90	42.773,20	59.823,52	59.957,96
<b>Janeiro</b>	175.009,92	35.602,87	58.690,99	13.180,22	11.941,02	2.533,94	13.180,22	35.602,87	58.690,99
<b>Fevereiro</b>	6.590,11	28.477,95	54.592,40	6.590,11	7.893,02	1.266,97	6.590,11	28.477,95	57.424,02
<b>Março</b>	-	3.810,19	-	-	3.810,19	-	-	3.810,19	-
<b>Média</b>	83.424,21	34.777,50	36.365,68	23.082,05	20.783,07	15.769,36	8.783,26	32.748,91	31.556,41

Tabela 40: Diferenças nos níveis de estoque dos três produtos com base na safra 2015/2016 na usina localizada em São Paulo.

Usina	São Paulo - Safra 16/17			São Paulo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	0,00%	-100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Mai</b>	27,46%	-75,31%	0,00%	-100,00%	-51,89%	-100,00%
<b>Junho</b>	-100,00%	-56,24%	0,00%	-100,00%	-17,73%	-100,00%
<b>Julho</b>	-100,00%	-45,42%	0,00%	-100,00%	-14,32%	-48,49%
<b>Agosto</b>	-72,57%	-36,56%	0,00%	-100,00%	-11,53%	-6,36%
<b>Setembro</b>	-57,61%	-32,17%	0,00%	-100,00%	-5,54%	-4,78%
<b>Outubro</b>	-49,29%	-28,25%	0,00%	-90,48%	-4,87%	0,00%
<b>Novembro</b>	-87,04%	-24,45%	-100,00%	-86,07%	0,00%	0,00%
<b>Dezembro</b>	-85,66%	-72,14%	-97,41%	-85,66%	0,00%	0,00%
<b>Janeiro</b>	-89,96%	-77,92%	-98,69%	-89,96%	0,00%	0,00%
<b>Fevereiro</b>	0,00%	-84,72%	-100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Março</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Tabela 41: Diferenças nos níveis de estoque dos três produtos com base na safra 2015/2016 na usina localizada em Goiás.

Usina	Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	0,00%	-100,00%	-100,00%	0,00%	-97,68%	-100,00%
<b>Mai</b>	0,00%	127,57%	0,00%	0,00%	228,45%	0,00%
<b>Junho</b>	0,00%	38,05%	0,00%	0,00%	0,00%	-100,00%
<b>Julho</b>	0,00%	20,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Agosto</b>	0,00%	13,58%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Setembro</b>	0,00%	10,57%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Outubro</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Novembro</b>	0,00%	-69,10%	-95,40%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Dezembro</b>	0,00%	-70,48%	-89,19%	0,00%	1,34%	0,00%
<b>Janeiro</b>	0,00%	0,00%	-92,10%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Fevereiro</b>	0,00%	0,00%	-95,21%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Março</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Tabela 42: Diferenças nos níveis de estoque dos três produtos com base na safra 2015/2016 na usina localizada em Alagoas.

Usina	Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	-100,00%	0,00%	0,00%	-100,00%	4740,32%	0,00%
<b>Mai</b>	-100,00%	-47,10%	0,00%	-100,00%	-100,00%	-100,00%
<b>Junho</b>	992,26%	-56,30%	0,00%	-100,00%	-56,30%	-100,00%
<b>Julho</b>	-100,00%	-69,98%	0,00%	-100,00%	-69,98%	0,00%
<b>Agosto</b>	0,00%	-92,43%	-100,00%	0,00%	-92,43%	-100,00%

Usina	Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18		
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro
Setembro	0,00%	-100,00%	-93,94%	-100,00%	-100,00%	-100,00%
Outubro	0,00%	-60,89%	-75,67%	-100,00%	-62,70%	-81,73%
Novembro	-100,00%	-100,00%	-100,00%	-53,81%	0,00%	-11,06%
Dezembro	-100,00%	-100,00%	-100,00%	-38,95%	0,00%	0,00%
Janeiro	-100,00%	-100,00%	-100,00%	-100,00%	0,00%	0,00%
Fevereiro	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Março	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Tabela 43: Diferenças nos níveis de estoque dos três produtos com base na safra 2015/2016 do grupo.

Usina	Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18		
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro
Abril	0,00%	-99,87%	-100,00%	-100,00%	-55,57%	-100,00%
Mai	0,00%	-44,65%	0,00%	-100,00%	-24,85%	-100,00%
Junho	0,00%	-29,66%	0,00%	-100,00%	-16,50%	-100,00%
Julho	-100,00%	-21,45%	0,00%	-100,00%	-11,93%	-48,49%
Agosto	-72,57%	-16,44%	-8,19%	-100,00%	-9,15%	-11,65%
Setembro	-57,01%	-13,76%	-4,87%	-100,00%	-5,34%	-7,24%
Outubro	-46,32%	-15,94%	-3,57%	-91,06%	-4,61%	-3,86%
Novembro	-88,95%	-49,06%	-97,83%	-81,33%	0,00%	-0,52%
Dezembro	-88,74%	-72,69%	-93,66%	-75,63%	0,63%	0,00%
Janeiro	-92,47%	-66,46%	-95,68%	-92,47%	0,00%	0,00%
Fevereiro	0,00%	-72,28%	-97,68%	0,00%	0,00%	5,19%
Março	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

#### 4.1.4. Transferências

As tabelas 44, 45 e 46 mostram as quantidades transferidas de cada um dos produtos, levando em consideração a usina de origem e a usina de destino, para cada uma das três safras. Não foram exibidos dados de transferências com origem em Alagoas pois a unidade nordestina não realizou nenhuma transferência em nenhuma das três safras. Observa-se que a usina localizada no estado de Alagoas foi aquela que mais recebeu transferências em todas as safras, e que o volume transferido é crescente com o passar dos anos. Nas três safras, a usina localizada no Estado de São Paulo abastece a usina de Alagoas com a açúcar no período de entressafra na região Norte-Nordeste, e que a usina de Goiás realizar transferências para ambas as outras unidades em meses variados ao longo do ano safra.



Origem	São Paulo						Goiás					
	Goiás			Alagoas			São Paulo			Alagoas		
Destino	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
Produto/Mês												
Agosto	-	-	-	1,90	-	-	-	-	-	-	-	4,52
Setembro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Outubro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembro	-	-	-	58,53	-	-	-	-	36,93	-	-	-
Dezembro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-	-	-	-	0,37	-	-	-

Tabela 46: Transferências de açúcar (mil ton.), etanol anidro (mil m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (mil m<sup>3</sup>) na safra 2017/2018 no cenário 1.

Origem	São Paulo						Goiás					
	Goiás			Alagoas			São Paulo			Alagoas		
Destino	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
Produto/Mês												
Abril	-	-	-	8,35	-	-	-	-	-	-	0,44	15,45
Mai	-	-	-	16,59	-	4,77	-	-	-	-	-	15,20
Junho	-	-	-	22,24	-	4,75	-	3,05	-	-	1,45	17,15
Julho	-	-	-	26,12	-	-	-	-	-	-	-	18,43
Agosto	-	-	-	26,73	-	-	-	-	4,47	-	-	0,06
Setembro	-	-	-	21,57	-	-	-	-	-	-	-	-
Outubro	-	-	-	6,56	-	-	-	-	1,12	-	-	-
Novembro	-	-	-	-	-	-	-	-	9,98	-	-	-
Dezembro	-	0,40	-	-	-	-	-	-	1,75	-	-	-
Janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Origem	São Paulo						Goiás					
	Goiás			Alagoas			São Paulo			Alagoas		
Destino	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
Produto/Mês												
Fevereiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-	-	-	-	25,57	-	-	-

#### 4.1.5. Fluxo de Caixa

A Tabela 47 mostra o fluxo de caixa mensal do grupo de usinas para as três safras. O caixa de cada um dos meses é resultado do lucro do mesmo mês somado ao caixa do mês anterior. Como se observa na tabela abaixo, o grupo apresentou caixa negativo no período entre agosto e dezembro da safra de 2015/2016, quando os custos se mostraram maiores que as receitas. Nos demais meses e nas demais safras, o caixa foi positivo, e apresentou um maior valor na safra 2016/2017.

Tabela 47: Componentes do fluxo de caixa (em milhões de reais) do grupo de usinas para as três safras.

Safra	2015/2016			2016/2017			2017/2018		
	Receita	Custos	Caixa	Receita	Custos	Caixa	Receita	Custos	Caixa
<b>ABR</b>	22,64	42,28	40,35	74,84	43,83	91,00	73,57	51,21	82,35
<b>MAI</b>	61,25	53,42	48,18	50,37	52,22	89,16	80,89	60,55	102,70
<b>JUN</b>	15,68	46,76	17,09	19,94	61,09	48,01	91,26	63,97	129,98
<b>JUL</b>	72,51	58,93	30,67	223,47	68,25	203,23	87,12	66,52	150,58
<b>AGO</b>	18,12	51,15	- 2,36	29,62	53,50	179,36	54,26	61,98	142,86
<b>SET</b>	15,68	48,69	- 35,37	21,62	50,44	150,53	50,55	58,62	134,79
<b>OUT</b>	37,57	52,10	- 49,91	53,69	53,98	150,24	54,72	57,40	132,11
<b>NOV</b>	56,92	48,71	- 41,69	367,53	66,57	451,20	48,15	50,36	129,90
<b>DEZ</b>	36,26	34,07	- 39,50	89,29	31,64	508,85	34,50	33,74	130,66
<b>JAN</b>	76,49	20,29	16,70	49,37	18,28	539,94	108,28	19,56	219,38
<b>FEV</b>	359,69	49,27	327,11	35,80	15,16	560,58	35,57	16,27	238,67
<b>MAR</b>	178,68	19,94	485,85	27,52	14,22	573,88	170,52	17,17	392,02
<b>Média</b>	79,29	43,80	66,43	86,92	44,10	295,50	74,12	46,45	165,50

#### 4.2. Resultados do modelo com as usinas independentes e comparações com o cenário inicial

Nessa seção, serão analisados os resultados do modelo no cenário onde as usinas são independentes entre si e não realizam transferências de uma unidade para a outra, tampouco um planejamento conjunto da produção.

Assim, serão dispostos os resultados das variáveis de produção, vendas, estoques e fluxo de caixa, e será realizada uma comparação com o cenário inicial. Essa comparação

permite identificar o ganho obtido por um grupo produtor ao realizar o planejamento da produção e a estratégia comercial de forma conjunta.

#### **4.2.1. Produção**

A tabela 48 ilustra a produção dos três produtos pela usina localizada em São Paulo no cenário 2, e as diferenças do cenário 1 em relação aos números dispostos abaixo. Como se pode notar, rodando o modelo para a usina de São Paulo de forma isolada, isto é, com ela não podendo fazer transferências para as outras usinas, o cenário inicial apresentou uma maior produção de açúcar nas três safras, mas, em contrapartida, teve uma menor produção de etanol anidro e etanol hidratado, como mostrado na Tabela 49.

A Tabela 50 mostra a produção de etanol anidro e de etanol hidratado na usina de Goiás nas três safras. Como se pode observar na Tabela 51, quando o modelo é rodado apenas para a referida usina, nenhum dos meses apresentou variação se comparados com o mesmos meses do cenário 1.

Na Tabela 52 se encontram os resultados da produção dos três produtos na unidade de Alagoas para as três safras. Como se pode observar na Tabela 53, a produção foi alterada apenas no mês de setembro das três safras, com o cenário inicial apresentando um volume 16,7% menor de açúcar, 44% menor de etanol anidro e 61,3% menor de etanol hidratado. Além disso, houve uma variação, menos significativa que os meses de setembro, na produção de açúcar e de etanol hidratado no mês de fevereiro da safra 2017/2018.

A Tabela 54 é o resultado da soma da produção das três usinas. Na tabela 55, nota-se que há diferenças na produção quando se considera as usinas em conjunto e as usinas separadas. Para os parâmetros utilizados nesse modelo, observa-se que, como um grupo, as usinas produzem mais açúcar e menos etanol anidro e etanol hidratado em relação às usinas de forma isolada.

Tabela 48: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) na usina localizada no estado de São Paulo no cenário 2.

Usina	São Paulo - Safra 15/16			São Paulo - Safra 16/17			São Paulo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	13.252,37	4.080,89	5.018,07	12.422,81	4.080,89	5.537,51	14.941,99	3.067,13	5.018,07
<b>Mai</b>	21.131,82	6.044,13	5.142,38	21.131,82	6.044,13	5.142,38	21.944,26	5.556,67	5.142,38
<b>Junho</b>	27.421,17	6.660,33	5.127,04	28.459,46	6.037,37	5.127,04	27.421,17	6.660,33	5.127,04
<b>Julho</b>	31.966,65	6.043,51	6.313,41	32.708,15	5.598,62	6.313,41	31.966,65	6.043,51	6.313,41
<b>Agosto</b>	32.292,19	7.116,32	6.543,15	33.322,09	6.498,39	6.543,15	32.292,19	7.116,32	6.543,15
<b>Setembro</b>	28.159,46	6.356,82	6.212,78	30.104,60	5.189,75	6.212,78	25.728,74	6.356,82	7.734,79
<b>Outubro</b>	25.841,04	5.656,40	5.707,71	25.841,04	5.656,40	5.707,71	23.694,83	5.656,40	7.051,57
<b>Novembro</b>	13.113,65	3.548,85	5.006,93	15.378,25	3.242,94	3.908,18	13.113,65	3.548,85	5.006,93
<b>Dezembro</b>	7.150,11	2.548,44	4.678,95	8.498,61	2.175,46	4.223,83	7.150,11	2.548,44	4.678,95
<b>Janeiro</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Fevereiro</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Março</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 49: Comparativo da produção dos três produtos no cenário inicial com o cenário 2 para a usina de São Paulo.

Usina	São Paulo - Safra 15/16			São Paulo - Safra 16/17			São Paulo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	12,7%	-24,8%	0,0%	20,3%	-24,8%	-9,4%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Mai</b>	9,7%	-20,3%	0,0%	9,7%	-20,3%	0,0%	5,6%	-13,3%	0,0%
<b>Junho</b>	5,1%	-12,7%	0,0%	1,3%	-3,6%	0,0%	5,1%	-12,7%	0,0%
<b>Julho</b>	2,3%	-7,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,3%	-7,4%	0,0%
<b>Agosto</b>	3,2%	-8,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,2%	-8,7%	0,0%
<b>Setembro</b>	6,9%	-18,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	9,4%	0,0%	-19,7%



Tabela 51: Comparativo da produção dos três produtos no cenário inicial com o cenário 2 para a usina de Goiás.

Usina	Goiás - Safra 15/16			Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18			
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Mai</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Junho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Julho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Agosto</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Setembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Outubro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Novembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Dezembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Janeiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Fevereiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Março</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 52: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) na usina localizada no estado de Alagoas no cenário 2.

Usina	Alagoas - Safra 15/16			Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18			
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Mai</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Junho</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Julho</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Agosto</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Setembro</b>	3.704,91	608,80	588,63	3.704,91	608,80	588,63	3.704,91	608,80	588,63	



Tabela 54: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pelo grupo no cenário 2.

Usina	Grupo - Safra 15/16			Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18		
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro
<b>Abril</b>	13.252,37	8.888,00	21.362,32	12.422,81	8.888,00	21.881,76	14.941,99	7.874,25	21.362,32
<b>Mai</b>	21.131,82	14.552,67	21.232,87	21.131,82	14.552,67	21.232,87	21.944,26	14.065,21	21.232,87
<b>Junho</b>	27.421,17	13.437,73	23.169,12	28.459,46	12.814,77	23.169,12	27.421,17	13.437,73	23.169,12
<b>Julho</b>	31.966,65	14.138,41	25.631,79	32.708,15	13.693,52	25.631,79	31.966,65	14.138,41	25.631,79
<b>Agosto</b>	32.292,19	15.204,92	24.092,22	33.322,09	14.586,99	24.092,22	32.292,19	15.204,92	24.092,22
<b>Setembro</b>	31.864,37	14.388,41	23.814,43	33.809,51	13.221,35	23.814,43	29.433,65	14.388,41	25.336,43
<b>Outubro</b>	35.094,83	13.577,90	21.558,69	35.094,83	13.577,90	21.558,69	32.948,62	13.577,90	22.902,55
<b>Novembro</b>	25.970,80	12.583,07	17.934,46	28.235,40	12.277,17	16.835,71	25.970,80	12.583,07	17.934,46
<b>Dezembro</b>	21.093,16	6.856,43	8.438,81	22.441,66	6.483,44	7.983,70	21.093,16	6.856,43	8.438,81
<b>Janeiro</b>	10.895,55	2.720,14	1.446,40	10.895,55	2.720,14	1.446,40	10.895,55	2.720,14	1.446,40
<b>Fevereiro</b>	6.611,55	1.488,80	972,08	6.611,55	1.488,80	972,08	6.611,55	1.488,80	972,08
<b>Março</b>	4.324,95	657,00	430,30	4.324,95	657,00	430,30	3.446,74	927,80	697,59





#### 4.2.2. Vendas

A tabela 56 ilustra o volume vendido dos três produtos pela usina de São Paulo. Em relação ao cenário 2, observa-se que o cenário inicial apresentou um menor volume vendido dos três produtos ao longo da safra 2015/2016, um volume maior de etanol hidratado comercializado em alguns meses da safra 2016/2017 e 2017/2018. Em todas as safras, observou-se que a referida usina comercializou um menor volume de açúcar e todas as três safras analisadas, como exibido na Tabela 57.

Para a usina de Goiás, o modelo alocou no cenário inicial um menor volume nas vendas de etanol anidro e etanol hidratado nas três safras em quase todos os meses, exceto em novembro de 2015 e nos meses de janeiro de 2016 e 2018, como ilustrado na Tabela 59.

Na usina localizada no estado de Alagoas, observou-se uma maior diferença na comercialização se comparados os dois cenários. A partir da Tabela 61, conclui-se que houve um grande volume vendido dos três produtos pela usina alagoana se comparado o cenário inicial com o cenário 2. Isso ocorreu devido a impossibilidade de transferências entre as usinas no segundo cenário. Com as três unidades atuando sinergicamente, observa-se que há um grande volume de produtos transferidos para a unidade do nordeste em função dos preços mais atrativos.

A Tabela 62 mostra o resultado da soma das vendas dos três produtos pelas três usinas analisadas. As variações do cenário inicial em relação ao cenário 2 estão dispostas na Tabela 63. Observa-se que, analisando as três usinas de maneira isolada, há diferenças nas estratégias de comercialização ótimas a serem adotadas para os três produtos.

Tabela 56: Quantidade vendida de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pela usina localizada no estado de São Paulo no cenário 2.

Usina	São Paulo - Safra 15/16			São Paulo - Safra 16/17			São Paulo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	9.748,38	2.143,69	5.018,07	6.590,11	5.694,45	5.537,51	14.941,99	2.143,69	5.018,07
<b>Maio</b>	6.590,11	2.143,69	4.303,37	6.590,11	2.143,69	373,65	21.944,26	2.143,69	5.142,38
<b>Junho</b>	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	373,65	27.421,17	2.143,69	2.400,51
<b>Julho</b>	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	373,65	31.966,65	2.143,69	373,65
<b>Agosto</b>	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	373,65	32.292,19	2.143,69	373,65
<b>Setembro</b>	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	373,65	25.728,74	2.143,69	373,65
<b>Outubro</b>	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	4.303,37	6.590,11	2.143,69	373,65
<b>Novembro</b>	6.590,11	3.240,14	5.006,93	15.378,25	2.143,69	32.783,04	6.590,11	2.143,69	5.006,93
<b>Dezembro</b>	6.590,11	2.548,44	4.678,95	126.587,48	17.392,63	3.102,89	6.590,11	2.143,69	4.678,95
<b>Janeiro</b>	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	373,65	11.008,04	2.143,69	373,65
<b>Fevereiro</b>	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	2.143,69	373,65
<b>Março</b>	124.678,98	22.973,92	28.127,55	6.590,11	2.143,69	373,65	6.590,11	22.973,92	28.127,55

Tabela 57: Comparativo das vendas dos três produtos pela usina localizada no estado de São Paulo no cenário inicial com o cenário 2.

Usina	São Paulo - Safra 15/16			São Paulo - Safra 16/17			São Paulo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	-32,4%	0,0%	0,0%	0,0%	59,4%	268,6%	-55,9%	0,0%	0,0%
<b>Maio</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-70,0%	0,0%	-92,7%
<b>Junho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-76,0%	0,0%	-84,4%
<b>Julho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-79,4%	0,0%	0,0%
<b>Agosto</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-79,6%	0,0%	0,0%
<b>Setembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-74,4%	0,0%	0,0%
<b>Outubro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-91,3%	0,0%	0,0%	0,0%

Usina	São Paulo - Safra 15/16			São Paulo - Safra 16/17			São Paulo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Novembro</b>	0,0%	-33,8%	-21,9%	-57,1%	0,0%	112,6%	0,0%	0,0%	199,3%
<b>Dezembro</b>	0,0%	-15,9%	27,8%	-94,8%	-8,3%	12,0%	0,0%	0,0%	37,5%
<b>Janeiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-40,1%	0,0%	0,0%
<b>Fevereiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Março</b>	-94,7%	-90,7%	90,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	90,9%

Tabela 58: Quantidade vendida de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pela usina localizada no estado de Goiás no cenário 2.

Usina	Goiás - Safra 15/16			Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	-	6.440,70	16.344,25	-	6.440,70	16.344,25	-	6.547,98	16.344,25
<b>Mai</b>	-	2.149,61	16.090,49	-	2.149,61	893,32	-	6.541,42	16.090,49
<b>Junho</b>	-	2.149,61	18.042,08	-	2.149,61	4.987,76	-	2.149,61	8.215,66
<b>Julho</b>	-	2.149,61	7.722,65	-	2.149,61	19.318,38	-	2.149,61	893,32
<b>Agosto</b>	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	17.549,07	-	2.149,61	17.549,07
<b>Setembro</b>	-	2.149,61	17.013,02	-	2.149,61	17.013,02	-	2.149,61	17.013,02
<b>Outubro</b>	-	6.648,70	15.277,13	-	6.648,70	43.528,61	-	2.149,61	15.277,13
<b>Novembro</b>	-	6.544,27	10.869,95	-	26.066,86	9.944,39	-	6.544,27	10.869,95
<b>Dezembro</b>	-	2.149,61	2.647,71	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	2.647,71
<b>Janeiro</b>	-	21.672,21	893,32	-	2.149,61	893,32	-	21.672,21	893,32
<b>Fevereiro</b>	-	2.149,61	26.464,84	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32
<b>Março</b>	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	26.464,84

Tabela 59: Comparativo das vendas dos três produtos pela usina localizada no estado de Goiás no cenário inicial com o cenário 2.

Usina	Goiás - Safra 15/16			Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18		
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro
<b>Abril</b>	0,0%	-66,6%	-94,5%	0,0%	-66,6%	-94,5%	0,0%	-8,2%	-94,5%
<b>Mai</b>	0,0%	0,0%	-94,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-67,1%	-94,4%
<b>Junho</b>	0,0%	0,0%	-95,0%	0,0%	0,0%	-82,1%	0,0%	0,0%	-89,1%
<b>Julho</b>	0,0%	0,0%	-88,4%	0,0%	0,0%	-95,4%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Agosto</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-94,9%	0,0%	0,0%	-94,9%
<b>Setembro</b>	0,0%	0,0%	-94,7%	0,0%	0,0%	-94,7%	0,0%	0,0%	-94,7%
<b>Outubro</b>	0,0%	-67,7%	0,0%	0,0%	-29,9%	-64,9%	0,0%	0,0%	-7,4%
<b>Novembro</b>	0,0%	16,8%	0,0%	0,0%	0,0%	-91,0%	0,0%	0,0%	-91,8%
<b>Dezembro</b>	0,0%	0,0%	-66,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-66,3%
<b>Janeiro</b>	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,9%	0,0%
<b>Fevereiro</b>	0,0%	0,0%	-96,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Março</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-96,6%

Tabela 60: Quantidade vendida de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pela usina localizada no estado de Alagoas no cenário 2.

Usina	Alagoas - Safra 15/16			Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18		
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro
<b>Abril</b>	1.898,66	446,54	56,53	1.898,66	902,30	56,53	1.898,66	902,30	56,53
<b>Mai</b>	1.898,66	446,54	56,53	1.898,66	446,54	56,53	1.898,66	446,54	56,53
<b>Junho</b>	1.898,66	446,54	56,53	1.898,66	446,54	56,53	1.898,66	446,54	56,53
<b>Julho</b>	1.898,66	446,54	56,53	1.898,66	446,54	56,53	1.898,66	446,54	56,53
<b>Agosto</b>	1.898,66	446,54	56,53	1.898,66	446,54	56,53	1.898,66	446,54	56,53
<b>Setembro</b>	1.898,66	446,54	56,53	1.898,66	446,54	56,53	3.704,91	608,80	588,63
<b>Outubro</b>	1.898,66	446,54	56,53	1.898,66	446,54	56,53	9.253,79	484,60	56,53

Usina	Alagoas - Safra 15/16			Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Novembro</b>	1.898,66	646,86	275,39	22.018,53	3.478,48	3.107,01	1.898,66	446,54	56,53
<b>Dezembro</b>	1.898,66	2.697,57	1.112,15	13.943,05	2.697,57	1.112,15	1.898,66	2.697,57	798,91
<b>Janeiro</b>	1.898,66	2.720,14	1.446,40	8.541,42	1.284,39	1.446,40	30.666,09	2.720,14	1.446,40
<b>Fevereiro</b>	40.705,67	2.298,18	3.803,71	1.898,66	446,54	972,08	1.898,66	2.113,21	972,08
<b>Março</b>	1.898,66	446,54	147,66	1.898,66	446,54	147,66	1.898,66	446,54	3.246,57

Tabela 61: Comparativo das vendas dos três produtos pela usina localizada no estado de Alagoas no cenário inicial com o cenário 2.

Usina	Alagoas - Safra 15/16			Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-50,5%	0,0%	339,9%	-50,5%	27233,5%
<b>Mai</b>	0,0%	0,0%	49008,8%	0,0%	0,0%	28727,2%	773,5%	0,0%	35220,7%
<b>Junho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1071,1%	0,0%	38646,0%
<b>Julho</b>	0,0%	0,0%	67741,2%	3460,1%	0,0%	67741,2%	1275,6%	0,0%	32494,9%
<b>Agosto</b>	0,0%	0,0%	3197,2%	0,0%	0,0%	7903,1%	1307,9%	0,0%	0,0%
<b>Setembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	565,5%	-26,7%	-61,3%
<b>Outubro</b>	0,0%	0,0%	915,2%	0,0%	0,0%	0,0%	70,9%	0,0%	0,0%
<b>Novembro</b>	0,0%	173,8%	647,2%	263,0%	-4,7%	-11,6%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Dezembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Janeiro</b>	154,6%	0,0%	0,0%	27,6%	111,8%	0,0%	10,5%	0,0%	0,0%
<b>Fevereiro</b>	313,8%	88,0%	0,0%	248,2%	178,5%	0,0%	230,7%	104,4%	21,4%
<b>Março</b>	127,8%	4609,9%	191,4%	127,8%	0,0%	191,4%	81,5%	5,7%	8,7%

Tabela 62: Quantidade vendida de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pelo grupo no cenário 2.

Usina	Grupo - Safra 15/16			Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	11.647,05	9.030,92	21.418,85	8.488,77	13.037,45	21.938,28	16.840,66	9.593,97	21.418,85
<b>Mai</b>	8.488,77	4.739,84	20.450,39	8.488,77	4.739,84	1.323,50	23.842,92	9.131,65	21.289,39
<b>Junho</b>	8.488,77	4.739,84	18.472,25	8.488,77	4.739,84	5.417,94	29.319,84	4.739,84	10.672,70
<b>Julho</b>	8.488,77	4.739,84	8.152,82	8.488,77	4.739,84	19.748,56	33.865,31	4.739,84	1.323,50
<b>Agosto</b>	8.488,77	4.739,84	1.323,50	8.488,77	4.739,84	17.979,24	34.190,85	4.739,84	17.979,24
<b>Setembro</b>	8.488,77	4.739,84	17.443,19	8.488,77	4.739,84	17.443,19	29.433,65	4.902,09	17.975,29
<b>Outubro</b>	8.488,77	9.238,93	15.707,30	8.488,77	9.238,93	47.888,51	15.843,90	4.777,90	15.707,30
<b>Novembro</b>	8.488,77	10.431,26	16.152,26	37.396,78	31.689,03	45.834,43	8.488,77	9.134,49	15.933,41
<b>Dezembro</b>	8.488,77	7.395,62	8.438,81	140.530,53	22.239,81	5.108,36	8.488,77	6.990,87	8.125,57
<b>Janeiro</b>	8.488,77	26.536,03	2.713,36	15.131,53	5.577,68	2.713,36	41.674,13	26.536,03	2.713,36
<b>Fevereiro</b>	47.295,78	6.591,47	30.642,20	8.488,77	4.739,84	2.239,05	8.488,77	6.406,50	2.239,05
<b>Março</b>	126.577,64	25.570,07	29.168,54	8.488,77	4.739,84	1.414,63	8.488,77	25.570,07	57.838,97

Tabela 63: Comparativo das vendas dos três produtos pelo grupo no cenário inicial com o cenário 2.

Usina	Grupo - Safra 15/16			Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	-27,1%	-47,5%	-72,1%	0,0%	-10,4%	-2,6%	-11,3%	-10,4%	-0,3%
<b>Mai</b>	0,0%	0,0%	61,2%	0,0%	0,0%	1227,0%	-2,8%	-48,1%	-0,3%
<b>Junho</b>	0,0%	0,0%	-92,8%	0,0%	0,0%	-75,6%	-1,7%	0,0%	117,1%
<b>Julho</b>	0,0%	0,0%	385,9%	773,9%	0,0%	100,6%	-3,4%	0,0%	1387,9%
<b>Agosto</b>	0,0%	0,0%	136,6%	0,0%	0,0%	-67,8%	-2,5%	0,0%	-92,6%
<b>Setembro</b>	0,0%	0,0%	-92,4%	0,0%	0,0%	-92,4%	6,2%	-3,3%	-91,7%
<b>Outubro</b>	0,0%	-48,7%	3,3%	0,0%	-21,5%	-67,2%	41,4%	0,0%	-7,2%

<b>Usina</b>	<b>Grupo - Safra 15/16</b>			<b>Grupo - Safra 16/17</b>			<b>Grupo - Safra 17/18</b>		
<b>Produto/Mês</b>	<b>Açúcar</b>	<b>Anidro</b>	<b>Hidratado</b>	<b>Açúcar</b>	<b>Anidro</b>	<b>Hidratado</b>	<b>Açúcar</b>	<b>Anidro</b>	<b>Hidratado</b>
<b>Novembro</b>	0,0%	10,8%	4,2%	131,3%	-0,5%	60,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Dezembro</b>	0,0%	-5,5%	-5,4%	-85,4%	-6,5%	7,3%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Janeiro</b>	34,6%	0,1%	0,0%	15,6%	25,7%	0,0%	-2,8%	1,5%	0,0%
<b>Fevereiro</b>	270,1%	30,7%	-83,5%	55,5%	16,8%	0,0%	51,6%	34,5%	9,3%
<b>Março</b>	-91,4%	-1,0%	88,6%	28,6%	0,0%	20,0%	18,2%	0,1%	0,5%



### 4.2.3. Estoques

Os níveis de estoque da usina localizada no estado de São Paulo no cenário 2 estão dispostos na Tabela 64. Como ilustrado na Tabela 65, observa-se que ao rodar o modelo para as usinas separadas, a usina de São Paulo apresentou, em geral, menores níveis de estoque para os três produtos, principalmente nas safras 2015/2016 e 2016/2017, armazenando um maior volume de etanol anidro na safra 2017/2018.

Para a usina localizada no estado de Goiás, o cenário inicial apresentou menores níveis de estoque se comparados com o cenário 2, de um modo geral. Observa-se, na Tabela 67, que nos meses de safra, a unidade apresentou no cenário inicial um menor volume de etanol anidro e hidratado armazenado durante o período de safra, com exceção do mês de abril da safra 2015/2016, e mostrou um maior volume no período de entressafra.

A usina localizada no estado do Alagoas apresentou, majoritariamente, menores níveis de estoque de açúcar em todas as safras no cenário inicial, se comparada com o cenário 2. Para os biocombustíveis, as diferenças de volume armazenado nos dois cenários se mostraram variadas ao longo dos meses das três safras, mas apresentou níveis menores, de um modo geral, como disposto na Tabela 69.

Analisando o grupo como um todo, nota-se, a partir dos resultados dispostos na

Tabela 70 e na Tabela 71, que ao rodar o modelo como um grupo, ou seja, com as usinas podendo realizar transferências entre si, as três usinas juntas exibiram menores níveis de estoque em relação a análise das usinas de forma isolada.

Tabela 64: Quantidade armazenada de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pela usina localizada no Estado de São Paulo no cenário 2.

Usina	São Paulo - Safra 15/16			São Paulo - Safra 16/17			São Paulo - Safra 17/18		
Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	3.503,99	3.550,76	-	5.832,70	-	-	-	2.537,01	-
<b>Mai</b>	18.045,69	7.451,20	839,01	20.374,41	3.900,44	4.768,73	-	5.949,99	-
<b>Junho</b>	38.876,76	11.967,85	5.592,40	42.243,76	7.794,13	9.522,12	-	10.466,64	2.726,53
<b>Julho</b>	64.253,29	15.867,68	11.532,16	68.361,80	11.249,06	15.461,88	-	14.366,46	8.666,29
<b>Agosto</b>	89.955,37	20.840,30	17.701,66	95.093,77	15.603,76	21.631,38	-	19.339,09	14.835,79
<b>Setembro</b>	111.524,72	25.053,44	23.540,79	118.608,27	18.649,83	27.470,51	-	23.552,22	22.196,93
<b>Outubro</b>	130.775,66	28.566,15	28.874,85	137.859,20	22.162,54	28.874,85	17.104,72	27.064,94	28.874,85
<b>Novembro</b>	137.299,20	28.874,85	28.874,85	137.859,20	23.261,80	-	23.628,26	28.470,09	28.874,85
<b>Dezembro</b>	137.859,20	28.874,85	28.874,85	19.770,33	8.044,62	1.120,95	24.188,26	28.874,85	28.874,85
<b>Janeiro</b>	131.269,09	26.731,17	28.501,20	13.180,22	5.900,93	747,30	13.180,22	26.731,17	28.501,20
<b>Fevereiro</b>	124.678,98	24.587,48	28.127,55	6.590,11	3.757,25	373,65	6.590,11	24.587,48	28.127,55
<b>Março</b>	-	1.613,56	-	-	1.613,56	-	-	1.613,56	-

Tabela 65: Comparativo dos níveis de estoque dos três produtos na usina localizada em São Paulo no cenário inicial com o cenário 2.

Usina	São Paulo - Safra 15/16			São Paulo - Safra 16/17			São Paulo - Safra 17/18		
Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	-100,0%	-28,6%	0,0%	10,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Mai</b>	-8,1%	45,4%	0,0%	3,8%	-31,4%	-82,4%	0,0%	-12,4%	0,0%
<b>Junho</b>	-3,1%	21,2%	0,0%	-100,0%	-18,6%	-41,3%	0,0%	14,0%	-100,0%
<b>Julho</b>	-0,7%	13,2%	0,0%	-100,0%	-12,9%	-25,4%	0,0%	7,1%	-31,5%
<b>Agosto</b>	0,6%	7,1%	0,0%	-73,9%	-9,3%	-18,2%	0,0%	2,1%	11,7%
<b>Setembro</b>	2,3%	1,2%	0,0%	-59,2%	-7,8%	-14,3%	0,0%	1,7%	1,0%
<b>Outubro</b>	1,9%	1,1%	0,0%	-51,0%	-6,5%	0,0%	-25,8%	1,5%	0,0%

Usina	São Paulo - Safra 15/16			São Paulo - Safra 16/17			São Paulo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Novembro</b>	0,4%	0,0%	0,0%	-87,0%	-6,2%	0,0%	-18,7%	1,4%	0,0%
<b>Dezembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-33,3%	-18,3%	0,0%	0,0%
<b>Janeiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-50,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Fevereiro</b>	-94,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Março</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 66: Quantidade armazenada de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pela usina localizada no Estado de Goiás no cenário 2.

Usina	Goiás - Safra 15/16			Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	-	107,28	-	-	107,28	-	-	-	-
<b>Mai</b>	-	6.466,22	-	-	6.466,22	15.197,17	-	1.967,12	-
<b>Junho</b>	-	11.094,01	-	-	11.094,01	28.251,48	-	6.594,91	9.826,42
<b>Julho</b>	-	17.039,30	11.595,73	-	17.039,30	28.251,48	-	12.540,20	28.251,48
<b>Agosto</b>	-	22.978,29	28.251,48	-	22.978,29	28.251,48	-	18.479,20	28.251,48
<b>Setembro</b>	-	28.251,48	28.251,48	-	28.251,48	28.251,48	-	23.752,39	28.251,48
<b>Outubro</b>	-	28.251,48	28.251,48	-	28.251,48	-	-	28.251,48	28.251,48
<b>Novembro</b>	-	28.251,48	28.251,48	-	8.728,89	925,56	-	28.251,48	28.251,48
<b>Dezembro</b>	-	27.712,29	28.251,48	-	8.189,69	2.679,96	-	27.712,29	28.251,48
<b>Janeiro</b>	-	6.040,08	27.358,16	-	6.040,08	1.786,64	-	6.040,08	27.358,16
<b>Fevereiro</b>	-	3.890,47	893,32	-	3.890,47	893,32	-	3.890,47	26.464,84
<b>Março</b>	-	1.740,86	-	-	1.740,86	-	-	1.740,86	-

Tabela 67: Comparativo dos níveis de estoque dos três produtos na usina localizada em Goiás no cenário inicial com o cenário 2.

Usina	Goiás - Safra 15/16			Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18			
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	0,0%	3999,8%	0,0%	0,0%	-100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Mai</b>	0,0%	-69,6%	0,0%	0,0%	-30,8%	-100,0%	0,0%	228,5%	0,0%	0,0%
<b>Junho</b>	0,0%	-40,6%	0,0%	0,0%	-17,9%	-39,3%	0,0%	0,0%	0,0%	-100,0%
<b>Julho</b>	0,0%	-26,4%	-100,0%	0,0%	-11,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-100,0%
<b>Agosto</b>	0,0%	-19,6%	-57,1%	0,0%	-8,7%	-57,1%	0,0%	0,0%	0,0%	-57,1%
<b>Setembro</b>	0,0%	-15,9%	0,0%	0,0%	-7,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Outubro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Novembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	40,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Dezembro</b>	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	13,9%	0,0%	1,5%	0,0%	0,0%
<b>Janeiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	20,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Fevereiro</b>	0,0%	0,0%	2862,5%	0,0%	0,0%	41,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Março</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 68: Quantidade armazenada de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pela usina localizada no Estado de Alagoas no cenário 2.

Usina	Alagoas - Safra 15/16			Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18		
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro
<b>Abril</b>	7.594,65	1.786,16	226,11	7.594,65	1.786,16	226,11	7.594,65	1.786,16	226,11
<b>Mai</b>	5.695,99	1.339,62	169,58	5.695,99	1.339,62	169,58	5.695,99	1.339,62	169,58
<b>Junho</b>	3.797,32	893,08	113,06	3.797,32	893,08	113,06	3.797,32	893,08	113,06
<b>Julho</b>	1.898,66	446,54	56,53	1.898,66	446,54	56,53	1.898,66	446,54	56,53
<b>Agosto</b>	-	-	-	1.806,25	162,26	532,10	-	-	-
<b>Setembro</b>	1.806,25	162,26	532,10	9.161,38	988,52	1.049,42	-	-	-
<b>Outubro</b>	9.161,38	988,52	1.049,42	-	-	-	-	788,20	517,32

<b>Novembro</b>	20.119,87	2.831,62	2.831,62	-	-	-	10.958,49	2.831,62	2.518,38
<b>Dezembro</b>	32.164,26	2.831,62	2.831,62	-	-	-	23.002,88	2.831,62	2.831,62
<b>Janeiro</b>	41.161,14	2.831,62	2.831,62	2.354,13	1.435,75	-	3.232,34	2.831,62	2.831,62
<b>Fevereiro</b>	7.067,02	2.022,24	-	7.067,02	2.478,00	-	7.945,23	2.207,21	2.831,62
<b>Março</b>	9.493,31	2.232,70	282,64	9.493,31	2.688,46	282,64	9.493,31	2.688,46	282,64

Tabela 69: Comparativo dos níveis de estoque dos três produtos na usina localizada em Alagoas no cenário inicial com o cenário 2.

Usina	Alagoas - Safra 15/16			Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	-15,0%	-99,5%	-100,0%	-100,0%	-99,5%	-100,0%	-100,0%	-75,0%	-100,0%
<b>Mai</b>	-20,0%	103,9%	1569,8%	-100,0%	7,9%	1569,8%	-100,0%	-100,0%	-100,0%
<b>Junho</b>	0,0%	155,9%	2354,6%	992,3%	11,8%	2354,6%	-100,0%	11,8%	-100,0%
<b>Julho</b>	0,0%	311,7%	-100,0%	-100,0%	23,6%	-100,0%	-100,0%	23,6%	-100,0%
<b>Agosto</b>	0,0%	0,0%	0,0%	-100,0%	-35,0%	-100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Setembro</b>	-34,2%	693,0%	432,2%	-87,0%	-100,0%	-83,7%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Outubro</b>	-6,7%	113,7%	169,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Novembro</b>	17,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Dezembro</b>	17,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Janeiro</b>	6,3%	0,0%	0,0%	-100,0%	-100,0%	0,0%	-100,0%	0,0%	0,0%
<b>Fevereiro</b>	-100,0%	-100,0%	0,0%	-100,0%	-90,1%	0,0%	-100,0%	-100,0%	0,0%
<b>Março</b>	-100,0%	-79,6%	-100,0%	-100,0%	-83,0%	-100,0%	-100,0%	-83,0%	-100,0%

Tabela 70: Quantidade armazenada de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pelo grupo no cenário 2.

Usina	Grupo - Safra 15/16			Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	11.098,63	5.444,20	226,11	13.427,35	1.893,44	226,11	7.594,65	4.323,16	226,11
<b>Mai</b>	23.741,68	15.257,04	1.008,59	26.070,39	11.706,28	20.135,48	5.695,99	9.256,73	169,58
<b>Junho</b>	42.674,08	23.954,93	5.705,45	46.041,08	19.781,21	37.886,66	3.797,32	17.954,63	12.666,00
<b>Julho</b>	66.151,96	33.353,51	23.184,42	70.260,46	28.734,90	43.769,89	1.898,66	27.353,20	36.974,30
<b>Agosto</b>	89.955,37	43.818,60	45.953,14	96.900,02	38.744,31	50.414,96	-	37.818,29	43.087,27
<b>Setembro</b>	113.330,97	53.467,17	52.324,37	127.769,65	47.889,83	56.771,42	-	47.304,61	50.448,41
<b>Outubro</b>	139.937,04	57.806,15	58.175,76	137.859,20	50.414,03	28.874,85	17.104,72	56.104,62	57.643,66
<b>Novembro</b>	157.419,07	59.957,96	59.957,96	137.859,20	31.990,68	925,56	34.586,75	59.553,20	59.644,71
<b>Dezembro</b>	170.023,46	59.418,76	59.957,96	19.770,33	16.234,31	3.800,90	47.191,14	59.418,76	59.957,96
<b>Janeiro</b>	172.430,24	35.602,87	58.690,99	15.534,35	13.376,76	2.533,94	16.412,56	35.602,87	58.690,99
<b>Fevereiro</b>	131.746,00	30.500,19	29.020,87	13.657,13	10.125,72	1.266,97	14.535,34	30.685,16	57.424,02
<b>Março</b>	9.493,31	5.587,12	282,64	9.493,31	6.042,89	282,64	9.493,31	6.042,89	282,64

Tabela 71: Comparativo dos níveis de estoque dos três produtos no grupo no cenário inicial com o cenário 2.

Usina	Grupo - Safra 15/16			Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	-41,9%	27,6%	6708,4%	-51,9%	-99,5%	-100,0%	-100,0%	-28,6%	-100,0%
<b>Mai</b>	-11,0%	1,8%	263,9%	-18,9%	-26,6%	-81,8%	-100,0%	26,1%	-100,0%
<b>Junho</b>	-2,8%	-2,4%	347,2%	-9,9%	-16,8%	-32,7%	-100,0%	8,8%	-100,0%
<b>Julho</b>	-0,7%	-3,0%	-50,3%	-100,0%	-11,6%	-73,7%	-100,0%	4,1%	-83,9%
<b>Agosto</b>	0,6%	-3,7%	-29,3%	-74,4%	-9,0%	-40,8%	0,0%	1,3%	-33,4%

Usina	Grupo - Safra 15/16			Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Setembro</b>	1,7%	-5,7%	4,4%	-61,2%	-9,2%	-8,5%	0,0%	0,9%	0,4%
<b>Outubro</b>	1,4%	2,5%	3,1%	-44,8%	-1,2%	100,2%	-25,8%	0,7%	0,0%
<b>Novembro</b>	2,6%	0,0%	0,0%	-87,0%	-4,5%	40,4%	-12,8%	0,7%	0,0%
<b>Dezembro</b>	3,2%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-9,4%	0,7%	0,0%
<b>Janeiro</b>	1,5%	0,0%	0,0%	-15,2%	-10,7%	0,0%	-19,7%	0,0%	0,0%
<b>Fevereiro</b>	-95,0%	-6,6%	88,1%	-51,7%	-22,0%	0,0%	-54,7%	-7,2%	0,0%
<b>Março</b>	-100,0%	-31,8%	-100,0%	-100,0%	-36,9%	-100,0%	-100,0%	-36,9%	-100,0%

#### **4.2.4. Fluxo de Caixa**

Analisando os resultados de caixa do cenário inicial em relação ao cenário 2, observa-se que, como um grupo, e com a possibilidade de as usinas realizarem transferências entre si, o resultado do caixa ao fim safra se mostra maior do que o cenário onde as usinas atuam de forma isolada.

Observa-se, na Tabela 73, que os resultados de caixa apresentaram maiores diferenças na safra 2016/2017, quando a variação média do cenário inicial para o cenário 2 foi de 165,8%.

Adicionalmente, ao analisar o fluxo de caixa nos dois cenários, é possível verificar que o ganho obtido com o planejamento conjunto das operações é significativo. Como pode ser verificado na Tabela 73, a variação no caixa do mês de março foi sempre superior para o cenário com planejamento conjunto das operações, com ganhos variando entre 2,7% a 20,3% dependendo do ano safra em análise.



Tabela 72: Componentes do fluxo de caixa (em milhões de reais) do grupo de usinas para as três safras no cenário 2.

Saфра	2015/2016			2016/2017			2017/2018		
	Receita	Custos	Caixa	Receita	Custos	Caixa	Receita	Custos	Caixa
<b>ABR</b>	49,27	40,09	69,19	68,55	40,85	87,69	68,99	42,47	86,52
<b>MAI</b>	37,87	44,85	62,20	19,71	46,18	61,23	72,45	47,23	111,74
<b>JUN</b>	34,37	46,15	50,43	25,42	47,81	38,84	57,31	48,34	120,71
<b>JUL</b>	22,78	49,70	23,51	45,96	51,31	33,48	47,96	51,82	116,85
<b>AGO</b>	15,46	50,02	- 11,05	44,68	52,03	26,14	63,51	51,95	128,41
<b>SET</b>	33,35	48,79	- 26,49	45,50	50,82	20,82	59,72	50,06	138,07
<b>OUT</b>	44,05	52,05	- 34,49	113,61	53,51	80,91	47,48	53,10	132,45
<b>NOV</b>	53,00	47,16	- 28,66	213,76	47,59	247,09	47,06	47,80	131,71
<b>DEZ</b>	37,52	33,16	- 24,30	264,07	31,14	480,01	34,33	32,47	133,57
<b>JAN</b>	70,92	20,25	26,37	41,97	18,12	503,86	107,43	19,10	221,90
<b>FEV</b>	155,78	16,46	165,69	25,43	15,14	514,15	25,14	16,06	230,97
<b>MAR</b>	251,88	13,82	403,76	22,57	14,29	522,43	165,53	14,64	381,86
<b>Média</b>	67,19	38,54	56,35	77,60	39,07	218,05	66,41	39,59	161,23

Tabela 73: Comparativo dos componentes de caixa (em milhões de reais) do cenário inicial com o cenário 2.

Saфра	2015/2016			2016/2017			2017/2018		
	Receita	Custos	Caixa	Receita	Custos	Caixa	Receita	Custos	Caixa
<b>ABR</b>	-54,1%	5,5%	-41,7%	9,2%	7,3%	3,8%	6,6%	20,6%	-4,8%
<b>MAI</b>	61,7%	19,1%	-22,5%	155,6%	13,1%	45,6%	11,6%	28,2%	-8,1%
<b>JUN</b>	-54,4%	1,3%	-66,1%	-21,6%	27,8%	23,6%	59,2%	32,3%	7,7%
<b>JUL</b>	218,4%	18,6%	30,4%	386,2%	33,0%	507,0%	81,6%	28,4%	28,9%

<b>Safra</b>	<b>2015/2016</b>			<b>2016/2017</b>			<b>2017/2018</b>		
<b>Componente de caixa/Mês</b>	<b>Receita</b>	<b>Custos</b>	<b>Caixa</b>	<b>Receita</b>	<b>Custos</b>	<b>Caixa</b>	<b>Receita</b>	<b>Custos</b>	<b>Caixa</b>
<b>AGO</b>	17,2%	2,2%	-78,7%	-33,7%	2,8%	586,2%	-14,6%	19,3%	11,3%
<b>SET</b>	-53,0%	-0,2%	33,5%	-52,5%	-0,7%	623,1%	-15,4%	17,1%	-2,4%
<b>OUT</b>	-14,7%	0,1%	44,7%	-52,7%	0,9%	85,7%	15,3%	8,1%	-0,3%
<b>NOV</b>	7,4%	3,3%	45,5%	71,9%	39,9%	82,6%	2,3%	5,3%	-1,4%
<b>DEZ</b>	-3,4%	2,7%	62,6%	-66,2%	1,6%	6,0%	0,5%	3,9%	-2,2%
<b>JAN</b>	7,9%	0,2%	-36,7%	17,6%	0,9%	7,2%	0,8%	2,4%	-1,1%
<b>FEV</b>	130,9%	199,3%	97,4%	40,8%	0,1%	9,0%	41,5%	1,3%	3,3%
<b>MAR</b>	-29,1%	44,3%	20,3%	21,9%	-0,5%	9,8%	3,0%	17,3%	2,7%
<b>Média</b>	19,6%	24,7%	7,4%	39,7%	10,5%	165,8%	16,1%	15,4%	2,8%

### **4.3. Resultados do modelo com a política do RenovaBio e comparações com o cenário inicial**

Nessa seção, serão analisados os resultados do modelo no cenário onde há a vigência da política do RenovaBio, com o título do CBIO precificado a R\$388,00 cada por unidade (cerca de US\$ 100 a tonelada de carbono).

Assim, serão dispostos os resultados das variáveis de produção, vendas, estoques, transferências entre as usinas e o fluxo de caixa, e será realizada uma comparação com o cenário inicial.

#### **4.3.1. Produção**

A Tabela 74 exibe a produção dos três produtos pela usina de São Paulo no cenário 3. Como se pode observar na Tabela 75, o cenário inicial apresentou menores níveis de produção de biocombustíveis se comparado com o cenário onde se faz presente a política do RenovaBio, e apresentou maiores níveis de produção de açúcar. Essas diferenças de volumes produzidos dos três produtos se mostraram maiores na safra 2017/2018 em relação às duas safras anteriores.

A Tabela 76 mostra os níveis de produção da usina de Goiás no cenário 3. Como se pode observar na Tabela 77, não houveram variações no *mix* de produção da unidade analisada, uma vez que ela não produz açúcar e não tem um produto para deslocar a sua produção com a vigência da política do RenovaBio.

Na Tabela 78 são exibidos os volumes produzidos pela usina de Alagoas no cenário 3. Como se pode observar na Tabela 79, não foram apresentadas diferenças na produção entre o cenário inicial e o cenário 3 na safra 2015/2016, mas nas safras 2016/2017 e 2017/2018 notou-se que a produção ótima de açúcar foi maior no cenário base em relação ao cenário onde se vigora a política do RenovaBio, e que a produção de etanol foi menor.

A Tabela 80 mostra um compilado da produção das três usinas. Como pode-se observar na Tabela 81, a política do RenovaBio faz com que o grupo aloque uma maior produção para os biocombustíveis em detrimento da produção de açúcar. Esse impacto se mostrou mais representativo na safra 2017/2018, onde os preços de venda do açúcar foram menores se comparados com os preços dos biocombustíveis.

Tabela 74: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) na usina localizada no estado de São Paulo no cenário 3.

Usina	São Paulo - Safra 15/16			São Paulo - Safra 16/17			São Paulo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	14.941,99	3.067,13	5.018,07	14.941,99	3.067,13	5.018,07	14.941,99	3.067,13	5.018,07
<b>Mai</b>	23.175,16	4.818,14	5.142,38	23.175,16	4.818,14	5.142,38	21.131,82	6.044,13	5.142,38
<b>Junho</b>	28.825,93	5.817,50	5.127,04	28.825,93	5.817,50	5.127,04	27.421,17	6.660,33	5.127,04
<b>Julho</b>	32.708,15	5.598,62	6.313,41	32.708,15	5.598,62	6.313,41	31.966,65	6.043,51	6.313,41
<b>Agosto</b>	33.322,09	6.498,39	6.543,15	33.322,09	6.498,39	6.543,15	31.017,82	7.116,32	7.341,10
<b>Setembro</b>	30.104,60	5.189,75	6.212,78	30.104,60	5.189,75	6.212,78	25.728,74	6.356,82	7.734,79
<b>Outubro</b>	25.841,04	5.656,40	5.707,71	25.841,04	5.656,40	5.707,71	23.694,83	5.656,40	7.051,57
<b>Novembro</b>	15.378,25	3.242,94	3.908,18	15.378,25	3.242,94	3.908,18	13.113,65	3.548,85	5.006,93
<b>Dezembro</b>	7.876,95	2.548,44	4.223,83	8.498,61	2.175,46	4.223,83	7.150,11	2.548,44	4.678,95
<b>Janeiro</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Fevereiro</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Março</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 75: Comparativo da produção dos três produtos no cenário inicial com o cenário 3 pela usina localizada no Estado de São Paulo.

Usina	São Paulo - Safra 15/16			São Paulo - Safra 16/17			São Paulo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Mai</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	9,7%	-20,3%	0,0%
<b>Junho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,1%	-12,7%	0,0%
<b>Julho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,3%	-7,4%	0,0%
<b>Agosto</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	7,4%	-8,7%	-10,9%
<b>Setembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	9,4%	0,0%	-19,7%
<b>Outubro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	9,1%	0,0%	-19,1%



Tabela 77: Comparativo da produção dos três produtos no cenário inicial com o cenário 3 pela usina localizada no Estado de Goiás.

Usina	Goiás - Safra 15/16			Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18			
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Mai</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Junho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Julho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Agosto</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Setembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Outubro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Novembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Dezembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Janeiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Fevereiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Março</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 78: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) na usina localizada no estado de Alagoas no cenário 3.

Usina	Alagoas - Safra 15/16			Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18			
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Mai</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Junho</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Julho</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Agosto</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Setembro</b>	3.087,42	341,11	228,00	2.641,28	608,80	228,00	2.641,28	608,80	228,00	228,00
<b>Outubro</b>	9.253,79	1.272,80	573,85	6.864,35	1.459,43	1.875,25	6.864,35	1.459,43	1.875,25	1.875,25

Usina	Alagoas - Safra 15/16			Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18		
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro
<b>Novembro</b>	12.857,15	2.489,96	2.057,58	12.696,20	2.489,96	2.158,36	12.696,20	2.489,96	2.158,36
<b>Dezembro</b>	13.943,05	2.697,57	1.112,15	12.511,25	3.522,15	1.148,14	12.511,25	3.522,15	1.148,14
<b>Janeiro</b>	10.895,55	2.720,14	1.446,40	10.887,98	2.720,14	1.451,14	10.887,98	2.720,14	1.451,14
<b>Fevereiro</b>	6.611,55	1.488,80	972,08	6.279,75	1.488,80	1.179,84	6.279,75	1.488,80	1.179,84
<b>Março</b>	4.324,95	657,00	430,30	3.446,74	927,80	697,59	3.446,74	927,80	697,59

Tabela 79: Comparativo da produção dos três produtos no cenário inicial com o cenário 3 pela usina localizada no Estado de Alagoas.

Usina	Alagoas - Safra 15/16			Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18			
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Mai</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Junho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Julho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Agosto</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Setembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	16,9%	-44,0%	0,0%	16,9%	-44,0%	0,0%	
<b>Outubro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	34,8%	-12,8%	-69,4%	34,8%	-12,8%	-69,4%	
<b>Novembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	1,3%	0,0%	-4,7%	1,3%	0,0%	-4,7%	
<b>Dezembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	11,4%	-23,4%	-3,1%	11,4%	-23,4%	-3,1%	
<b>Janeiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	-0,3%	0,1%	0,0%	-0,3%	
<b>Fevereiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	5,3%	0,0%	-17,6%	0,0%	0,0%	0,0%	
<b>Março</b>	0,0%	0,0%	0,0%	25,5%	-29,2%	-38,3%	0,0%	0,0%	0,0%	

Tabela 80: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pelo grupo no cenário 3

Usina	Grupo - Safra 15/16			Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	14.941,99	7.874,25	21.362,32	14.941,99	7.874,25	21.362,32	14.941,99	7.874,25	21.362,32
<b>Mai</b>	23.175,16	13.326,69	21.232,87	23.175,16	13.326,69	21.232,87	21.131,82	14.552,67	21.232,87
<b>Junho</b>	28.825,93	12.594,90	23.169,12	28.825,93	12.594,90	23.169,12	27.421,17	13.437,73	23.169,12
<b>Julho</b>	32.708,15	13.693,52	25.631,79	32.708,15	13.693,52	25.631,79	31.966,65	14.138,41	25.631,79
<b>Agosto</b>	33.322,09	14.586,99	24.092,22	33.322,09	14.586,99	24.092,22	31.017,82	15.204,92	24.890,17
<b>Setembro</b>	33.192,03	12.953,67	23.453,80	32.745,88	13.221,35	23.453,80	28.370,02	14.388,41	24.975,81
<b>Outubro</b>	35.094,83	13.577,90	21.558,69	32.705,40	13.764,53	22.860,09	30.559,18	13.764,53	24.203,95
<b>Novembro</b>	28.235,40	12.277,17	16.835,71	28.074,45	12.277,17	16.936,49	25.809,85	12.583,07	18.035,24
<b>Dezembro</b>	21.820,00	6.856,43	7.983,70	21.009,86	7.308,02	8.019,69	19.661,36	7.681,01	8.474,80
<b>Janeiro</b>	10.895,55	2.720,14	1.446,40	10.887,98	2.720,14	1.451,14	10.887,98	2.720,14	1.451,14
<b>Fevereiro</b>	6.611,55	1.488,80	972,08	6.279,75	1.488,80	1.179,84	6.279,75	1.488,80	1.179,84
<b>Março</b>	4.324,95	657,00	430,30	3.446,74	927,80	697,59	3.446,74	927,80	697,59

Tabela 81: Comparativo da produção dos três produtos no cenário inicial com o cenário 3 pelo grupo.

Usina	Grupo - Safra 15/16			Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Mai</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	9,7%	-8,4%	0,0%
<b>Junho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,1%	-6,3%	0,0%
<b>Julho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,3%	-3,1%	0,0%
<b>Agosto</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	7,4%	-4,1%	-3,2%
<b>Setembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	1,4%	-2,0%	0,0%	10,1%	-1,9%	-6,1%
<b>Outubro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	7,3%	-1,4%	-5,7%	14,8%	-1,4%	-10,9%



Usina	Grupo - Safra 15/16			Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Novembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%	0,0%	-0,6%	0,6%	0,0%	-0,6%
<b>Dezembro</b>	2,8%	-5,4%	0,0%	6,8%	-11,3%	-0,4%	7,3%	-10,7%	-0,4%
<b>Janeiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	-0,3%	0,1%	0,0%	-0,3%
<b>Fevereiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	5,3%	0,0%	-17,6%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Março</b>	0,0%	0,0%	0,0%	25,5%	-29,2%	-38,3%	0,0%	0,0%	0,0%

### 4.3.2. Vendas

A Tabela 82 exibe os resultados do modelo para a variável “vendas” da usina localizada no Estado de São Paulo no cenário 3. Como exposto na Tabela 83, a política do RenovaBio não impactou significativamente nas vendas da usina paulista em nenhuma das três safras. Observa-se variações pontuais se comparar os períodos de safra e de entressafra, quando a unidade, no cenário inicial, vende um maior volume de biocombustíveis no período de entressafra em determinados meses.

Para a usina localizada no Estado de Goiás, observa-se que as vendas dos biocombustíveis são, de modo geral, maiores no cenário 3 nos meses onde pode-se observar variações na Tabela 85. Assim como na usina localizada no Estado de São Paulo, observa-se que as variações são maiores na safra 2017/2018, e, se comparados os dois biocombustíveis, pode-se observar que elas são mais representativas para o etanol hidratado em relação ao etano anidro.

A usina localizada do Estado de Alagoas apresentou comportamento parcialmente distinto nas demais quando comparados o cenário 1 e 3. Como exibido na Tabela 87, as vendas de açúcar e de etanol anidro e etanol hidratado foram maiores no cenário inicial nas duas primeiras safras, comportamento distinto das usinas de São Paulo e de Goiás, as quais apresentaram um menor volume vendido dos biocombustíveis em todas as safras. Na safra 2017/2018, nota-se que o cenário inicial houve um maior volume vendido de açúcar e um menor volume vendido de etanol anidro e hidratado pela usina alagoana, assim como observado nas demais unidades do grupo.

Fazendo a análise do grupo como um todo, pode-se observar que a política do RenovaBio alocou um menor volume de açúcar nas vendas das três safras, e apresentou variações pontuais nos volumes comercializados de etano anidro e etano hidratado, que, de modo geral, foram maiores no cenário 3 em relação ao cenário inicial.



Usina	São Paulo - Safra 15/16			São Paulo - Safra 16/17			São Paulo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Novembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	68,1%	0,0%	0,0%	199,3%
<b>Dezembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	37,5%
<b>Janeiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Fevereiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Março</b>	0,0%	0,0%	90,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	90,9%

Tabela 84: Vendas de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) na usina localizada no estado de Goiás no cenário 3.

Usina	Goiás - Safra 15/16			Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	6.547,98	893,32
<b>Mai</b>	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	4.764,49	893,32
<b>Junho</b>	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32
<b>Julho</b>	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32
<b>Agosto</b>	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32
<b>Setembro</b>	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32
<b>Outubro</b>	-	2.149,61	15.277,13	-	4.659,06	47.458,33	-	2.149,61	15.277,13
<b>Novembro</b>	-	7.643,52	10.869,95	-	26.066,86	893,32	-	6.544,27	10.869,95
<b>Dezembro</b>	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	2.647,71
<b>Janeiro</b>	-	42.661,89	893,32	-	2.149,61	893,32	-	22.211,40	893,32
<b>Fevereiro</b>	-	2.149,61	26.464,84	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32
<b>Março</b>	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	26.464,84

Tabela 85: Comparativo das vendas dos três produtos no cenário inicial com o cenário 3 pela usina localizada no Estado de Goiás.

Usina	Goiás - Safra 15/16			Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18			
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-8,2%	0,0%
<b>Mai</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-54,9%	0,0%
<b>Junho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Julho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Agosto</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Setembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Outubro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-67,8%	0,0%	0,0%	0,0%	-7,4%
<b>Novembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-91,8%
<b>Dezembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-66,3%
<b>Janeiro</b>	0,0%	-49,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,6%	0,0%
<b>Fevereiro</b>	0,0%	0,0%	-96,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Março</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-96,6%

Tabela 86: Vendas de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) na usina localizada no estado de Alagoas no cenário 3.

Usina	Alagoas - Safra 15/16			Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18		
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro
<b>Abril</b>	1.898,66	446,54	56,53	1.898,66	446,54	56,53	8.351,89	446,54	15.450,93
<b>Mai</b>	1.898,66	446,54	56,53	1.898,66	446,54	12.365,55	14.541,71	446,54	15.197,17
<b>Junho</b>	1.898,66	446,54	56,53	1.898,66	446,54	56,53	20.831,07	446,54	21.902,15
<b>Julho</b>	1.898,66	446,54	38.348,91	67.594,81	446,54	38.348,91	25.376,54	446,54	14.286,00
<b>Agosto</b>	1.898,66	446,54	1.024,81	1.898,66	446,54	4.523,97	24.427,71	446,54	56,53
<b>Setembro</b>	1.898,66	446,54	56,53	1.898,66	446,54	56,53	21.779,91	608,80	228,00
<b>Outubro</b>	1.898,66	446,54	573,85	1.898,66	446,54	56,53	11.282,29	671,22	1.145,46



Tabela 88: Vendas de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pelo grupo no cenário 3.

Usina	Grupo - Safra 15/16			Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	8.488,77	4.739,84	21.362,32	8.488,77	11.675,21	21.362,32	14.941,99	9.220,90	21.362,32
<b>Mai</b>	8.488,77	4.739,84	18.401,25	8.488,77	4.739,84	13.632,52	21.131,82	7.354,71	21.232,87
<b>Junho</b>	8.488,77	4.739,84	1.323,50	8.488,77	4.739,84	1.323,50	27.421,17	4.739,84	23.169,12
<b>Julho</b>	8.488,77	4.739,84	39.615,88	74.184,92	4.739,84	39.615,88	31.966,65	4.739,84	15.552,97
<b>Agosto</b>	8.488,77	4.739,84	2.291,78	8.488,77	4.739,84	5.790,93	31.017,82	4.739,84	1.323,50
<b>Setembro</b>	8.488,77	4.739,84	1.323,50	8.488,77	4.739,84	1.323,50	28.370,02	4.902,09	1.494,97
<b>Outubro</b>	8.488,77	4.739,84	16.224,63	8.488,77	7.249,29	47.888,51	17.872,40	4.964,52	23.474,17
<b>Novembro</b>	8.488,77	11.558,46	16.835,71	86.516,22	31.526,77	45.100,15	8.488,77	9.134,49	15.933,41
<b>Dezembro</b>	8.488,77	6.990,87	7.983,70	20.533,16	20.793,95	5.482,00	8.488,77	7.681,01	8.474,80
<b>Janeiro</b>	10.802,28	47.525,71	2.713,36	17.485,66	7.013,43	2.713,36	38.888,22	27.075,22	2.718,10
<b>Fevereiro</b>	175.031,36	8.613,71	30.642,20	13.201,66	5.536,79	2.239,05	12.869,86	8.613,71	2.446,81
<b>Março</b>	10.915,06	4.739,84	29.451,17	10.915,06	4.739,84	1.697,27	10.036,85	25.595,56	58.121,61

Tabela 89: Comparativo das vendas dos três produtos no cenário inicial com o cenário 3 pelo grupo.

Usina	Grupo - Safra 15/16			Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	0,0%	0,0%	-72,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-6,7%	0,0%
<b>Mai</b>	0,0%	0,0%	79,1%	0,0%	0,0%	28,8%	9,7%	-35,6%	0,0%
<b>Junho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,1%	0,0%	0,0%
<b>Julho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,3%	0,0%	26,6%
<b>Agosto</b>	0,0%	0,0%	36,6%	0,0%	0,0%	0,0%	7,4%	0,0%	0,0%
<b>Setembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	10,1%	-3,3%	0,0%





### 4.3.3. Estoques

Na Tabela 90 são exibidos os níveis de estoque da usina de São Paulo no cenário 3. Como disposto na Tabela 91, nota-se que a unidade armazenou um menor volume de biocombustíveis ao longo da safra 2015/2016 e 2016/2017 no cenário onde se vigora a política do RenovaBio. Em contrapartida, foram observados maiores níveis de estoque, de um modo geral, de etanol anidro e etanol hidratado ao longo da última safra analisada no modelo.

Para a usina localizada no Estado de Goiás, a política do RenovaBio fez com que os níveis de estoque de biocombustíveis sofressem reduções pontuais nas safras 2015/2016 e 2017/2018, exceto para o etanol anidro no mês de dezembro de 2015, como disposto na Tabela 93.

Na Tabela 95 estão exibidas as variações dos níveis de estoque dos três produtos na usina de Alagoas ao longo das três safras. A partir desses dados, observa-se que a política do RenovaBio não resultou em mudanças significativas nas safras 2015/2016 e 2016/2017. Na safra 2017/2018, a unidade armazenou um menor volume de etanol anidro no cenário 3, se comparado com o cenário inicial, e armazenou um maior volume de etanol hidratado, principalmente nos meses de entressafra da região Norte-Nordeste.

Analisando os níveis de estoque do grupo como um todo, observa-se, na

Tabela 97, que a política do RenovaBio estimulou as vendas de etanol anidro no período de entressafra na região Centro-Sul da safra 2015/2016, e no período de safra da região Centro-Sul da safra 2017/2018. No entanto, a política tornou mais viável a armazenagem de etanol hidratado nas três safras analisadas.



Usina	São Paulo - Safra 15/16			São Paulo - Safra 16/17			São Paulo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Novembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Dezembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Janeiro</b>	0,0%	119,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Fevereiro</b>	0,0%	211,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Março</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 92: Níveis de estoque de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pela usina localizada no Estado de Goiás no cenário 3.

Usina	Goiás - Safra 15/16			Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	-	4.398,37	-						
<b>Mai</b>	-	1.967,12	-		4.476,57			3.306,74	
<b>Junho</b>	-	6.594,91	17.148,76		9.104,36	17.148,76		6.594,91	
<b>Julho</b>	-	12.540,20	-		15.049,65			12.540,20	
<b>Agosto</b>	-	18.479,20	12.131,78		20.988,65	12.131,78		18.479,20	12.131,78
<b>Setembro</b>	-	23.752,39	28.251,48		26.261,84	28.251,48		23.752,39	28.251,48
<b>Outubro</b>	-	28.251,48	28.251,48		28.251,48			28.251,48	28.251,48
<b>Novembro</b>	-	28.251,48	28.251,48		8.728,89	1.299,21		28.251,48	28.251,48
<b>Dezembro</b>	-	28.117,05	28.251,48		8.189,69	3.053,61		28.251,48	28.251,48
<b>Janeiro</b>	-	-	27.358,16		6.040,08	2.160,29		6.040,08	27.358,16
<b>Fevereiro</b>	-	-	893,32		3.890,47	1.266,97		3.890,47	26.464,84
<b>Março</b>	-	1.740,86	-		1.740,86			1.740,86	

Tabela 93: Comparativo dos níveis de estoque dos três produtos no cenário inicial com o cenário 3 pela usina localizada no Estado de Goiás.

Usina	Goiás - Safra 15/16			Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18			
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Mai</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	95,4%	0,0%
<b>Junho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Julho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Agosto</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Setembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Outubro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Novembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Dezembro</b>	0,0%	-1,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,5%	0,0%
<b>Janeiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Fevereiro</b>	0,0%	0,0%	2862,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Março</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 94: Níveis de estoque de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pela usina localizada no Estado de Alagoas no cenário 3.

Usina	Alagoas - Safra 15/16			Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18			
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	6.453,22	9,23	-	-	9,23	-	-	-	9,23	-
<b>Mai</b>	4.554,56	2.731,70	2.831,62	-	1.445,05	2.831,62	-	-	-	-
<b>Junho</b>	3.797,32	2.285,16	2.775,09	41.476,78	998,51	2.775,09	-	-	893,08	-
<b>Julho</b>	1.898,66	1.838,62	-	-	551,97	-	-	-	446,54	56,53
<b>Agosto</b>	-	1.392,08	2.660,15	-	105,43	-	-	-	-	-
<b>Setembro</b>	1.188,76	1.286,65	2.831,62	1.188,76	-	171,47	-	-	-	-
<b>Outubro</b>	8.543,90	2.112,91	2.831,62	8.543,90	826,26	688,80	-	-	788,20	729,78



Tabela 96: Níveis de estoque de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pelo grupo no cenário 3.

Usina	Grupo - Safra 15/16			Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18			
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	6.453,22	6.944,60	-	6.453,22	9,23	-	-	2.463,53	-	-
<b>Mai</b>	21.139,62	15.531,45	2.831,62	21.139,62	8.596,08	7.600,35	-	9.661,49	-	-
<b>Junho</b>	41.476,78	23.386,51	24.677,24	41.476,78	16.451,14	29.445,97	-	18.359,39	-	-
<b>Julho</b>	65.696,15	32.340,19	10.693,15	-	25.404,82	15.461,88	-	27.757,96	10.078,82	-
<b>Agosto</b>	90.529,47	42.187,35	32.493,59	24.833,32	35.251,98	33.763,16	-	38.223,05	33.645,50	-
<b>Setembro</b>	115.232,73	50.401,18	54.623,89	49.536,57	43.465,81	55.893,47	-	47.709,37	57.126,33	-
<b>Outubro</b>	141.838,79	59.239,25	59.957,96	76.142,64	49.794,42	29.563,65	12.686,78	56.509,38	57.856,12	-
<b>Novembro</b>	161.585,42	59.957,96	59.957,96	17.861,83	30.544,82	1.299,21	30.007,86	59.957,96	59.957,96	-
<b>Dezembro</b>	174.916,65	59.823,52	59.957,96	19.770,33	16.234,31	3.800,90	41.180,45	59.957,96	59.957,96	-
<b>Janeiro</b>	175.009,92	15.017,94	58.690,99	13.180,22	11.941,02	2.533,94	13.180,22	35.602,87	58.690,99	-
<b>Fevereiro</b>	6.590,11	7.893,02	29.020,87	6.590,11	7.893,02	1.266,97	6.590,11	28.477,95	57.424,02	-
<b>Março</b>	-	3.810,19	-	-	3.810,19	-	-	3.810,19	-	-

Tabela 97: Comparativo dos níveis de estoque dos três produtos no cenário inicial com o cenário 3 pelo grupo.

Usina	Grupo - Safra 15/16			Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18			
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	25,3%	0,0%	0,0%
<b>Mai</b>	0,0%	0,0%	29,6%	0,0%	0,0%	-51,7%	0,0%	20,8%	0,0%	0,0%
<b>Junho</b>	0,0%	0,0%	3,4%	0,0%	0,0%	-13,3%	0,0%	6,4%	0,0%	0,0%
<b>Julho</b>	0,0%	0,0%	7,8%	0,0%	0,0%	-25,4%	0,0%	2,6%	-41,1%	-
<b>Agosto</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-11,6%	0,0%	0,3%	-14,7%	-
<b>Setembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-7,0%	0,0%	0,0%	-11,3%	-
<b>Outubro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	95,6%	0,0%	0,0%	-0,4%	-



#### **4.3.4. Transferências**

As tabelas 98, 99 e 100 mostram as quantidades transferidas dos três produtos, nas três safras, no cenário onde há a vigência da política do RenovaBio. Como se pode observar nas tabelas Tabela 101, Tabela 102 e Tabela 103, há diferenças na dinâmica de transferência entre as usinas no cenário 3 em relação ao cenário inicial. Na safra 2017/2018, o grupo transfere um menor volume dos três produtos, enquanto que nas suas safras anteriores, alguns meses apresentam maiores ou menores volumes transportados ao longo dos meses. A usina localizada no Estado de Alagoas movimentou 134,44 m<sup>3</sup> de etanol anidro para a usina de Goiás no mês de dezembro de 2017, não realizando nenhuma operação de transferência nos demais meses de nenhuma das safras analisadas.



Tabela 98: Transferências de açúcar (mil ton.), etanol anidro (mil m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (mil m<sup>3</sup>) na safra 2015/2016 no cenário 3.

<b>Origem</b>	<b>São Paulo</b>						<b>Goiás</b>					
<b>Destino</b>	<b>Goiás</b>			<b>Alagoas</b>			<b>São Paulo</b>			<b>Alagoas</b>		
<b>Produto/Mês</b>	<b>Açúcar</b>	<b>Anidro</b>	<b>Hidratado</b>	<b>Açúcar</b>	<b>Anidro</b>	<b>Hidratado</b>	<b>Açúcar</b>	<b>Anidro</b>	<b>Hidratado</b>	<b>Açúcar</b>	<b>Anidro</b>	<b>Hidratado</b>
<b>Abril</b>	-	-	-	8,35	-	-	-	-	15,39	-	-	0,06
<b>Mai</b>	-	-	-	-	-	-	-	5,62	12,31	-	3,17	2,89
<b>Junho</b>	-	-	-	1,14	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Julho</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35,57
<b>Agosto</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,84	-	-	3,68
<b>Setembro</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Outubro</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Novembro</b>	-	1,10	-	4,22	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Dezembro</b>	-	0,40	-	1,29	-	-	-	-	-	-	-	1,75
<b>Janeiro</b>	-	14,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Fevereiro</b>	-	2,15	-	118,09	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Março</b>	-	3,89	-	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 99: Transferências de açúcar (mil ton.), etanol anidro (mil m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (mil m<sup>3</sup>) na safra 2016/2017 no cenário 3.

<b>Origem</b>	<b>São Paulo</b>						<b>Goiás</b>					
<b>Destino</b>	<b>Goiás</b>			<b>Alagoas</b>			<b>São Paulo</b>			<b>Alagoas</b>		
<b>Produto/Mês</b>	<b>Açúcar</b>	<b>Anidro</b>	<b>Hidratado</b>	<b>Açúcar</b>	<b>Anidro</b>	<b>Hidratado</b>	<b>Açúcar</b>	<b>Anidro</b>	<b>Hidratado</b>	<b>Açúcar</b>	<b>Anidro</b>	<b>Hidratado</b>
<b>Abril</b>	-	-	-	1,90	-	-	-	4,40	15,39	-	-	0,06
<b>Mai</b>	-	-	-	1,90	-	-	-	-	-	-	1,88	15,20



Origem	São Paulo						Goiás					
	Goiás			Alagoas			São Paulo			Alagoas		
Destino	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
Produto/Mês												
Dezembro	-	0,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 101: Comparativo das transferências dos três produtos entre as usinas do Grupo do cenário inicial com o cenário 3 para a safra 2015/2016.

Origem	São Paulo						Goiás					
	Goiás			Alagoas			São Paulo			Alagoas		
Destino	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
Produto/Mês												
Abril	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-100%	0%	0%	0%
Maio	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-100%	0%	0%	959%
Junho	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Julho	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Agosto	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-100%	0%	0%	23%
Setembro	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Outubro	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Novembro	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Dezembro	0%	-92%	0%	48%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-100%
Janeiro	0%	-100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fevereiro	0%	-100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Março	0%	-100%	0%	-100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%





#### **4.3.5. Fluxo de Caixa**

A Tabela 104 ilustra os componentes de fluxo de caixa do grupo no cenário 3. Como se pode observar na Tabela 105, a possibilidade de comercialização do CBIO alterou as estratégias de comercialização do grupo e proporcionou aumentos nos fluxos de caixa das três safras. Como exposto nos resultados abaixo, o impacto da política, em pontos percentuais, no resultado do caixa foi maior na safra 2015/2016, e apresentou maiores custos médios na safra 2017/2018.

Tabela 104: Componentes do fluxo de caixa (em milhões de reais) do grupo de usinas para as três safras no cenário 3.

<b>Safra</b>	<b>2015/2016</b>			<b>2016/2017</b>			<b>2017/2018</b>		
<b>Componente de caixa/Mês</b>	<b>Receita</b>	<b>Custos</b>	<b>Caixa</b>	<b>Receita</b>	<b>Custos</b>	<b>Caixa</b>	<b>Receita</b>	<b>Custos</b>	<b>Caixa</b>
<b>ABR</b>	54,16	45,11	69,05	90,01	44,71	105,31	88,11	51,09	97,02
<b>MAI</b>	48,63	49,26	67,63	50,89	52,37	103,82	92,76	58,43	131,35
<b>JUN</b>	18,52	48,42	37,53	22,78	62,15	64,46	100,84	63,05	169,14
<b>JUL</b>	91,21	60,98	67,89	242,17	69,34	237,29	87,92	65,46	191,61
<b>AGO</b>	20,13	53,01	35,19	34,31	54,54	217,05	53,72	61,12	184,20
<b>SET</b>	18,52	50,49	3,29	24,46	51,43	190,08	49,74	57,61	176,34
<b>OUT</b>	51,82	54,09	3,07	136,64	54,92	271,80	75,28	56,12	195,50
<b>NOV</b>	72,79	50,19	16,83	350,61	64,99	557,42	59,01	49,44	205,08
<b>DEZ</b>	44,02	34,79	24,91	101,23	32,23	626,42	43,47	33,42	215,13
<b>JAN</b>	151,73	21,61	147,00	53,73	18,54	661,61	120,60	19,56	316,17
<b>FEV</b>	410,80	47,13	522,33	39,35	15,32	685,64	40,48	16,27	340,38
<b>MAR</b>	92,33	16,75	605,84	30,51	14,32	701,83	207,04	14,75	532,67
<b>Média</b>	89,55	44,32	132,87	98,06	44,57	368,56	84,91	45,53	229,55

Tabela 105: Comparativo dos componentes de caixa (em milhões de reais) do cenário inicial com o cenário 3.

<b>Safra</b>	<b>2015/2016</b>			<b>2016/2017</b>			<b>2017/2018</b>		
<b>Componente de caixa/Mês</b>	<b>Receita</b>	<b>Custos</b>	<b>Caixa</b>	<b>Receita</b>	<b>Custos</b>	<b>Caixa</b>	<b>Receita</b>	<b>Custos</b>	<b>Caixa</b>
<b>ABR</b>	-58,2%	-6,3%	-41,6%	-16,9%	-2,0%	-13,6%	-16,5%	0,2%	-15,1%
<b>MAI</b>	26,0%	8,4%	-28,8%	-1,0%	-0,3%	-14,1%	-12,8%	3,6%	-21,8%
<b>JUN</b>	-15,3%	-3,4%	-54,5%	-12,5%	-1,7%	-25,5%	-9,5%	1,5%	-23,2%
<b>JUL</b>	-20,5%	-3,3%	-54,8%	-7,7%	-1,6%	-14,4%	-0,9%	1,6%	-21,4%
<b>AGO</b>	-10,0%	-3,5%	-106,7%	-13,7%	-1,9%	-17,4%	1,0%	1,4%	-22,4%

<b>Safra</b>	<b>2015/2016</b>			<b>2016/2017</b>			<b>2017/2018</b>		
<b>Componente de caixa/Mês</b>	<b>Receita</b>	<b>Custos</b>	<b>Caixa</b>	<b>Receita</b>	<b>Custos</b>	<b>Caixa</b>	<b>Receita</b>	<b>Custos</b>	<b>Caixa</b>
<b>SET</b>	-15,3%	-3,6%	-1174,8%	-11,6%	-1,9%	-20,8%	1,6%	1,8%	-23,6%
<b>OUT</b>	-27,5%	-3,7%	1526,2%	-60,7%	-1,7%	-44,7%	-27,3%	2,3%	-32,4%
<b>NOV</b>	-21,8%	-2,9%	-347,7%	4,8%	2,4%	-19,1%	-18,4%	1,9%	-36,7%
<b>DEZ</b>	-17,6%	-2,1%	-258,6%	-11,8%	-1,8%	-18,8%	-20,6%	1,0%	-39,3%
<b>JAN</b>	-49,6%	-6,1%	-88,6%	-8,1%	-1,4%	-18,4%	-10,2%	0,0%	-30,6%
<b>FEV</b>	-12,4%	4,5%	-37,4%	-9,0%	-1,1%	-18,2%	-12,1%	0,0%	-29,9%
<b>MAR</b>	93,5%	19,0%	-19,8%	-9,8%	-0,7%	-18,2%	-17,6%	16,4%	-26,4%
<b>Média</b>	-10,7%	-0,2%	-57,2%	-13,2%	-1,1%	-20,3%	-12,0%	2,6%	-26,9%



#### **4.4. Resultados do modelo com o aumento no custo oportunidade do capital e comparações com o cenário inicial**

Nessa seção, serão analisados os resultados do modelo no cenário onde os custos de armazenagem correspondem a 120% do CDI mensal. Assim, serão dispostos os resultados das variáveis de produção, vendas, estoques, transferências entre as usinas e o fluxo de caixa, e será realizada uma comparação com o cenário inicial.

Esse cenário retrata a resposta do modelo, especialmente a mudança na estratégia comercial, diante da elevação no custo de capital para armazenamento. Essa condição representa a situação vivenciada por boa parte das empresas desta indústria, que apresentam elevado nível de alavancagem e maior custo de capitação de recursos financeiros.

##### **4.4.1. Produção**

A Tabela 106 ilustra a produção dos três produtos pela usina de São Paulo no cenário 4. Os mesmos dados estão expostos na Tabela 108, Tabela 110 e Tabela 112 para as usinas de Goiás, Alagoas e para o grupo, respectivamente. Como exposto na Tabela 107, Tabela 109, Tabela 111 e Tabela 113, que mostram as variações na produção, em pontos percentuais, do cenário 4 em relação ao cenário inicial, observa-se que essa mudança no custo oportunidade não tem impactos nas estratégias de produção de nenhuma das unidades do grupo.





Tabela 109: Comparativo da produção dos três produtos no cenário inicial com o cenário 4 pela usina localizada no Estado de Goiás.

<b>Usina</b>	<b>Goiás - Safra 15/16</b>			<b>Goiás - Safra 16/17</b>			<b>Goiás - Safra 17/18</b>		
<b>Produto/Mês</b>	<b>Açúcar</b>	<b>Anidro</b>	<b>Hidratado</b>	<b>Açúcar</b>	<b>Anidro</b>	<b>Hidratado</b>	<b>Açúcar</b>	<b>Anidro</b>	<b>Hidratado</b>
<b>Abril</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Mai</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Junho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Julho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Agosto</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Setembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Outubro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Novembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Dezembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Janeiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Fevereiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Março</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 110: Produção de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) na usina localizada no estado de Alagoas no cenário 4.

<b>Usina</b>	<b>Alagoas - Safra 15/16</b>			<b>Alagoas - Safra 16/17</b>			<b>Alagoas - Safra 17/18</b>		
<b>Produto/Mês</b>	<b>Açúcar</b>	<b>Anidro</b>	<b>Hidratado</b>	<b>Açúcar</b>	<b>Anidro</b>	<b>Hidratado</b>	<b>Açúcar</b>	<b>Anidro</b>	<b>Hidratado</b>
<b>Abril</b>									
<b>Mai</b>									
<b>Junho</b>									
<b>Julho</b>									
<b>Agosto</b>									
<b>Setembro</b>	3.087,42	341,11	228,00	3.087,42	341,11	228,00	3.087,42	341,11	228,00
<b>Outubro</b>	9.253,79	1.272,80	573,85	9.253,79	1.272,80	573,85	9.253,79	1.272,80	573,85







#### **4.4.2. Vendas**

A Tabela 114 mostra o volume vendido pela usina localizada no Estado de São Paulo ao longo das três safras no cenário 4. Como se pode observar na Tabela 115, o aumento no custo oportunidade resultou em um aumento pontual nas vendas de etanol hidratado no mês de março de 2015 e no mês de dezembro de 2016. Não foram observadas mudanças significativas nos demais meses das três safras analisadas.

A Tabela 117 faz um comparativo do cenário inicial com o cenário 4 para as vendas realizadas pela usina de Goiás ao longo das três safras. Diante dos dados expostos, não foram observadas variações em nenhum dos meses das safras 2015/2016 e 2016/2017. Na safra 2017/2018, observou-se variações na comercialização de etanol anidro nos meses de abril e de novembro.

A usina localizada no estado de Alagoas apresentou variações na sua estratégia de vendas em todas as safras, com destaque para a safra 2016/2017. A unidade alagoana apresentou maiores variações nas vendas de etanol hidratado na safra 2015/2016, nas vendas de açúcar na safra 2016/2017 e nas vendas de etano anidro na safra 2017/2018, como exposto na Tabela 119.

A Tabela 121 exhibe as variações na estratégia de venda dos três produtos pelo Grupo. Ao se comparar com o cenário inicial, observa-se que o aumento no custo oportunidade resultou em diferentes estratégias de comercialização de etanol hidratado na safra 2015/2016, de açúcar e etanol hidratado na safra 2016/2017, e de etanol anidro na safra 2017/2018.





Usina	São Paulo - Safra 15/16			São Paulo - Safra 16/17			São Paulo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Novembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,5%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Dezembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	12,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Janeiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Fevereiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Março</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 116: Vendas de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) na usina localizada no estado de Goiás no cenário 4.

Usina	Goiás - Safra 15/16			Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>		2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	6.547,98	893,32
<b>Mai</b>		2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32
<b>Junho</b>		2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32
<b>Julho</b>		2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32
<b>Agosto</b>		2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32
<b>Setembro</b>		2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32
<b>Outubro</b>		2.149,61	15.277,13	-	4.659,06	15.277,13	-	2.149,61	14.152,17
<b>Novembro</b>		7.643,52	10.869,95	-	26.066,86	893,32	-	6.004,77	893,32
<b>Dezembro</b>		2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32
<b>Janeiro</b>		21.703,98	893,32	-	2.149,61	893,32	-	22.076,96	893,32
<b>Fevereiro</b>		2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32
<b>Março</b>		2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32	-	2.149,61	893,32

Tabela 117: Comparativo das vendas dos três produtos no cenário inicial com o cenário 4 pela usina localizada no Estado de Goiás.

Usina	Goiás - Safra 15/16			Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18			
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-8,2%	0,0%	0,0%
<b>Mai</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Junho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Julho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Agosto</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Setembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Outubro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Novembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	9,0%	0,0%
<b>Dezembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Janeiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Fevereiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Março</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 118: Vendas de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) na usina localizada no estado de Alagoas no cenário 4.

Usina	Alagoas - Safra 15/16			Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18			
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	1.898,66	446,54	56,53	8.351,89	446,54	56,53	8.351,89	446,54	15.450,93	
<b>Mai</b>	1.898,66	446,54	27.759,95	1.898,66	446,54	19.126,89	16.585,06	446,54	19.965,90	
<b>Junho</b>	1.898,66	446,54	56,53	1.898,66	446,54	56,53	22.235,82	446,54	21.902,15	
<b>Julho</b>	1.898,66	446,54	38.348,91	61.141,59	446,54	35.517,29	26.118,04	446,54	18.425,06	
<b>Agosto</b>	1.898,66	446,54	1.024,81	26.731,98	446,54	4.523,97	26.731,98	446,54	56,53	
<b>Setembro</b>	1.898,66	446,54	56,53	1.898,66	446,54	56,53	24.656,78	446,54	228,00	
<b>Outubro</b>	1.898,66	446,54	573,85	10.442,56	446,54	56,53	15.817,94	1.272,80	56,53	



Tabela 120: Vendas de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) do grupo no cenário 4.

Usina	Grupo - Safra 15/16			Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18		
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro
<b>Abril</b>	8.488,77	4.739,84	5.967,92	14.941,99	11.675,21	21.362,32	14.941,99	9.138,20	21.362,32
<b>Mai</b>	8.488,77	4.739,84	33.795,65	8.488,77	4.739,84	20.393,86	23.175,16	4.739,84	21.232,87
<b>Junho</b>	8.488,77	4.739,84	1.323,50	8.488,77	4.739,84	1.323,50	28.825,93	4.739,84	23.169,12
<b>Julho</b>	8.488,77	4.739,84	39.615,88	67.731,70	4.739,84	36.784,26	32.708,15	4.739,84	19.692,03
<b>Agosto</b>	8.488,77	4.739,84	2.291,78	33.322,09	4.739,84	5.790,93	33.322,09	4.739,84	1.323,50
<b>Setembro</b>	8.488,77	4.739,84	1.323,50	8.488,77	4.739,84	1.323,50	31.246,88	4.739,84	1.494,97
<b>Outubro</b>	8.488,77	4.739,84	16.224,63	17.032,67	7.249,29	15.707,30	22.408,05	5.566,10	14.582,34
<b>Novembro</b>	8.488,77	11.558,46	16.835,71	53.139,01	31.526,77	73.725,28	8.488,77	8.595,00	15.933,41
<b>Dezembro</b>	8.488,77	6.990,87	7.983,70	20.533,16	20.793,95	5.108,36	8.488,77	6.202,67	8.125,57
<b>Janeiro</b>	11.423,94	26.567,80	2.713,36	17.485,66	7.013,43	2.713,36	40.488,54	26.940,79	2.713,36
<b>Fevereiro</b>	175.031,36	8.613,71	5.070,67	13.201,66	5.536,79	2.239,05	12.869,86	8.613,71	2.446,81
<b>Março</b>	10.915,06	25.324,76	55.022,70	10.915,06	4.739,84	1.697,27	10.036,85	25.595,56	58.121,61

Tabela 121: Comparativo das vendas dos três produtos no cenário inicial com o cenário 4 pelo Grupo.

Usina	Grupo - Safra 15/16			Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18		
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro
<b>Abril</b>	0,0%	0,0%	0,0%	-43,2%	0,0%	0,0%	0,0%	-5,9%	0,0%
<b>Mai</b>	0,0%	0,0%	-2,5%	0,0%	0,0%	-13,9%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Junho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Julho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	9,5%	0,0%	7,7%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Agosto</b>	0,0%	0,0%	36,6%	-74,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Setembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Outubro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	-50,2%	0,0%	0,0%	0,0%	-14,2%	0,0%



#### 4.4.3. Estoques

A 122 mostra os níveis de estoque dos três produtos na usina de São Paulo no cenário 4. Como se pode observar na Tabela 123, o aumento no custo oportunidade resultou em maiores níveis de estoque de etanol hidratado na safra 2015/2016, mas reduziu o volume armazenado de açúcar na mesma safra, e de etanol hidratado na safra anterior.

Para a usina localizada no Estado de Goiás, observa-se, a partir da Tabela 125, que os níveis de estoque de etanol hidratado na safra 2016/2017, e de etanol anidro na safra 2017/2018 são menores no cenário 4 se comparados com o cenário inicial.

Para a usina localizada no Estado de Alagoas, a Tabela 127 mostra que o volume armazenado de açúcar na safra 2016/2017 e de etanol anidro, na safra posterior, foi menor no cenário 4 em relação ao cenário inicial.

A Tabela 129 ilustra as variações em pontos percentuais na estratégia de armazenagem no Grupo. Como se pode observar, o aumento no custo oportunidade fez com que as três usinas juntas mudassem as suas estratégias ótimas de estoques, armazenando menores volumes dos três produtos ao longo das três safras, principalmente na safra 2016/2017, quando as variações se mostraram mais significativas, com destaque para o açúcar e o etanol hidratado.

Tabela 122: Níveis de estoque de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pela usina localizada no Estado de São Paulo no cenário 4.

Usina	São Paulo - Safra 15/16			São Paulo - Safra 16/17			São Paulo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	-	2.537,01	-	-	-	-	-	2.537,01	-
<b>Mai</b>	16.585,06	10.832,63	-	14.686,39	2.674,46	839,01	-	5.211,46	-
<b>Junho</b>	37.679,45	14.506,44	4.753,39	-	6.348,26	5.592,40	-	11.934,21	-
<b>Julho</b>	63.797,49	17.961,37	10.693,15	-	9.803,20	11.532,16	-	15.389,15	5.939,76
<b>Agosto</b>	90.529,47	22.316,07	17.701,66	-	14.157,90	17.701,66	-	19.743,85	16.576,70
<b>Setembro</b>	114.043,96	25.362,14	23.540,79	23.514,49	17.203,97	23.540,79	-	23.956,98	22.415,83
<b>Outubro</b>	133.294,90	28.874,85	28.874,85	42.765,43	20.716,68	28.874,85	12.686,78	27.469,69	28.874,85
<b>Novembro</b>	137.859,20	28.874,85	28.874,85	17.861,83	21.815,93	-	19.210,33	28.874,85	28.874,85
<b>Dezembro</b>	137.859,20	28.874,85	28.874,85	19.770,33	8.044,62	1.120,95	19.770,33	28.874,85	28.874,85
<b>Janeiro</b>	131.269,09	26.731,17	28.501,20	13.180,22	5.900,93	747,30	13.180,22	26.731,17	28.501,20
<b>Fevereiro</b>	6.590,11	24.587,48	28.127,55	6.590,11	3.757,25	373,65	6.590,11	24.587,48	28.127,55
<b>Março</b>	-	1.613,56	-	-	1.613,56	-	-	1.613,56	-

Tabela 123: Comparativo dos níveis de estoque dos três produtos no cenário inicial com o cenário 4 pela usina localizada no Estado de São Paulo.

Usina	São Paulo - Safra 15/16			São Paulo - Safra 16/17			São Paulo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Mai</b>	0,0%	0,0%	0,0%	43,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Junho</b>	0,0%	0,0%	17,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Julho</b>	0,0%	0,0%	7,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Agosto</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Setembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	105,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Outubro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	58,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%



Usina	São Paulo - Safra 15/16			São Paulo - Safra 16/17			São Paulo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Novembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Dezembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-33,3%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Janeiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-50,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Fevereiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Março</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 124: Níveis de estoque de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pela usina localizada no Estado de Goiás no cenário 4.

Usina	Goiás - Safra 15/16			Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>		4.398,37	15.394,40						
<b>Mai</b>		1.967,12			4.476,57			5.921,62	
<b>Junho</b>		6.594,91	17.148,76		9.104,36	17.092,23		6.055,42	
<b>Julho</b>		12.540,20			15.049,65			12.000,71	
<b>Agosto</b>		18.479,20	12.131,78		20.988,65	12.131,78		17.939,71	12.131,78
<b>Setembro</b>		23.752,39	28.251,48		26.261,84	28.251,48		23.212,90	28.251,48
<b>Outubro</b>		28.251,48	28.251,48		28.251,48	28.251,48		27.711,99	28.251,48
<b>Novembro</b>		28.251,48	28.251,48		8.728,89	925,56		28.251,48	28.251,48
<b>Dezembro</b>		27.744,06	28.251,48		8.189,69	2.679,96		28.117,05	28.251,48
<b>Janeiro</b>		6.040,08	27.358,16		6.040,08	1.786,64		6.040,08	27.358,16
<b>Fevereiro</b>		3.890,47	26.464,84		3.890,47	893,32		3.890,47	26.464,84
<b>Março</b>		1.740,86			1.740,86			1.740,86	

Tabela 125: Comparativo dos níveis de estoque dos três produtos no cenário inicial com o cenário 4 pela usina localizada no Estado de Goiás.

Usina	Goiás - Safra 15/16			Goiás - Safra 16/17			Goiás - Safra 17/18			
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Mai</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	9,1%	0,0%
<b>Junho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	8,9%	0,0%
<b>Julho</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,5%	0,0%
<b>Agosto</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,0%	0,0%
<b>Setembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,3%	0,0%
<b>Outubro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,9%	0,0%
<b>Novembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	40,4%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Dezembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	13,9%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Janeiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	20,9%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Fevereiro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	41,8%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Março</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 126: Níveis de estoque de açúcar (ton.), etanol anidro (m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (m<sup>3</sup>) pela usina localizada no Estado de Alagoas no cenário 4.

Usina	Alagoas - Safra 15/16			Alagoas - Safra 16/17			Alagoas - Safra 17/18			
	Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	6.453,22	9,23				9,23			9,23	
<b>Mai</b>	4.554,56	2.731,70	2.831,62			1.445,05				
<b>Junho</b>	3.797,32	2.285,16	2.775,09	35.023,55	998,51				998,51	
<b>Julho</b>	1.898,66	1.838,62			551,97				551,97	
<b>Agosto</b>		1.392,08	2.660,15		105,43				105,43	
<b>Setembro</b>	1.188,76	1.286,65	2.831,62	1.188,76		171,47				
<b>Outubro</b>	8.543,90	2.112,91	2.831,62		826,26	688,80				517,32



Tabela 128: Níveis de estoque dos três produtos no cenário inicial com o cenário 4 pelo Grupo.

Usina	Grupo - Safra 15/16			Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18		
Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	6.453,22	6.944,60	15.394,40	-	9,23	-	-	2.546,23	-
<b>Mai</b>	21.139,62	15.531,45	2.831,62	14.686,39	8.596,08	839,01	-	11.133,08	-
<b>Junho</b>	41.476,78	23.386,51	24.677,24	35.023,55	16.451,14	22.684,63	-	18.988,14	-
<b>Julho</b>	65.696,15	32.340,19	10.693,15	-	25.404,82	11.532,16	-	27.941,83	5.939,76
<b>Agosto</b>	90.529,47	42.187,35	32.493,59	-	35.251,98	29.833,44	-	37.788,98	28.708,48
<b>Setembro</b>	115.232,73	50.401,18	54.623,89	24.703,26	43.465,81	51.963,74	-	47.169,88	50.667,31
<b>Outubro</b>	141.838,79	59.239,25	59.957,96	42.765,43	49.794,42	57.815,13	12.686,78	55.181,68	57.643,66
<b>Novembro</b>	161.585,42	59.957,96	59.957,96	17.861,83	30.544,82	925,56	30.168,81	59.169,76	59.644,71
<b>Dezembro</b>	175.538,31	59.450,53	59.957,96	19.770,33	16.234,31	3.800,90	42.773,20	59.823,52	59.957,96
<b>Janeiro</b>	175.009,92	35.602,87	58.690,99	13.180,22	11.941,02	2.533,94	13.180,22	35.602,87	58.690,99
<b>Fevereiro</b>	6.590,11	28.477,95	54.592,40	6.590,11	7.893,02	1.266,97	6.590,11	28.477,95	57.424,02
<b>Março</b>	-	3.810,19	-	-	3.810,19	-	-	3.810,19	-

Tabela 129: Comparativo dos níveis de estoque dos três produtos no cenário inicial com o cenário 4 pelo grupo.

Usina	Grupo - Safra 15/16			Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18		
Produto/Mês	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Abril</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	21,2%	0,0%
<b>Mai</b>	0,0%	0,0%	29,6%	43,9%	0,0%	337,5%	0,0%	4,8%	0,0%
<b>Junho</b>	0,0%	0,0%	3,4%	18,4%	0,0%	12,5%	0,0%	2,8%	0,0%
<b>Julho</b>	0,0%	0,0%	7,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,9%	0,0%
<b>Agosto</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,4%	0,0%
<b>Setembro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	100,5%	0,0%	0,0%	0,0%	1,1%	0,0%
<b>Outubro</b>	0,0%	0,0%	0,0%	78,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,4%	0,0%



#### **4.4.4. Transferências**

As Tabela 130, 131 e 132 mostram as transferências dos três produtos entre as usinas do grupo ao longo das três safras no cenário 4. Como se pode observar na Tabela 133, Tabela 134 e Tabela 135, um aumento no custo oportunidade não impactou significativamente nas transferências ótimas do grupo. Ao longo das três safras, notou-se alterações pontuais na dinâmica das transferências entre os dois cenários. Não foram exibidos resultados tendo a usina de Alagoas como origem pois ela não realizou nenhuma transferência nesse cenário.



Origem	São Paulo						Goiás					
	Goiás			Alagoas			São Paulo			Alagoas		
Destino	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
Produto/Mês												
Julho	-	-	-	26,12	-	-	-	-	-	-	-	35,52
Agosto	-	-	-	26,73	-	-	-	-	-	-	-	4,52
Setembro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Outubro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembro	-	-	-	-	-	33,69	-	-	-	-	-	37,30
Dezembro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 132: Transferências de açúcar (mil ton.), etanol anidro (mil m<sup>3</sup>) e etanol hidratado (mil m<sup>3</sup>) na safra 2017/2018 no cenário 4.

Origem	São Paulo						Goiás					
	Goiás			Alagoas			São Paulo			Alagoas		
Destino	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
Produto/Mês												
Abril	-	-	-	8,35	-	-	-	-	-	-	-	15,45
Maio	-	-	-	16,59	-	4,77	-	-	-	-	0,44	15,20
Junho	-	-	-	22,24	-	4,75	-	3,05	-	-	1,45	17,15
Julho	-	-	-	26,12	-	-	-	-	-	-	-	18,43
Agosto	-	-	-	26,73	-	-	-	-	4,47	-	-	0,06
Setembro	-	-	-	21,57	-	-	-	-	-	-	-	-
Outubro	-	-	-	6,56	-	-	-	-	1,12	-	-	-
Novembro	-	-	-	-	-	-	-	-	9,98	-	-	-
Dezembro	-	0,40	-	-	-	-	-	-	1,75	-	-	-



Origem	São Paulo						Goiás					
	Goiás			Alagoas			São Paulo			Alagoas		
Destino	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
Produto/Mês												
Janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-	-	-	-	25,57	-	-	-

Tabela 133: Comparativo das transferências dos três produtos entre as usinas do Grupo do cenário inicial com o cenário 4 para a safra 2015/2016.

Origem	São Paulo						Goiás					
	Goiás			Alagoas			São Paulo			Alagoas		
Destino	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
Produto/Mês												
Abril	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Maio	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Junho	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Julho	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Agosto	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-100%	0%	0%	23%
Setembro	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Outubro	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Novembro	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Dezembro	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Janeiro	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fevereiro	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Março	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%





#### **4.4.5. Fluxo de Caixa**

A Tabela 136 mostra os componentes de caixa do Grupo nas três safras analisadas. Como se pode observar na Tabela 137, o aumento no custo oportunidade fez com que o resultado de caixa fosse reduzido no cenário 4 para as safras 2015/2016 e 2017/2018, se comparado com o cenário inicial. Para a safra 2016/2017, observou-se que o cenário 4 apresentou um melhor resultado de caixa para o grupo.

Tabela 136: Componentes do fluxo de caixa (em milhões de reais) do grupo de usinas para as três safras no cenário 4.

Safr	2015/2016			2016/2017			2017/2018		
	Receita	Custos	Caixa	Receita	Custos	Caixa	Receita	Custos	Caixa
<b>ABR</b>	22,64	42,42	40,22	87,20	45,60	101,60	74,45	51,10	83,34
<b>MAI</b>	62,31	53,59	48,94	55,72	52,24	105,08	80,89	60,72	103,51
<b>JUN</b>	15,68	47,16	17,45	19,94	59,68	65,34	91,26	64,06	130,70
<b>JUL</b>	72,51	59,44	30,52	205,37	68,50	202,21	87,12	66,67	151,15
<b>AGO</b>	16,89	51,75	- 4,34	77,76	61,22	218,74	54,26	62,27	143,14
<b>SET</b>	15,68	49,70	- 38,36	21,62	51,01	189,35	50,55	58,97	134,71
<b>OUT</b>	37,57	53,43	- 54,23	70,26	54,62	205,00	56,12	57,85	132,99
<b>NOV</b>	56,92	50,21	- 47,52	302,76	60,04	447,72	47,22	50,85	129,36
<b>DEZ</b>	36,26	35,89	- 47,14	88,59	31,95	504,36	33,08	34,29	128,15
<b>JAN</b>	76,49	21,90	7,45	49,37	18,49	535,25	108,28	19,98	216,44
<b>FEV</b>	359,69	49,93	317,21	35,80	15,25	555,80	35,57	16,58	235,44
<b>MAR</b>	178,68	19,97	475,92	27,52	14,22	569,10	170,52	17,19	388,77
<b>Média</b>	79,28	44,62	62,18	86,83	44,40	308,30	74,11	46,71	164,81

Tabela 137: Comparativo dos componentes de caixa (em milhões de reais) do cenário inicial com o cenário 4.

Safr	2015/2016			2016/2017			2017/2018		
	Receita	Custos	Caixa	Receita	Custos	Caixa	Receita	Custos	Caixa
<b>ABR</b>	0,0%	-0,3%	0,3%	-14,2%	-3,9%	-10,4%	-1,2%	0,2%	-1,2%
<b>MAI</b>	-1,7%	-0,3%	-1,5%	-9,6%	-0,1%	-15,2%	0,0%	-0,3%	-0,8%
<b>JUN</b>	0,0%	-0,8%	-2,0%	0,0%	2,4%	-26,5%	0,0%	-0,1%	-0,5%
<b>JUL</b>	0,0%	-0,9%	0,5%	8,8%	-0,4%	0,5%	0,0%	-0,2%	-0,4%
<b>AGO</b>	7,3%	-1,2%	-45,8%	-61,9%	-12,6%	-18,0%	0,0%	-0,5%	-0,2%

<b>Safra</b>	<b>2015/2016</b>			<b>2016/2017</b>			<b>2017/2018</b>		
<b>Componente de caixa/Mês</b>	<b>Receita</b>	<b>Custos</b>	<b>Caixa</b>	<b>Receita</b>	<b>Custos</b>	<b>Caixa</b>	<b>Receita</b>	<b>Custos</b>	<b>Caixa</b>
<b>SET</b>	0,0%	-2,0%	-7,8%	0,0%	-1,1%	-20,5%	0,0%	-0,6%	0,1%
<b>OUT</b>	0,0%	-2,5%	-8,0%	-23,6%	-1,2%	-26,7%	-2,5%	-0,8%	-0,7%
<b>NOV</b>	0,0%	-3,0%	-12,3%	21,4%	10,9%	0,8%	2,0%	-1,0%	0,4%
<b>DEZ</b>	0,0%	-5,1%	-16,2%	0,8%	-1,0%	0,9%	4,3%	-1,6%	2,0%
<b>JAN</b>	0,0%	-7,3%	124,1%	0,0%	-1,1%	0,9%	0,0%	-2,1%	1,4%
<b>FEV</b>	0,0%	-1,3%	3,1%	0,0%	-0,6%	0,9%	0,0%	-1,8%	1,4%
<b>MAR</b>	0,0%	-0,2%	2,1%	0,0%	0,0%	0,8%	0,0%	-0,1%	0,8%
<b>Média</b>	0,5%	-2,1%	3,0%	-6,5%	-0,7%	-9,4%	0,2%	-0,7%	0,2%

#### **4.5. Síntese dos resultados e análise das variações observadas**

A Tabela 138 mostra as variações médias das variáveis de produção, vendas e estoques para o Grupo de usinas produtoras ao longo das três safras, levando em consideração a variação do cenário inicial (1) em relação aos demais cenários analisados ao longo desse trabalho.

Tabela 138: Variações médias em cada variável do modelo levando em consideração a comparação dos cenários 2, 3 e 4 com o cenário inicial.

Usina	Grupo - Safra 15/16			Grupo - Safra 16/17			Grupo - Safra 17/18		
	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado	Açúcar	Anidro	Hidratado
<b>Produção - Cenário 2</b>	4,36%	-4,26%	-1,09%	2,45%	-1,96%	-0,32%	1,99%	-1,72%	0,67%
<b>Produção - Cenário 3</b>	0,24%	-0,45%	0,00%	3,91%	-3,65%	-5,25%	4,79%	-2,99%	-1,79%
<b>Produção - Cenário 4</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Vendas - Cenário 2</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Vendas - Cenário 3</b>	0,48%	32,52%	3,92%	0,00%	0,00%	2,02%	5,35%	-4,90%	-1,30%
<b>Vendas - Cenário 4</b>	0,00%	0,00%	2,84%	-7,96%	0,00%	0,05%	0,00%	-0,09%	0,00%
<b>Estoques - Cenário 2</b>	-20,02%	-1,78%	602,96%	-51,26%	-20,69%	-24,73%	-51,86%	-2,46%	-43,07%
<b>Estoques - Cenário 3</b>	0,03%	33,10%	10,75%	0,00%	0,00%	-1,13%	0,37%	4,59%	-5,66%
<b>Estoques - Cenário 4</b>	0,00%	0,00%	3,41%	20,08%	0,00%	32,53%	0,00%	3,09%	0,00%



Em relação à variável “Produção”, observa-se, a partir da Tabela 138, que o Grupo adotou estratégias diferentes de produção nos cenários 2 e 3, com o cenário 4, quando o custo oportunidade de estoque aumenta, não apresentando variações em pontos percentuais em relação ao cenário 1.

Na safra 2015/2016, o cenário em que as usinas atuam de forma independente exibiu maiores variações do que o cenário onde se vigora a política do RenovaBio. No entanto, nas safras posteriores (2016/2017 e 2017/2018), a política do RenovaBio se mostrou mais impactante na estratégia de produção do Grupo.

A variável “Vendas” não foi alterada no cenário onde as usinas atuam de forma independente uma da outra. No entanto, a mesma variável foi mais impactada pela vigência da política do RenovaBio nas safras 2015/2016 e 2017/2018, e na safra 2016/2017 observa-se que a mudança do custo oportunidade de estoque foi a que mais fez com que o Grupo mudasse a sua estratégia ótima de comercialização.

O nível de estoques do Grupo se mostrou diferente em todos os cenários analisados, como disposto na tabela acima. Observa-se que o cenário 2 foi aquele que mais alterou a estratégia ótima de estoques das três usinas em todas as três safras analisadas, e para todos os produtos. Na safra 2015/2016 e 2017/2018, observa-se que a possibilidade de emissão de CBIO teve um maior impacto na estratégia de armazenagem do Grupo em relação ao aumento do custo oportunidade, que foi mais representativo ante a vigência da política pública na safra 2016/2017.

Assim, pode-se observar que a atuação das usinas de forma independente fez com que o modelo reduzisse as quantidades ótimas de açúcar produzidas ao longo das três safras e aumentasse a produção de etanol anidro e etanol hidratado nos três períodos, sem mudar a estratégia de vendas de nenhuma delas. Em relação aos níveis de estoque, observa-se que, como um Grupo, as usinas tendem a manter menores níveis de produtos armazenados, exceto na safra 2015/2016 quando os níveis de estoque de etanol hidratado foram maiores.

O cenário 3, onde se vigora a política do RenovaBio, pode-se observar que houve um aumento na produção de etanol anidro e etanol hidratado em detrimento do açúcar nas três safras, e que houve alterações na dinâmica das vendas nas safras 2015/2016 e 2016/2017, quando o cenário inicial apresentou uma menor retração nas vendas ao longo

dos meses, e na safra 2017/2018, quando o cenário 3 apresentou uma menor retração nas vendas de etanol anidro e etanol hidratado.

Essa condição retrata o efeito da política pública ora em regulação, que busca estimular o aumento da produção de etanol no país por meio da quantificação das externalidades positivas do biocombustível. Essa quantificação é estabelecida pela possibilidade de ampliação da receita das empresas com a comercialização da CBIOS.

No cenário 4, como não foram observadas mudanças na estratégia de produção das usinas, observa-se que houve um aumento na quantidade vendida em relação ao cenário inicial, e que os níveis de estoque foram reduzidos.

A figura abaixo ilustra a variável “Caixa” no mês de março, ou seja, no último mês de cada ano-safra analisado. Como se pode observar, o cenário 2, com as usinas operando de forma independente, foi aquele que trouxe menores resultados financeiros para o Grupo em todas as safras. Do outro lado, a possibilidade da emissão de CBIO no cenário 3 foi aquela que trouxe maiores contribuições para a saúde financeira das usinas em relação aos demais cenários. Observa-se, também, que o aumento no custo oportunidade de estoque fez com que o caixa das três usinas juntas fosse reduzido ao final de cada safra, não apresentando uma diferença significativa em relação ao cenário base.

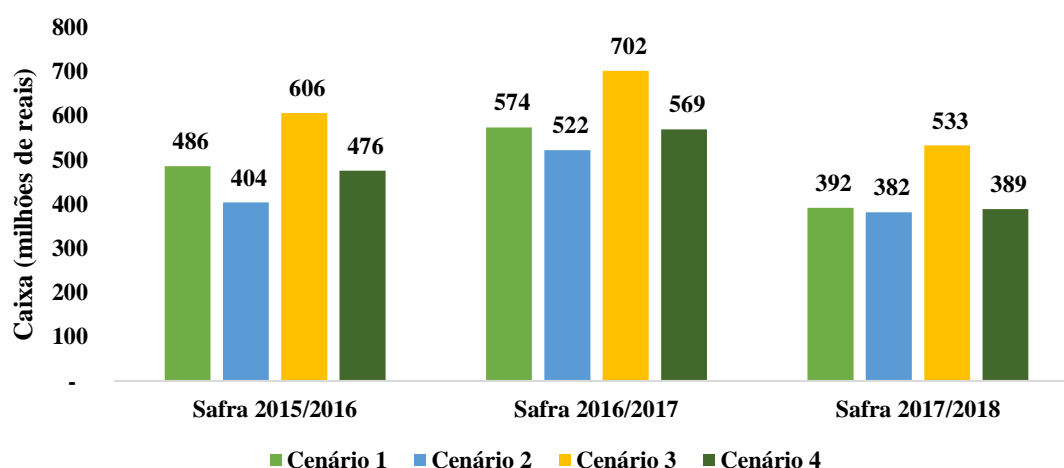


Figura 13: Resultados de caixa para os cenários analisados levando em consideração as safras 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018.

Ao analisar diferentes cenários, nota-se as usinas do Grupo devem se adaptar às variações nos parâmetros operacionais e/ou nos fatores de mercado de modo a obterem um lucro ótimo ao final dos seus respectivos exercícios contábeis. O uso de modelos

matemáticos, como propõe Taylor (2008), se mostrou de grande valia nessa tomada de decisão, uma vez que foi capaz de incorporar nas equações os fatores que influenciam na tomada de decisão no setor sucroenergético (PAIVA, 2009). Assim, a partir dos resultados obtidos, tem-se como contribuição desse estudo a elaboração de uma ferramenta de auxílio na tomada de decisão de um Grupo de usinas, ou, até mesmo, olhando para as unidades de forma isolada (Cenário 2), capaz de incorporar os principais fatores de influência na tomada de decisão pelos gestores de modo a definir quais devem ser as suas melhores estratégias de comercialização.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como principal objetivo elaborar um modelo de programação linear que funcione como ferramenta auxiliar na tomada de decisão de um grupo de usinas que busca definir qual é a melhor estratégia de produção e de comercialização para o açúcar, etanol anidro e etanol hidratado.

Foram analisados quatro cenários distintos: i) um cenário “base”; ii) um cenário em que não há sinergia entre as usinas, ou seja, que elas não podem realizar transferências entre si; iii) um cenário em que se vigora a política do RenovaBio; iv) um cenário em que o custo oportunidade do capital é maior que aquele apresentado no cenário base.

Como resultado do fluxo de caixa, o cenário em que as usinas obtiveram maiores resultados financeiros em todas as safras foi aquele em que se vigora a política do RenovaBio (Cenário 3), devido a receita adicional gerada pela possibilidade de comercialização dos CBIOs. Essa possibilidade de venda do título de descarbonização também promoveu estímulo à produção de etanol anidro e hidratado em detrimento do açúcar, atendendo, portanto, o objetivo delineado pela Programa.

O segundo cenário que apresentou maiores valores de caixa ao final das três safras foi o cenário “base” (Cenário 1), seguido do Cenário 4, com um custo oportunidade mais elevado, e do Cenário 2. Isso indica que a sinergia entre as usinas do grupo, ou seja, o planejamento conjunto e a possibilidade de elas transferirem produtos entre si, traz melhores resultados financeiros em relação ao cenário em que cada uma das empresas atua de forma isolada.

Em síntese, a estrutura proposta apresentou respostas alinhadas às expectativas para todos as variações e cenários elaborados. Esse tipo de modelagem pode servir de apoio para a administração das usinas e tem como principal objetivo nortear as suas principais variáveis de decisão ao longo do ano safra, de modo a obter melhores resultados financeiros ao final do exercício.

Desse modo, destaca-se o uso da pesquisa operacional, como afirma Taylor (2008), como forte instrumento de apoio na tomada de decisão, uma vez que, a partir de modelos matemáticos, essa linha é capaz de incorporar os fatores de mercado que são influentes no processo decisório das usinas analisadas.

Por fim, é preciso reconhecer que apesar deste estudo ter promovido um avanço importante na problemática abordada, ele não esgota todas as variações do tema. Como sugestão para estudos futuros, pode-se incorporar os riscos associados aos *(i)* preços dos produtos produzidos pelas usinas, *(ii)* aos preços dos fretes e *(iii)* aos custos operacionais e custos oportunidade do capital, de modo a trabalhar melhor as situações em que não se tem conhecimento preciso destes parâmetros. Além disso, pode-se comparar cenários distintos, variando parâmetros como a capacidade de produção e de armazenagem nas usinas, avaliando, assim, a viabilidade econômica do investimento e melhorias de produção e de capacidade de estoque.

## Referências

- BACCHI, M. R. P. B.; RODRIGUES, L. Estrutura de Mercado e Formação de Preços na Cadeia Produtiva de Cana-de-açúcar. In: ALVES, L. R. A.; BACHA, C. J. C. **Panorama da agricultura brasileira estrutura de mercado, comercialização, formação de preços, custos de produção e sistemas produtivos**. Campinas: Campinas Alínea, 2018.
- BACCARIN, J. G.; GEBARA, J. J.; BORGES JÚNIOR, J. C. Expansão canavieira e ocupação formal em empresas sucroalcooleiras do Centro-Sul do Brasil, entre 2007 e 2009. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, n. 2, p. 493–506, 2011.
- BACEN. **Série Histórica do Crédito de Depósito Bancário (CDI)**. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/pt-br/#!/home>>. Acesso em 3 ago. 2018.
- BELLUZZO, L. G. D. M.; FRISCHTAK, C.; LAPLANE, M. **Produção de Commodities e Desenvolvimento Econômico**. Disponível em: [https://www3.eco.unicamp.br/neit/images/stories/arquivos/Producao\\_de\\_Commodities\\_e\\_Developolvimento\\_Economico.pdf](https://www3.eco.unicamp.br/neit/images/stories/arquivos/Producao_de_Commodities_e_Developolvimento_Economico.pdf). Acesso em 21 mai. 2018.
- CEPEA; CNA. **PIB do Agronegócio Brasil**. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/>>. Acesso em 10 mai. 2018.
- CONAB: COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. **Monitoramento agrícola- Safra 2017/2018**, v. 4, n. 1, p. 1–98, 2017.
- CONAB, C. N. DE A. Perfil do Setor do Açúcar e do Etanol no Brasil - Safra 2014/2015. **Perfil do Setor do Açúcar e do Etanol no Brasil**, v. 3, p. 64, 2017.
- CONSECANA. **Indicadores de Preços**. Disponível em: <<https://www.consecana.com.br/>>. Acesso em 19 jun. 2018.
- CONSECANA. Manual de instruções. **Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental**, v. 5, p. 54, 2006.
- ESALQ-LOG. **Sistema de Informações de Frete (SIFRECA)**. Disponível em <<https://sifreca.esalq.usp.br/>>. Acesso em 23 abr. 2018.
- GARCIA, J. R. et al. A nova configuração da estrutura produtiva do setor sucroenergético brasileiro: panorama e perspectivas. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 19, n. 1, p. 162–185, 2015.
- GASQUES, J. G. et al. Desempenho E Crescimento Do Agronegócio No Brasil. 2004. Disponível em: <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2701/1/TD\\_1009.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2701/1/TD_1009.pdf)>. Acesso em 15 abr. 2018.
- GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 10. ed. São Paulo: São Paulo Pearson Addison Wesley, 2004.
- HARPER, S.; LYNCH, J. **Estratégia empresarial**. São Paulo: São Paulo Mcgraw-Hill do Brasil, 1992.
- MDIC. **Balança Comercial Comex Vis Siscomex - Soja, mesmo triturada**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/comex-vis/frame-ppe?ppe=1315>>. Acesso em: 22 jul. 2018a.

MDIC. **Balança Comercial Comex Vis Siscomex - Milho em grãos**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/comex-vis/frame-ppe?ppe=1240>>. Acesso em: 22 jul. 2018b.

MDIC. **Comex Vis: Principais Produtos Exportados - Açúcar de Cana, bruto**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/comex-vis/frame-ppe?ppe=2010>>. Acesso em: 22 jul. 2018c.

MEDEIROS, R. A. Processo Decisório: Uma Definição. **Pensamento & Realidade. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Administração-FEA. ISSN 2237-4418**, v. 5, p. 106–118, 1999.

MICHELS, I. L.; ARAKAKI, S. R. M. V. Setor sucroenergético Brasileiro: os custos ambientais como fator de diferenciação. **Desarrollo Local Sostenible**, v. 5, p. 1–14, 2012.

Ministério Minas e Energia. **Nota Técnica sobre o RenovaBio**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/>>. Acesso em 19 jul. 2018.

MORGAN, G. **Imagens da organização**. 16ª reimpressão. ed. São Paulo: São Paulo Atlas, 2013.

NEVES, M. F. **Agronegócio do Brasil**. São Paulo: Saraiva, 2005.

NEVES, M. F.; WAACK, R. S.; MARINO, M. K. Sistema agroindustrial da cana-de-açúcar: caracterização das transações entre empresas de insumos, produtores de cana e usinas. **Congresso Da Sociedade Brasileira De Economia E Sociologia Rural--Sober**, v. 36, p. 1–19, 1998.

PAIVA, R. P. O. DE; MORABITO, R. Um modelo de otimização para o planejamento agregado da produção em usinas de açúcar e álcool An optimization model for the aggregate production planning in alcohol and sugar mills. **Gestão & Produção**, v. 14, n. 1, p. 25–41, 2007.

PAIVA, R. P. O. Modelagem Do Planejamento Agregado Da Produção Em Usinas Cooperadas Do Setor Sucroenergético Utilizando Programação Matemática E Otimização Robusta. p. 243, 2009.

PECEGE. **Relatório dos Custos de Produção**. Disponível em <<http://pecege.org.br/>>. Acesso em 18 jun. 2018.

SIMON, H. A. **Comportamento administrativo**. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro FGV, 1970.

SLACK, N. et al. (EDS.). **Gerenciamento de operações e de processos princípios e práticas de impacto estratégico**. Porto Alegre: Porto Alegre Bookman, 2013.

SOARES, M. G.; CAIXETA FILHO, J. V. Características do mercado de frete para cargas agrícolas. **Preços Agrícolas**, v. 121, p. 21-25, 1996.

TAYLOR, B. W. **Introduction to Management science**. 11. ed. Bookman, 2008.

UNICA. **UNICADATA**. Disponível em: <<http://www.unicadata.com.br/>>. Acesso em 16 jun. 2018

VIDAL, M. D. E. F. **Setor sucroenergético nordestino**. p. 1–14, 2018. Disponível em: <[https://www.bnb.gov.br/documents/80223/3001779/25\\_sucroalcohol\\_02-](https://www.bnb.gov.br/documents/80223/3001779/25_sucroalcohol_02-)

2018.pdf/9917ee26-ced4-35ea-e793-642b59cc33cc>. Acesso em 14 mai. 2018.



**Anexo****Código do GAMS utilizado para a modelagem matemática do problema**

§ONECHO > PARAMETROS.TXT

set=M rng=Plan1!B1:M1 CDIM=1

set=P rng=Plan1!B2:D2 CDIM=1

set=U rng=Plan1!B3:D3 CDIM=1

par=PRODMINIMA rng=PRODMINIMA!A1 RDIM=1 CDIM=2

par=PRODMAXIMA rng=PRODMAXIMA!A1 RDIM=1 CDIM=2

par=CAPARMAZEM rng=CAPARMAZEM!A1 RDIM=1 CDIM=2

par=PRECO rng=PRECO!A1 RDIM=1 CDIM=2

par=VENDASMIN rng=VENDASMIN!A1 RDIM=1 CDIM=2

par=CUSTOVAR rng=CUSTOVAR!A1 RDIM=1 CDIM=2

par=FRETESP rng=FRETESP!A1 RDIM=1 CDIM=2

par=FRETEGO rng=FRETEGO!A1 RDIM=1 CDIM=2

par=FRETEAL rng=FRETEAL!A1 RDIM=1 CDIM=2

par=MIXACUCAR rng=MIXACUCAR!A1 RDIM=1 CDIM=1

par=MIXMAXACUCAR rng=MIXMAXACUCAR!A1 RDIM=1 CDIM=1

par=MOAGEM rng=MOAGEM!A1 RDIM=1 CDIM=1

par=ESTOQUEINICIAL rng=ESTOQUEINICIAL!A1 RDIM=1 CDIM=1

par=ESTOQUEFINAL rng=ESTOQUEFINAL!A1 RDIM=1 CDIM=1

par=QUALIDADE rng=QUALIDADE!A1 RDIM=1 CDIM=1

par=NOTA rng=CBIO!A1 RDIM=1 CDIM=1

par=CUSTOFIXO rng=CF!A1 RDIM=1 CDIM=1

par=CDI rng=CDI!A1 RDIM=1

§OFFECHO

§CALL GDXXRW.EXE parametros1718.xls @PARAMETROS.TXT

§GDXIN parametros1718.GDX

## Sets

M Meses do ano (com início em abril)

P Produtos

U Usinas do grupo (origens);

\$LOAD M P U

DISPLAY P, M, U;

Parameter PRODMINIMA(P,M,U);

Parameter PRODMAXIMA(P,M,U);

Parameter CAPARMAZEM(P,M,U);

Parameter PRECO(P,M,U);

Parameter VENDASMIN(P,M,U);

Parameter CUSTOVAR(P,M,U);

Parameter FRETESP(P,M,U)

Parameter FRETEGO(P,M,U)

Parameter FRETEAL(P,M,U);

Parameter MIXACUCAR(M,U);

Parameter MIXMAXACUCAR(M,U)

Parameter MOAGEM(M,U);

Parameter ESTOQUEINICIAL(P,U);

Parameter ESTOQUEFINAL(P,U);

Parameter QUALIDADE(M,U)

Parameter NOTA(P,U)

Parameter CUSTOFIXO(M,U)

Parameter CDI(M);

\$LOAD PRODMINIMA PRODMAXIMA CAPARMAZEM PRECO VENDASMIN CUSTOVAR FRETESP  
FRETEGO FRETEAL MIXACUCAR MIXMAXACUCAR MOAGEM ESTOQUEINICIAL ESTOQUEFINAL  
QUALIDADE NOTA CUSTOFIXO CDI

SGDXIN

Scalar SELICMENSAL custo oportunidade do estoque / 0.004 /

PRECOCBIO valor recebido pelo CBIO (R\$ por CBIO) / 338 /;

Parameters CAIXAINICIAL(U) recursos em caixa no início do período / SP=20000000,  
GO=20000000, AL=20000000 /

CUSTOVARCANA(U) custo variável da cana / SP=30.24, GO=31.86, AL=38.12 /

FATORTRANSFCANA(P) fator de transformação da cana / acucar=1.0495, anidro=1.7492,  
hidrat=1.6761/;

\*\*\*\*\*

Variables QTDPRODUZIDA(P,M,U) quantidade produzida de cada produto

QTDVENDIDA(P,M,U) quantidade vendida de cada produto

QTDARMAZENADA(P,M,U) quantidade armazenada de cada produto ao final da  
quinzena

FLUXOSP(P,M,U) quantidade movimentada da usina de são paulo

FLUXOGO(P,M,U) quantidade movimentada da usina de goiás

FLUXOAL(P,M,U) quantidade movimentada da usina de MS

CAIXA(M) quantidade de recursos em caixa no final da quinzena no grupo (caixa conjunto  
duas usinas)

QTDCBIO(P,M,U) quantidade de CBIO emitido pela usina para cada um dos produtos

RECEITA(M) receita do grupo

CUSTO(M) custos do grupo

Z;

Positive Variables QTDPRODUZIDA, QTDVENDIDA, QTDARMAZENADA, FLUXOSP, FLUXOGO,  
FLUXOAL, QTDCBIO;

EQUATIONS

\* Função objetivo do problema \*

FOBJT

\*Equações de estoque

ESTOQUEF(P,M,U)

ESTOQUEMAXIMO(P,M,U)

ESTOQUECONTABILSP(P,M,U)

ESTOQUE1SP(P,M,U)

ESTOQUECONTABILGO(P,M,U)

ESTOQUE1GO(P,M,U)

ESTOQUECONTABILAL(P,M,U)

ESTOQUE1AL(P,M,U)

\*CBIO

CBIO(P,M,U)

\*Esquações de produção

PRODUCAOMAXIMA(P,M,U)

PRODUCAOMINIMA(P,M,U)

\*Equações de vendas

VENDASMINIMAS(P,M,U)

VENDASMAXIMAS1SP(P,M,U)

VENDASMAXIMASSP(P,M,U)

VENDASMAXIMAS1GO(P,M,U)

VENDASMAXIMASGO(P,M,U)

VENDASMAXIMAS1AL(P,M,U)

VENDASMAXIMASAL(P,M,U)

\*Equações de alocação produtiva

ALOCACAO3PRODUTOSSP(M,U)

ALOCACAO3PRODUTOSGO(M,U)

ALOCACAO3PRODUTOSAL(M,U)

ALOCACAOMAXACUCARSP(P,M,U)

ALOCACAOMAXACUCARAL(P,M,U)

ALOCACAOMINACUCARSP(P,M,U)

ALOCACAOMINACUCARAL(P,M,U)

\* Equações de fluxo de caixa \*

CAIXA1(M)

FLUXODECAIXA(M)

RECEITAS(M)

CUSTOS(M);

\*Equação da Função Objetivo (Maximizando o fluxo de caixa no período 12)\*

FOBJT.. Z =E= CAIXA('12');

\*Equações de CBIO\*

CBIO(P,M,U).. QTDCBIO(P,M,U) =E= QTDVENDIDA(P,M,U)\*NOTA(P,U);

\*Equações de estoque\*

ESTOQUE1AL(P,M,U).. QTDARMAZENADA(P,'1','AL') =E= ESTOQUEINICIAL(P,'AL') +  
 QTDPRODUZIDA(P,'1','AL') - QTDVENDIDA(P,'1','AL') - FLUXOAL(P,'1','GO') - FLUXOAL(P,'1','SP')  
 + FLUXOGO(P,'1','AL') + FLUXOSP(P,'1','AL');

ESTOQUECONTABILAL(P,M,U)\$(ORD(M) GE 2).. QTDARMAZENADA(P,M,'AL') =E= QTDARMAZENADA(P,M-1,'AL') + QTDPRODUZIDA(P,M,'AL') - QTDVENDIDA(P,M,'AL') - FLUXOAL(P,M,'GO') - FLUXOAL(P,M,'SP') + FLUXOGO(P,M,'AL') + FLUXOSP(P,M,'AL');

ESTOQUE1SP(P,M,U).. QTDARMAZENADA(P,'1','SP') =E= ESTOQUEINICIAL(P,'SP') + QTDPRODUZIDA(P,'1','SP') - QTDVENDIDA(P,'1','SP') - FLUXOSP(P,'1','GO') - FLUXOSP(P,'1','AL') + FLUXOGO(P,'1','SP') + FLUXOAL(P,'1','SP');

ESTOQUECONTABILSP(P,M,U)\$(ORD(M) GE 2).. QTDARMAZENADA(P,M,'SP') =E= QTDARMAZENADA(P,M-1,'SP') + QTDPRODUZIDA(P,M,'SP') - QTDVENDIDA(P,M,'SP') - FLUXOSP(P,M,'GO') - FLUXOSP(P,M,'AL') + FLUXOGO(P,M,'SP') + FLUXOAL(P,M,'SP');

ESTOQUE1GO(P,M,U).. QTDARMAZENADA(P,'1','GO') =E= ESTOQUEINICIAL(P,'GO') + QTDPRODUZIDA(P,'1','GO') - QTDVENDIDA(P,'1','GO') - FLUXOGO(P,'1','SP') - FLUXOGO(P,'1','AL') + FLUXOSP(P,'1','GO') + FLUXOAL(P,'1','GO');

ESTOQUECONTABILGO(P,M,U)\$(ORD(M) GE 2).. QTDARMAZENADA(P,M,'GO') =E= QTDARMAZENADA(P,M-1,'GO') + QTDPRODUZIDA(P,M,'GO') - QTDVENDIDA(P,M,'GO') - FLUXOGO(P,M,'SP') - FLUXOGO(P,M,'AL') + FLUXOSP(P,M,'GO') + FLUXOAL(P,M,'GO');

ESTOQUEF(P,M,U)\$(ORD(M) EQ 12).. QTDARMAZENADA(P,M,U) =G= ESTOQUEFINAL(P,U);

ESTOQUEMAXIMO(P,M,U).. QTDARMAZENADA(P,M,U) =L= CAPARMAZEM(P,M,U);

\*Equações de produção\*

PRODUCAOMAXIMA(P,M,U).. QTDPRODUZIDA(P,M,U) =L= PRODMAXIMA(P,M,U);

PRODUCAOMINIMA(P,M,U).. QTDPRODUZIDA(P,M,U) =G= PRODMINIMA(P,M,U);

\*Equações de vendas\*

VENDASMINIMAS(P,M,U).. QTDVENDIDA(P,M,U) =G= VENDASMIN(P,M,U);

VENDASMAXIMAS1AL(P,M,U)\$(ORD(M) EQ 1).. QTDVENDIDA(P,M,'AL') =L= ESTOQUEINICIAL(P,'AL') + QTDPRODUZIDA(P,M,'AL') - FLUXOAL(P,M,'GO') - FLUXOAL(P,M,'SP') + FLUXOGO(P,M,'AL') + FLUXOSP(P,M,'AL');

VENDASMAXIMASAL(P,M,U)\$(ORD(M) GE 2).. QTDVENDIDA(P,M,'AL') =L= QTDARMAZENADA(P,M-1,'AL') + QTDPRODUZIDA(P,M,'AL') - FLUXOAL(P,M,'GO') - FLUXOAL(P,M,'SP') + FLUXOGO(P,M,'AL') + FLUXOSP(P,M,'AL');

VENDASMAXIMAS1SP(P,M,U)\$ (ORD(M) EQ 1).. QTDVENDIDA(P,M,'SP') =L=  
ESTOQUEINICIAL(P,'SP') + QTDPRODUZIDA(P,M,'SP') - FLUXOSP(P,M,'GO') - FLUXOSP(P,M,'AL')  
+ FLUXOGO(P,M,'SP') + FLUXOAL(P,M,'SP');

VENDASMAXIMASSP(P,M,U)\$ (ORD(M) GE 2).. QTDVENDIDA(P,M,'SP') =L=  
QTDARMAZENADA(P,M-1,'SP') + QTDPRODUZIDA(P,M,'SP') - FLUXOSP(P,M,'GO') -  
FLUXOSP(P,M,'AL') + FLUXOGO(P,M,'SP') + FLUXOAL(P,M,'SP');

VENDASMAXIMAS1GO(P,M,U)\$ (ORD(M) EQ 1).. QTDVENDIDA(P,M,'GO') =L=  
ESTOQUEINICIAL(P,'GO') + QTDPRODUZIDA(P,M,'GO') - FLUXOGO(P,M,'SP') -  
FLUXOGO(P,M,'AL') + FLUXOSP(P,M,'GO') + FLUXOAL(P,M,'GO');

VENDASMAXIMASGO(P,M,U)\$ (ORD(M) GE 2).. QTDVENDIDA(P,M,'GO') =L=  
QTDARMAZENADA(P,M-1,'GO') + QTDPRODUZIDA(P,M,'GO') - FLUXOGO(P,M,'SP') -  
FLUXOGO(P,M,'AL') + FLUXOSP(P,M,'GO') + FLUXOAL(P,M,'GO');

\*Equações de alocação produtiva\*

ALOCACAO3PRODUTOSSP(M,'SP')\$ (ORD(M) LE 9)..  
(SUM(P,QTDPRODUZIDA(P,M,'SP')\*FATORTRANSFCANA(P)))/(MOAGEM(M,'SP')\*QUALIDADE(M,'SP')/1000) =E= 1;

ALOCACAO3PRODUTOSGO(M,'GO')\$ (ORD(M) LE 9).. ((SUM(P,QTDPRODUZIDA(P,M,'GO')\*  
FATORTRANSFCANA(P)))/(MOAGEM(M,'GO')\*QUALIDADE(M,'GO')/1000))) =E= 1;

ALOCACAO3PRODUTOSAL(M,'AL')\$ (ORD(M) GE 6).. ((SUM(P,QTDPRODUZIDA(P,M,'AL')\*  
FATORTRANSFCANA(P)))/(MOAGEM(M,'AL')\*QUALIDADE(M,'AL')/1000))) =E= 1;

ALOCACAOMINACUCARSP('ACUCAR',M,'SP')\$ (ORD(M) LE 9)..  
(QTDPRODUZIDA('ACUCAR',M,'SP')\*FATORTRANSFCANA('ACUCAR'))/((MOAGEM(M,'SP')\*QUA  
LIDADE(M,'SP')/1000)) =G= MIXACUCAR(M,'SP');

ALOCACAOMINACUCARAL('ACUCAR',M,'AL')\$ (ORD(M) GE 6)..  
(QTDPRODUZIDA('ACUCAR',M,'AL')\*FATORTRANSFCANA('ACUCAR'))/((MOAGEM(M,'AL')\*QUA  
LIDADE(M,'AL')/1000)) =G= MIXACUCAR(M,'AL');

ALOCACAOMAXACUCARSP('ACUCAR',M,'SP')\$ (ORD(M) LE 9)..  
(QTDPRODUZIDA('ACUCAR',M,'SP')\*FATORTRANSFCANA('ACUCAR'))/((MOAGEM(M,'SP')\*QUA  
LIDADE(M,'SP')/1000)) =L= MIXMAXACUCAR(M,'SP');

ALOCACAOMAXACUCARAL('ACUCAR',M,'AL')\$ (ORD(M) GE 6)..  
(QTDPRODUZIDA('ACUCAR',M,'AL')\*FATORTRANSFCANA('ACUCAR'))/((MOAGEM(M,'AL')\*QUA  
LIDADE(M,'AL')/1000)) =L= MIXMAXACUCAR(M,'AL');

\*Equações de fluxo de caixa\*

$$\begin{aligned} \text{CAIXA1}(M) \$(\text{ORD}(M) \text{ EQ } 1).. \text{CAIXA}(M) = & \text{E} = \text{SUM}(U, \text{CAIXAINICIAL}(U)) + \\ & \text{SUM}((P,U), \text{QTDVENDIDA}(P,M,U) * \text{PRECO}(P,M,U)) - \text{SUM}(U, \text{CUSTOFIXO}(M,U)) - \text{SUM}(U, \\ & \text{MOAGEM}(M,U) * \text{CUSTOVARCANA}(U)) \\ & - \text{SUM}((P,U), \text{QTDPRODUZIDA}(P,M,U) * \text{CUSTOVAR}(P,M,U)) - \text{SUM}((P,U), \\ & \text{QTDARMAZENADA}(P,M,U) * \text{PRECO}(P,M,U) * \text{CDI}(M)) \\ & - \text{SUM}((P,U), \text{FLUXOSP}(P,M,U) * \text{FRETESP}(P,M,U)) - \\ & \text{SUM}((P,U), \text{FLUXOGO}(P,M,U) * \text{FRETEGO}(P,M,U)) - \\ & \text{SUM}((P,U), \text{FLUXOAL}(P,M,U) * \text{FRETEAL}(P,M,U)) \\ & + \text{SUM}((P,U), \text{QTDCBIO}(P,M,U) * \text{PRECOCBIO}); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{FLUXODECAIXA}(M) \$(\text{ORD}(M) \text{ GE } 2).. \text{CAIXA}(M) = & \text{E} = \text{CAIXA}(M-1) + \text{SUM}((P,U), \\ & \text{QTDVENDIDA}(P,M,U) * \text{PRECO}(P,M,U)) - \text{SUM}(U, \text{CUSTOFIXO}(M,U)) \\ & - \text{SUM}(U, \text{MOAGEM}(M,U) * \text{CUSTOVARCANA}(U)) - \text{SUM}((P,U), \\ & \text{QTDPRODUZIDA}(P,M,U) * \text{CUSTOVAR}(P,M,U)) \\ & - \text{SUM}((P,U), \text{QTDARMAZENADA}(P,M,U) * \text{PRECO}(P,M,U) * \text{CDI}(M)) \\ & - \text{SUM}((P,U), \text{FLUXOSP}(P,M,U) * \text{FRETESP}(P,M,U)) - \\ & \text{SUM}((P,U), \text{FLUXOGO}(P,M,U) * \text{FRETEGO}(P,M,U)) - \\ & \text{SUM}((P,U), \text{FLUXOAL}(P,M,U) * \text{FRETEAL}(P,M,U)) \\ & + \text{SUM}((P,U), \text{QTDCBIO}(P,M,U) * \text{PRECOCBIO}); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RECEITAS}(M).. \text{RECEITA}(M) = & \text{E} = \text{SUM}((P,U), \text{QTDVENDIDA}(P,M,U) * \text{PRECO}(P,M,U)) + \\ & \text{SUM}((P,U), \text{QTDCBIO}(P,M,U) * \text{PRECOCBIO}); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CUSTOS}(M).. \text{CUSTO}(M) = & \text{E} = \text{SUM}(U, \text{CUSTOFIXO}(M,U)) + \text{SUM}(U, \\ & \text{MOAGEM}(M,U) * \text{CUSTOVARCANA}(U)) \\ & + \text{SUM}((P,U), \text{QTDPRODUZIDA}(P,M,U) * \text{CUSTOVAR}(P,M,U)) + \text{SUM}((P,U), \\ & \text{QTDARMAZENADA}(P,M,U) * \text{PRECO}(P,M,U) * \text{CDI}(M)) \\ & + \text{SUM}((P,U), \text{FLUXOSP}(P,M,U) * \text{FRETESP}(P,M,U)) + \\ & \text{SUM}((P,U), \text{FLUXOGO}(P,M,U) * \text{FRETEGO}(P,M,U)) + \\ & \text{SUM}((P,U), \text{FLUXOAL}(P,M,U) * \text{FRETEAL}(P,M,U)); \end{aligned}$$

MODEL PMP /ALL/ ;

SOLVE PMP USING LP MAXIMIZING Z;



DISPLAY Z.L, FLUXOSP.L, FLUXOGO.L, FLUXOAL.L, QTDPRODUZIDA.L, QTDVENDIDA.L,  
QTDARMAZENADA.L, CAIXA.L, QTDCBIO.L;

execute\_unload "resultados\_comCBIO338.gdx" QTDPRODUZIDA, QTDVENDIDA,  
QTDARMAZENADA, CAIXA, FLUXOSP, FLUXOGO, FLUXOAL, QTDCBIO, RECEITA, CUSTO;

execute 'gdxxrw.exe resultados\_comCBIO338.gdx var=QTDPRODUZIDA.L  
rng=prod!A1:ZZ64000 rdim=1 cdim=2';

execute 'gdxxrw.exe resultados\_comCBIO338.gdx var=QTDVENDIDA.L rng=vendas!A1:ZZ64000  
rdim=1 cdim=2';

execute 'gdxxrw.exe resultados\_comCBIO338.gdx var=QTDARMAZENADA.L  
rng=estoque!A1:ZZ6400 rdim=1 cdim=2';

execute 'gdxxrw.exe resultados\_comCBIO338.gdx var=FLUXOSP.L rng=fluxosp!A1:ZZ6400  
rdim=1 cdim=2';

execute 'gdxxrw.exe resultados\_comCBIO338.gdx var=FLUXOGO.L rng=fluxogo!A1:ZZ6400  
rdim=1 cdim=2';

execute 'gdxxrw.exe resultados\_comCBIO338.gdx var=FLUXOAL.L rng=fluxoal!A1:ZZ6400  
rdim=1 cdim=2';

execute 'gdxxrw.exe resultados\_comCBIO338.gdx var=QTDCBIO.L rng=cbio!A1:ZZ6400 rdim=1  
cdim=2';

execute 'gdxxrw.exe resultados\_comCBIO338.gdx var=CAIXA.L rng=caixa!A1:ZZ6400 rdim=1';

execute 'gdxxrw.exe resultados\_comCBIO338.gdx var=RECEITA.L rng=receita!A1:ZZ6400  
rdim=1';

execute 'gdxxrw.exe resultados\_comCBIO338.gdx var=CUSTO.L rng=custo!A1:ZZ6400 rdim=1';