

Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Programa de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas

**ANÁLISE DA CADEIA DE SUPRIMENTOS
DO ETANOL EM GOIÁS, À LUZ DA
TEORIA DAS RESTRIÇÕES**

ADRIENNE MELO DE OLIVEIRA BRITO

2012

**ANÁLISE DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DO ETANOL EM GOIÁS,
À LUZ DA TEORIA DAS RESTRICÇÕES**

ADRIENNE MELO DE OLIVEIRA BRITO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientador: Ricardo Luiz Machado, Dr.

Goiânia
Março/2012

**ANÁLISE DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DO ETANOL EM GOIÁS,
À LUZ DA TEORIA DAS RESTRICÇÕES**

ADRIENNE MELO DE OLIVEIRA BRITO

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, em março de 2012.

Prof. Ricardo Luiz Machado, Dr. (Orientador)
Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Banca Examinadora:

Titulares:

Prof. Ricardo Luiz Machado, Dr. (Orientador)
Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Prof. Antônio Pasqualetto, Dr.
Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Prof. Osvaldo Luiz Gonçalves Quelhas, Dr. (Membro externo)
Universidade Federal Fluminense

Suplentes:

Prof. José Elmo de Menezes, Dr.
Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª. Maria José Pereira Dantas, Dra.
Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Goiânia – Goiás
Março/2012

B862a Brito, Adrienne Melo de Oliveira.
Análise da cadeia de suprimentos do etanol em Goiás, à luz da Teoria das Restrições [manuscrito] / Adrienne Melo de Oliveira Brito. - 2012.
xv, 168 f. : il.

Bibliografia: f. 116-120

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, 2012.

Orientador: Dr. Ricardo Luiz Machado.

Inclui lista de figuras, quadros, siglas.

Inclui Anexos.

1. Etanol – cadeia de suprimentos – teoria das restrições – Goiás. 2. Etanol - cadeia produtiva- Teoria das restrições. 3. Teoria das Restrições. I. Título.

CDU: 661.722:658.012.34(817.3)(043)

Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo,
qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim.

Chico Xavier

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente.

Ao meu esposo Amarildo, que sempre me incentivou sendo companheiro, paciente e amigo, e quem acreditou neste sonho.

Aos meus filhos queridos Higgor, Andressa e Rayssa, que sempre me apoiaram.

Aos meus pais, que me proporcionaram a oportunidade de estudar e crescer profissionalmente, e que sempre confiaram em mim.

Ao Professor e orientador Ricardo Luiz Machado, pelos conhecimentos transmitidos, pela confiança, paciência, incentivo e dedicação.

Ao Professor Antônio Pasqualetto, pelos ensinamentos e que me transmitiu não apenas sua competência de professor, como também de sua visão e experiência global.

Aos Professores José Elmo de Menezes e Maria José Pereira Dantas pelas contribuições de melhoria para este trabalho.

À professora Solange da Silva, pelo companheirismo, amizade e pelas palavras de incentivo e motivação.

A todos os outros professores do Programa de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos servidores do MEPROS, em especial à Kênia.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Goiás - FAPEG, que me proporcionou uma bolsa de fomento à pesquisa.

E, finalmente, a todas as empresas que participaram da pesquisa e todos aqueles que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Resumo

ANÁLISE DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DO ETANOL EM GOIÁS, À LUZ DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES

Adrienne Melo de Oliveira Brito

Março/2012

Orientador: Prof. Ricardo Luiz Machado, Dr.

A cadeia de produção do etanol se depara com distintos problemas em sua dinâmica de funcionamento, devido à sua elevada complexidade. Isto justifica a preocupação quanto ao gerenciamento da cadeia de suprimentos do etanol. Para tratar deste problema, emprega-se a Teoria das Restrições na gestão da cadeia produtiva, como base conceitual necessária à identificação de fatores do sistema produtivo envolvidos na produção do etanol. O método de pesquisa utilizado foi o estudo de caso múltiplo, de natureza exploratória. A amostra de dados colhida foi referente à safra de 2010/2011, tendo como objetos três cadeias produtivas de etanol, localizadas no centro do Estado de Goiás. Os resultados demonstraram a confirmação do modelo da cadeia produtiva do etanol, já proposto por outros autores, que foi sintetizada em quatro elos: produção de cana-de-açúcar, fabricação de etanol, distribuição de etanol e revenda de combustíveis. E foi identificado na cadeia de suprimento do etanol que o elo restritivo é o produtor de etanol (usina) e na cadeia interna o elo restritivo foi a moagem.

Abstract**ANALYSIS OF THE SUPPLY CHAIN OF ETHANOL GOIÁS,
THE LIGHT OF THE THEORY OF CONSTRAINTS**

Adrienne Melo de Oliveira Brito

March/2012

Advisor: Prof. Ricardo Luiz Machado, Dr.

The chain of ethanol production is faced with various problems in its dynamic operation due to its high complexity. This justifies the concern about the management of the supply chain of the ethanol. To address this problem, one employs the Theory of Constraints in the supply chain management, as the conceptual basis necessary to identify factors of the production system involved in the production of ethanol. The research method used was a multiple case study, exploratory in nature. The sample data was collected on the harvest of 2010/2011, with the three objects of ethanol production chains, located in the center of the state of Goiás. The results demonstrated confirmation of the model of the ethanol production chain, already proposed by other authors, which was synthesized in four links: production of cane sugar, ethanol production, distribution and sale of ethanol fuels. It was identified in the supply chain of the ethanol that the link is the limiting ethanol producer (plant) and the link in the chain internal grinding was restrictive.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE QUADROS	xiv
LISTA DE SIGLAS	xv
INTRODUÇÃO	1
1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
1.1 SISTEMA PRODUTIVO	11
1.2 CADEIA DE SUPRIMENTOS (<i>SUPPLY CHAIN</i> - SC) E CADEIAS PRODUTIVAS	13
1.3 GERENCIAMENTO DA CADEIA DE PRODUÇÃO (<i>SUPPLY CHAIN MANAGEMENT</i> - SCM)	16
1.3.1 Gestão da Cadeia de Suprimentos e a Logística	20
1.4 CADEIA DE PRODUÇÃO DO ETANOL	22
1.4.1 <i>Supply Chain</i> do Etanol em terras próprias ou arrendada	26
1.4.2 <i>Supply Chain</i> do Etanol quando se tem fornecedores de cana	27
1.5 TEORIA DAS RESTRIÇÕES	28
1.5.1 Princípios da Teoria das Restrições	29
1.5.2 Programação tambor-pulmão-corda (TPC)	30
1.5.3 Tipos de Recursos	31
1.6 TEORIA DAS RESTRIÇÕES NA GESTÃO DA CADEIA DE PRODUÇÃO	33
1.7 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS SOBRE A REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	36
2 - METODOLOGIA CIENTÍFICA	38
2.1 OBJETOS DA PESQUISA	40
2.1.2 Caracterização da Usina A	42
2.1.3 Caracterização da Usina B	42
2.1.4 Caracterização da Usina C	43
2.1.5 Caracterização da Distribuidora A	43
2.1.6 Caracterização da Distribuidora B	44
2.1.7 Caracterização da Distribuidora C	44
2.1.8 Caracterização da Revenda A	44
2.1.9 Caracterização da Revenda B	44
2.1.10 Caracterização da Revenda C	44
2.2 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	45
2.3 MÉTODO DE PESQUISA	45
2.4 MODELO TEÓRICO	47
2.5 PROTOCOLO DE PESQUISA	48
2.6 INSTRUMENTOS DE PESQUISA	50
2.6.1 Questionários	50
2.6.2 Análise de Registros	53
2.6.3 Observações Diretas	53
3 – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	55
3.1 CADEIAS PRODUTIVAS DO ETANOL NO ESTADO DE GOIÁS	55
3.1.1 Usinas Produtoras de Etanol	56
3.1.1.1 Síntese de entrevista no SIFAEG	58
3.1.1.2 Entrevista na usina A	61

3.1.1.3 Entrevista na usina B	66
3.1.1.4 Entrevista na usina C	70
3.1.2 Análise da Participação das Distribuidoras na Cadeia de Suprimento do Etanol	73
3.1.2.1 Entrevista na distribuidora A	74
3.1.2.2 Entrevista na distribuidora B.....	75
3.1.2.3 Entrevista na distribuidora C.....	76
3.1.3 Revendas de Etanol	76
3.1.3.1 Entrevista no SINDIPOSTO	76
3.1.3.2 Entrevista na revenda A.....	78
3.1.3.3 Entrevista na revenda B.....	79
3.1.3.4 Entrevista na revenda C.....	80
3.1.4 Considerações Parciais - Análise Qualitativa	80
3.1.5 Análises Comparativas entre as Cadeias Produtivas.....	82
3.2 ANÁLISE DE REGISTROS ORIUNDOS DOS BOLETINS DE PRODUÇÃO	85
3.2.1 Análise Realizada na Usina A.....	86
3.2.2 Análise Realizada na Usina B.....	94
3.2.3 Análise Realizada na Usina C.....	100
3.2.4 Considerações Parciais - Análise Qualitativa Dados Numéricos	106
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA NOVOS TRABALHOS.....	114
BIBLIOGRAFIA	116
APÊNDICES	121
ANEXOS.....	149

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	ASSOCIAÇÃO ENTRE EIXO TEÓRICO E EMPÍRICO DA PROBLEMÁTICA EM ESTUDO.....	11
FIGURA 2	ILUSTRAÇÃO DE UM SISTEMA PRODUTIVO GENÉRICO.....	11
FIGURA 3	ESTRUTURA DE UMA CADEIA DE SUPRIMENTO GENÉRICA.....	14
FIGURA 4	MODELO HIPOTÉTICO DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE CADEIA DE SUPRIMENTO.....	16
FIGURA 5	NÍVEIS DE ANÁLISE DOS CONCEITOS DE LOGÍSTICA, CADEIA DE SUPRIMENTO E CADEIA PRODUTIVA.....	21
FIGURA 6	PRINCIPAIS PRODUTORES DE ETANOL.....	22
FIGURA 7	CADEIA PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DO ETANOL.....	23
FIGURA 8	CICLO DE PRODUÇÃO DO ETANOL.....	24
FIGURA 9	CONFIGURAÇÃO DE TRANSAÇÃO DE CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM TERRAS PRÓPRIAS OU ARRENDADAS.....	27
FIGURA 10	CONFIGURAÇÃO DE TRANSAÇÃO ENVOLVENDO FORNECEDORES DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	27
FIGURA 11	MAPA DE GOIÁS, COM A LOCALIZAÇÃO DOS OBJETOS DE ESTUDO.....	41
FIGURA 12	ESQUEMA DOS FLUXOS DE TRANSFERÊNCIAS DOS ELOS INTERNOS DA CADEIA DE SUPRIMENTO DO ETANOL.....	46
FIGURA 13	MAPEAMENTO DE CADEIA INTERNA DE SUPRIMENTO DO ETANOL.....	48
FIGURA 14	ESTRUTURA DA CADEIA DE PRODUÇÃO DE ETANOL EM GOIÁS.....	55
FIGURA 15	USINA VIRTUAL DE ETANOL.....	57
FIGURA 16	FLUXOGRAMA DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA DA CANA-DE-AÇÚCAR.....	58
FIGURA 17	FLUXOGRAMA DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR.....	58
FIGURA 18	CADEIA DE SUPRIMENTO DO ETANOL (SIFAEG).....	59
FIGURA 19	MAPEAMENTO DE CADEIA INTERNA DE SUPRIMENTO DO ETANOL NA USINA A.....	61
FIGURA 20	MAPEAMENTO DE CADEIA INTERNA DE SUPRIMENTO DO ETANOL NA USINA B.....	68
FIGURA 21	MAPEAMENTO DE CADEIA INTERNA DE SUPRIMENTO DO ETANOL NA USINA C.....	71
FIGURA 22	CADEIA DE SUPRIMENTO DO ETANOL DE ACORDO COM SINDIPOSTO.....	77
FIGURA 23	CADEIA DE SUPRIMENTO DO ETANOL, NO ESTADO DE GOIÁS.....	81
FIGURA 24	CADEIA INTERNA DE SUPRIMENTO DO ETANOL NAS USINAS ESTUDADAS.....	82
FIGURA 25	FLUXO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA E PROCESSADA NA USINA A, NA SAFRA 2010/2011.....	86
FIGURA 26	FLUXO DE CANA-DE-AÇÚCAR PROCESSADA EXCLUSIVAMENTE PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL NA USINA A, NA SAFRA 2010/2011.....	87
FIGURA 27	COMPARAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ETANOL NA USINA A, NA SAFRA 2010/2011.....	88
FIGURA 28	COMPARAÇÃO DOS RENDIMENTOS DE PRODUÇÃO DE ETANOL NA USINA A, NA SAFRA 2010/2011.....	88
FIGURA 29	TRANSPORTE DE CANA-DE-AÇÚCAR NA USINA A, NA SAFRA 2010/2011.....	91
FIGURA 29a	TRANSPORTE DE CANA-DE-AÇÚCAR COM CURVA DE TENDÊNCIA NA	

	USINA A, NA SAFRA 2010/2011	91
FIGURA 30	PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA USINA A, SAFRA 2010/2011	92
FIGURA 30a	PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA A, NA SAFRA 2010/2011	92
FIGURA 31	PRODUÇÃO DE ETANOL NA USINA A, NA SAFRA 2010/2011	93
FIGURA 31a	PRODUÇÃO DE ETANOL COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA A, NA SAFRA 2010/2011	93
FIGURA 32	COMPARATIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA E PROCESSADA COM A PRODUÇÃO MENSAL DE ETANOL, EM CURVAS DE TENDÊNCIA NA USINA A, NA SAFRA 2010/2011	94
FIGURA 33	FLUXO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA E PROCESSADA NA USINA B, NA SAFRA 2010/2011	95
FIGURA 34	FLUXO DE CANA-DE-AÇÚCAR PROCESSADA PARA PRODUÇÃO DE ETANOL NA USINA B, NA SAFRA 2010/2011	96
FIGURA 35	FLUXO DE CANA-DE-AÇÚCAR PROCESSADA PARA PRODUÇÃO DE ETANOL COM 100% DE RENDIMENTO NA USINA B, NA SAFRA 2010/2011	96
FIGURA 36	TRANSPORTE DO VOLUME DE CANA-DE-AÇÚCAR NA USINA B, NA SAFRA 2010/2011	97
FIGURA 36a	TRANSPORTE DE CANA-DE-AÇÚCAR COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA, NA SAFRA 2010/2011	97
FIGURA 37	PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA USINA B, NA SAFRA 2010/2011	98
FIGURA 37a	PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA B, NA SAFRA 2010/2011	98
FIGURA 38	PRODUÇÃO DE ETANOL NA USINA B, NA SAFRA 2010/2011	99
FIGURA 38a	PRODUÇÃO DE ETANOL COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA B, NA SAFRA 2010/2011	99
FIGURA 39	COMPARATIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA E PROCESSADA COM A PRODUÇÃO DIÁRIA DE ETANOL, EM CURVAS DE TENDÊNCIA NA USINA B, NA SAFRA 2010/2011	99
FIGURA 40	FLUXO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA E PROCESSADA NA USINA C, NA SAFRA 2010/2011	100
FIGURA 41	FLUXO DE CANA-DE-AÇÚCAR PROCESSADA PARA PRODUÇÃO DE ETANOL NA USINA C, NA SAFRA 2010/2011	101
FIGURA 42	COMPARAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ETANOL NA USINA C, NA SAFRA 2010/2011	102
FIGURA 42a	COMPARAÇÃO DOS RENDIMENTOS DE PRODUÇÃO DE ETANOL NA USINA C, NA SAFRA 2010/2011	102
FIGURA 43	FLUXO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA NA USINA C, NA SAFRA 2010/2011	103
FIGURA 43a	FLUXO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA C, NA SAFRA 2010/2011	103
FIGURA 44	PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA USINA C, NA SAFRA 2010/2011	104
FIGURA 44a	PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA C, NA SAFRA 2010/2011	104
FIGURA 45	PRODUÇÃO DE ETANOL NA USINA C, NA SAFRA 2010/2011	105
FIGURA 45a	PRODUÇÃO DE ETANOL COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA C, NA SAFRA 2010/2011	105

FIGURA 46	COMPARATIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA E PROCESSADA COM A PRODUÇÃO MENSAL DE ETANOL, EM CURVAS DE TENDÊNCIA NA USINA C, NA SAFRA 2010/2011	106
FIGURA 47	COMPARATIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA (MENSAL), NA SAFRA 2010/2011.....	109
FIGURA 48	COMPARATIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR PROCESSADA (MENSAL), NA SAFRA 2010/2011.....	110
FIGURA 49	COMPARATIVO DA PRODUÇÃO DE ETANOL (MENSAL), NA SAFRA 2010/2011.....	111
FIGURA 50	COMPARATIVO DO RENDIMENTO DE PRODUÇÃO DE ETANOL, NA SAFRA 2010/2011.....	112

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	CORRELAÇÃO ENTRE OS ELEMENTOS RELEVANTES DA SCM E DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES	35
QUADRO 2	HISTÓRICO DE QUANTIDADE DE USINAS NO ESTADO DE GOIÁS	41
QUADRO 3	RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DAS CADEIAS PRODUTIVAS ESTUDADAS.....	84

LISTA DE SIGLAS

NP	Agência Nacional de Petróleo
APICS	<i>Association for Operations Management</i>
ART	Açúcar Redutor Total
ATR	Açúcar Total Recuperável
CEPEA	Centro de Pesquisas Econômicas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ)
CLM	<i>Council of Logistic Management</i>
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
COSECANA	Conselho de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de Goiás
CP	Cadeia Produtiva
CS	Cadeia de Suprimento
CTC	Centro de Tecnologia Canavieira
DBR	<i>Drum Buffer Rope</i>
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FECOMBUSTÍVEIS	Federação Nacional do Comércio de Combustíveis e Lubrificantes
GCP	Gerenciamento da Cadeia de Produção
GCS	Gerenciamento da Cadeia de Suprimento
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadoria e Prestação de Serviço
LTR	Lead Time de Reabastecimento
MAPA	Ministério da Agricultura e Abastecimento
OPT	<i>Optimized Production Technology</i>
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PROÁLCOOL	Programa Nacional do Álcool
RRC	Recurso com Restrição de Capacidade
SC	<i>Supply Chain</i>
SCA	Sociedade Corretora de Álcool
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
SEFAZ	Secretaria da Fazenda do Estado de Goiás
SEMARH	Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Goiás
SI	Sistema de Informação
SIFAÇÚCAR	Sindicato da Indústria de Fabricação de Açúcar do Estado de Goiás
SIFAEG	Sindicato da Indústria da Fabricação de Álcool do Estado de Goiás
SINDICOM	Sindicato Nacional das Distribuidoras de Combustíveis e Lubrificantes
SINDIPOSTO	Sindicato do Comércio Varejista de Derivados de Petróleo no Estado de Goiás
SP	Sistema Produtivo
TI	Tecnologia de Informação
TOC	<i>Theory of Constraints</i>
TPC	Tambor Corda Pulmão
UDOP	União dos Produtores de Bioenergia
UNICA	União da Indústria da Cana-de-Açúcar

INTRODUÇÃO

O álcool combustível carburante ou etanol, fabricado a partir da cana-de-açúcar, foi apresentado como alternativa à gasolina a partir de 1975 com a implantação do Programa Nacional de Álcool - PROÁLCOOL, que surgiu como solução para a crise de combustíveis líquidos que foi deflagrada em 1973, em virtude das substanciais elevações do preço do petróleo impostas pelos países produtores.

Segundo a UNICA – União da Indústria da Cana-de-Açúcar, O PROÁLCOOL representa o mais avançado esforço de substituição de energia fóssil perecível pela biomassa, fonte energética renovável, em todo o mundo.

Na primeira fase desse programa, o objetivo principal consistia na produção de álcool anidro para a mistura com gasolina. Esforços em pesquisa e desenvolvimento direcionaram a fabricação de carros movidos exclusivamente a álcool, que resultaram na criação destes veículos em 1978 (Empresa de Pesquisa Energética - EPE, 2011).

No Brasil, o álcool sempre foi considerado um subproduto do açúcar, até os anos de 1970, quando passou a ser fabricado em maior escala. Entre 1976 e 1986 a produção saltou de 0,58 bilhões para 11,70 bilhões de litros. O esforço foi canalizado para o álcool anidro (que pode ser adicionado à gasolina na proporção de 20%, sem exigir modificações nos motores dos veículos) e de álcool hidratado, utilizado em motores que funcionam exclusivamente a álcool. (Sindicato da Indústria da Fabricação de Álcool de Goiás - SIFAEG, 2011)

Na safra 2010/2011, observou-se que 53,80% da cana-de-açúcar brasileira foi transformada em etanol e 46,20% em açúcar. A produção de etanol hidratado é de 19.592,1 milhões de litros, com aumento de 4,14% em relação à safra anterior (UNICA, 2011).

A lavoura de cana-de-açúcar é uma atividade agrícola classificada como semi-permanente, que se exaure ao longo de vários anos de produção, exigindo renovação para que seja mantido o fluxo contínuo de matéria-prima para a indústria sucroalcooleira e a continuidade do ciclo de produção do açúcar e álcool. A longevidade do canavial decorre basicamente das características biológicas das variedades plantadas. A capacidade de rebrota da planta possibilita vários cortes, porém a cada corte a produtividade da cana decresce. A pesquisa varietal tem contribuído para ganhos de produtividade ao longo do ciclo produtivo da cana, como também para ampliar o ciclo, que no passado recente era composto por uma média de três cortes e saltou para cinco cortes. Com isso, há uma postergação da renovação dos canaviais e do investimento dela decorrente (BORBA e BAZZO, 2009). Cada tonelada de cana-de-açúcar tem um potencial energético equivalente ao de 1,2 barris de petróleo, segundo o Balanço Energético Nacional – BEN (EPE, 2011). A cana-de-açúcar ocupa cerca de 10 milhões de hectares, o que representa aproximadamente 15% de toda a terra arável do Brasil (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2011), que é o maior produtor mundial, seguido por Índia, Tailândia e Austrália.

No momento em que a pesquisa foi encerrada, o cenário referente à área cultivada de cana-de-açúcar a ser colhida e destinada à atividade sucroenergética no território brasileiro estava estimado em 8.442,8 mil hectares distribuídos em todos os estados produtores. O Estado de São Paulo continua sendo o maior produtor com 52,8% (4.458,31 mil hectares), seguido por Minas Gerais com 8,77% (740,15 mil hectares), Goiás com 7,97% (673,38 mil hectares), Paraná com 7,33% (619,36 mil hectares), Mato Grosso do Sul com 5,69% (480,86 mil hectares), Alagoas com 5,34% (450,75 mil hectares), e Pernambuco com 3,84% (324,03 mil hectares). Nos demais Estados

produtores as áreas são menores, mas com bons índices de produtividade (Ministério da Agricultura e Abastecimento - MAPA, 2011).

O total de cana moída na safra 2011/12 será de 641.982 mil toneladas, com incremento de 2,9% em relação à safra 2010/11, que foi de 623.905,1, devendo a quantidade de cana moída superar em 18.076,9 mil toneladas em relação à moagem da safra anterior. Este volume poderá sofrer alteração no decorrer do período de colheita, uma vez que a aposta é para a cana continuar se desenvolvendo normalmente até o final da safra, para recuperar o tempo perdido durante a estiagem ocorrida na safra passada (MAPA, 2011).

As principais regiões de cultivo de cana-de-açúcar são Sudeste, Centro-Oeste, Sul e Nordeste, permitindo duas safras por ano, devido às condições climáticas favoráveis, contribuindo assim para que o Brasil produza açúcar e etanol para os mercados internos e externos, durante o ano todo.

Fazendo analogia com relação à área total de plantio de cana no Brasil, o Estado de São Paulo detém 54,23% (4.357,01 mil hectares), o Estado de Minas Gerais com 8,1% (649,94 mil hectares), Goiás com 7,46% (599,31 mil hectares), Paraná com 7,25% (582,32 mil hectares), Alagoas com 5,46% (438,57 mil hectares), Mato Grosso do Sul com 4,93% (396,16 mil hectares) e Pernambuco com 4,32% (346,82 mil hectares) (Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, 2011).

Goiás é um dos Estados onde ocorre uma das maiores expansões do setor. Nos últimos três anos recebeu a maior quantidade de novas unidades produtivas. Atualmente é considerado o terceiro produtor de cana-de-açúcar, o segundo produtor de etanol, atrás apenas de São Paulo, e o quinto maior produtor de açúcar (SIFAEG, 2011).

A padronização técnica, o zoneamento econômico-ecológico em que se delimitarão as áreas de produção de cana-de-açúcar, de forma que não afetem outras

culturas nem a mata nativa da Amazônia e nem a do cerrado. E a expansão do mercado internacional, são os principais desafios da produção do etanol (MAPA, 2011).

A coordenação se faz imprescindível, uma vez que a agroindústria geralmente controla a produção e o fornecimento da matéria-prima por contrato ou por verticalização. É necessário disponibilizar atenção à logística, associada aos suprimentos e distribuições que são incorporados ao longo da cadeia de produção do etanol.

Neste cenário é fundamental identificar a Cadeia de Suprimentos, ou seja, os processos que envolvem relações entre fornecedores e clientes que ligam organizações desde a fonte de geração inicial de matéria-prima até o ponto de consumo do produto acabado (PIRES, 2009). Para atingir este objetivo, o presente trabalho utiliza a Teoria das Restrições para identificar os gargalos limitantes do sistema de produção.

Problemática

O setor produtivo sucroenergético influencia diretamente as questões econômicas e sociais do Brasil. O etanol é fonte energética, alternativa, em substituição à gasolina. O número de usinas de etanol instaladas no Estado de Goiás é bastante considerável, chegando a 58 unidades, segundo a União dos Produtores de Bioenergia – UDOP (2010), com 38 associadas ao SIFAEG (SIFAEG, 2011). Vários problemas estão presentes na cadeia de produção do álcool etanol, influenciando diretamente no desempenho econômico e sustentável do setor. Para sintetizar a problemática que será abordada neste trabalho, pode ser identificada a seguinte questão geral de pesquisa:

Questão geral de pesquisa

Como é a estrutura da cadeia de produção do etanol nas cadeias analisadas e quais os seus gargalos?

No Sentido de promover os desdobramentos necessários à investigação, a partir da questão geral, emergem os seguintes questionamentos específicos:

Questões específicas

- Como utilizar os fundamentos da Teoria das Restrições na Gestão da Cadeia Produtiva?
- Como são os relacionamentos existentes entre os elos da cadeia de produção do álcool etanol?
- Quais os gargalos existentes, ao longo da cadeia de produção do etanol, entre as etapas da produção da matéria prima até a saída do etanol para a distribuidora?

Hipóteses

Para solucionar esta problemática acredita-se que a Teoria das Restrições na Gestão da Cadeia Produtiva do etanol, que assinala a gestão da cadeia de produção e suas dificuldades, aproveitando a TOC (*Theory of Constraints*) como ferramenta de gestão para se alcançar a eficiência na produção. Ou ainda, como meio de vislumbrar as oportunidades para aumento da produtividade e conseqüentemente, da competitividade na busca de soluções dos problemas e restrições encontradas ao longo de toda cadeia produtiva.

Segundo Goldratt (1997), a TOC descreve que a falta de estratégias sensatas de longo prazo, as questões relacionadas às medidas, o atraso no projeto do produto, os longos prazos de entrega na produção, a atitude geral de passar a bola, a apatia, tudo está ligado. É necessário colocar o dedo na ferida e na raiz de todos os problemas. E isso, que na verdade, quer dizer como identificar a restrição. Não é priorizar os efeitos negativos, é identificar a causa de todos.

Completa ainda que as empresas devem ser vistas como uma corrente e que a força da corrente é determinada pelo elo mais fraco, sendo que primeiramente deve-se identificá-lo, posteriormente administrá-lo, ou seja, gerenciar esta restrição. E segundo Goldratt (1997), em física, é a força motriz do desenvolvimento de uma nova filosofia

gerencial conhecida como teoria das restrições (ou gerenciamento das restrições). E esta tem sido utilizada para descrever as aplicações da TOC.

Essa pesquisa é, portanto, parte integrante de um estudo da análise da Cadeia de Suprimentos do etanol à luz da Teoria das Restrições, que vislumbra a utilização da TOC com a finalidade de identificar as restrições entre os elos da cadeia de produção do etanol. Mais especificamente, o interesse de observar como a TOC pode auxiliar no gerenciamento da cadeia de produção, na identificação das restrições, seja ela física, como um equipamento ou a falta de material, seja de ordem gerencial, como procedimentos, políticas e normas (APICS *Dictionary*, p.15, citado por COX e SPENSER, 2002).

Reconhece-se que é bastante deficitária a aplicação da TOC na Cadeia de Produção – CP, o que motiva a investigação na identificação dos relacionamentos entre os diversos elos da CP, embora a existência de outros estudos no setor sucroenergético que se restringem apenas na descrição dos membros que completam este ciclo, constituindo um desafio para também identificar as dificuldades utilizando a TOC como ferramenta.

A partir da problemática apresentada, os objetivos delineados no presente trabalho serão atingidos mediante aplicação dos modelos de análise e de alguns indicadores de desempenho da TOC para a identificação das restrições, do desenvolvimento de ações voltadas para eliminação ou neutralização e orientação na elevação do desempenho geral da organização, partindo da eliminação das restrições (GUSMÃO, 2004).

O estudo de caso por meio da realidade de três Cadeias de Produção do setor sucroenergético, permitiu relacionar os princípios básicos da Teoria das Restrições na Gestão da Cadeia de Produção, com a intenção de eliminar ou minimizar as dificuldades

entre os elos. O primeiro passo foi identificar a restrição do sistema, o que se traduz numa demanda de técnicas para fazê-lo (GOLDRATT, 1997). Isto implica em usar a ferramenta de gestão da Teoria das Restrições, que tem como finalidade identificar e eliminar os problemas.

Objetivo Geral

Mapear a estrutura da cadeia de produção de etanol nas três cadeias estudadas, levantando e identificando os elos dessas cadeias produtivas desde as atividades do cultivo da cana-de-açúcar, passando pela fabricação do álcool até a distribuição do produto acabado, por meio da utilização dos fundamentos da TOC na Gestão da Cadeia Produtiva do Etanol.

Objetivos Específicos

Como desdobramentos do objetivo geral emergem os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os relacionamentos existentes entre os elos da cadeia de produção do etanol nas cadeias produtivas estudadas;
- Descrever as principais restrições existentes na cadeia de produção do etanol, nas cadeias produtivas estudadas, com base na Teoria das Restrições;
- Sustentar a tese, por meio de estudos bibliográficos, de que é possível a aplicação da Teoria das Restrições no gerenciamento da Cadeia de Suprimentos.

Síntese da Metodologia de Pesquisa

Para atender seus objetivos, esta pesquisa adotará uma abordagem metodológica baseada em estudo de caso. Como instrumentos de pesquisa foram utilizados entrevistas, aplicações de questionários, análises documentais e observações diretas. A investigação terá natureza exploratória, voltando-se, preliminarmente, à busca de informações sobre o funcionamento da cadeia produtiva, para, posteriormente, analisar e propor melhorias.

A metodologia utilizada nesta pesquisa abrange a realização das seguintes etapas:

- Revisão bibliográfica sobre a Teoria das Restrições;
- Revisão bibliográfica sobre Gestão da Cadeia Produtiva, em particular a sucroenergética;
- Identificação dos elos da cadeia produtiva do etanol, sinalizando as restrições existentes entre eles;
- Investigação dos relacionamentos entre os elos que formam a cadeia produtiva do setor sucroenergético.

Em adição a este estudo será explorado a possibilidade de integrar os conceitos básicos da TOC na Gestão da Cadeia Produtiva, identificando os pontos comuns.

O estudo da Cadeia de Suprimentos é dividido em três etapas: em um primeiro instante, identificar, analisar, individualizar e comparar os membros envolvidos na cadeia. Em um segundo momento, definir como coletar informações, para determinar uma metodologia de coleta incluindo os caminhos para validação dos dados coletados. Em um terceiro e último momento, associar os dados coletados de cada elemento para melhor utilização na Cadeia de Suprimentos.

O modelo conceitual usado na pesquisa apresenta uma abordagem de gestão da Cadeia de Suprimentos que se configura com base nas seguintes perguntas relevantes a sua organização (HAMACHER, PIRES & SCAVARDA, 2003):

- O que influencia no desenvolvimento da Cadeia de Suprimentos?
- Quem são os membros envolvidos na estrutura da Cadeia de Suprimentos?
- Quais as capacidades de produzir e comercializar produtos que cada membro da Cadeia de Suprimentos possui?
- Quais os níveis de integração e relacionamento dos membros da Cadeia de Suprimentos? E quais são suas dificuldades de relacionamento?

Já no modelo de Moellmann (2009), é apresentado o contexto atual dos Sistemas de *Supply Chain Management* (SCM), os conceitos básicos da TOC e os paradigmas entre o mundo dos custos e o mundo dos ganhos, e concomitantemente, um aprofundamento na elucidação acerca dos processos de raciocínio da TOC,

proporcionando a emersão, compreensão e anulação dos principais dilemas e conflitos que restringem o desempenho e os ganhos, tanto da Cadeia de Suprimentos como de seus envolvidos.

Estrutura do Trabalho

Esta dissertação é dividida em cinco etapas:

A primeira etapa desenvolve os tópicos de introdução, problemática, justificativa da pesquisa e escolha do tema, os objetivos gerais e específicos, a síntese da metodologia de pesquisa, bem como a estrutura do trabalho.

A segunda etapa refere-se ao primeiro capítulo onde é realizada a revisão bibliográfica sobre Sistema Produtivo (SP), Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain - SC*) e Cadeias Produtivas, Gerenciamento da Cadeia de Produção (*Supply Chain Management - SCM*), Gestão da Cadeia de Suprimentos e a Logística, Gestão Agroindustrial, Cadeia de Produção do Etanol, Teoria das Restrições (*OPT – Optimized Production Technology*), Teoria das Restrições na Gestão da Cadeia de Produção e as Considerações parciais sobre a revisão bibliográfica. Esta revisão dará o embasamento teórico para a caracterização da Cadeia Produtiva do Etanol, de forma a facilitar a identificação de seus gargalos.

A terceira etapa apresenta a metodologia científica que compõe o segundo capítulo, elucidando o tipo de pesquisa e método, justificativa da abordagem de pesquisa adotada, apresentação do objeto da pesquisa, delimitação do tema, método de pesquisa, modelo teórico, protocolo e instrumentos de pesquisa.

A quarta etapa é composta pela apresentação e análise de dados, o cenário atual nas cadeias produtivas estudadas, seus gargalos (restrições) e fragilidades.

A última etapa desenvolve a conclusão e recomendação para trabalhos futuros.

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa bibliográfica, por sua própria natureza, constitui-se de fontes secundárias de dados coletados por outros pesquisadores (LAKATOS & MARCONI, 2001), possibilitando a reunião de uma quantidade de material escrito e disponibilizado, relativo aos assuntos abordados. Durante todo o desenvolvimento deste trabalho, os conceitos abordados serão empregados solitariamente ou em conjunto.

A investigação bibliográfica é utilizada como procedimento auxiliar, propiciando o embasamento teórico e a sustentação conceitual para o estudo da cadeia produtiva do etanol, contemplando os temas considerados essenciais para entendimento dos principais aspectos e desafios propostos na pesquisa.

A revisão bibliográfica foi o resultado de consulta a artigos em revistas e anais de congressos, livros didáticos, dissertações, teses selecionados apenas pelas palavras-chaves na busca de campos de conhecimentos nos temas Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain - SC*), Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain Management - SCM*), Cadeia de Produção do Etanol, Gestão Agroindustrial, Teoria das Restrições (*Theory of Constraints*) e Teoria das Restrições na Gestão da Cadeia de Produção.

Este estudo concentrou ainda em publicações direcionadas aos principais conceitos que fundamentaram esta pesquisa, por meio da exposição do problema ora descrito e mecanismos utilizados para solução dos mesmos. Os temas relacionados a produção do etanol foi um importante subsídio para conciliar os conceitos da Cadeia de Produção e a Teoria das Restrições, figura 1.

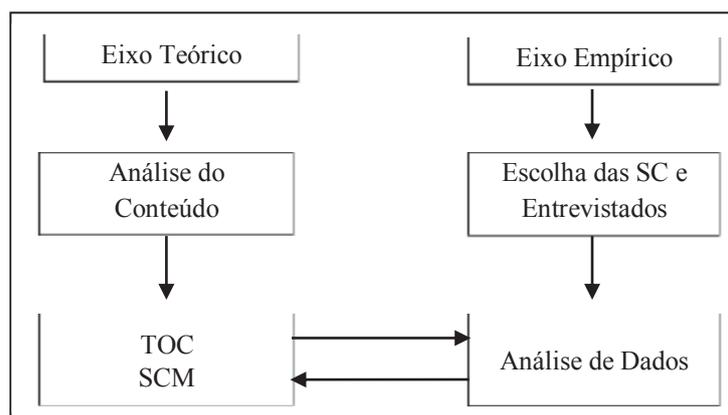


FIGURA 1 - ASSOCIAÇÃO ENTRE EIXO TEÓRICO E EMPÍRICO DA PROBLEMÁTICA EM ESTUDO

Fonte: Autor

Na figura 1 o eixo teórico representa o eixo metodológico norteador da pesquisa e se refere ao conteúdo dos estudos; o eixo empírico é caracterizado pela soma dos diversos mecanismos utilizados como a busca de informações do dia a dia da produção, com o auxílio da aplicação de questionários, visitas in loco e análise de dados numéricos.

1.1 SISTEMA PRODUTIVO (SP)

Um Sistema Produtivo pode ser definido como um elemento capaz de transformar alguns recursos de entradas (*inputs*) em produtos e/ou serviços como saídas (*outputs*) (PIRES, 2009). Na figura 2, é apresentado um esboço de um sistema produtivo, onde é exemplificado tipos de entradas e saídas.

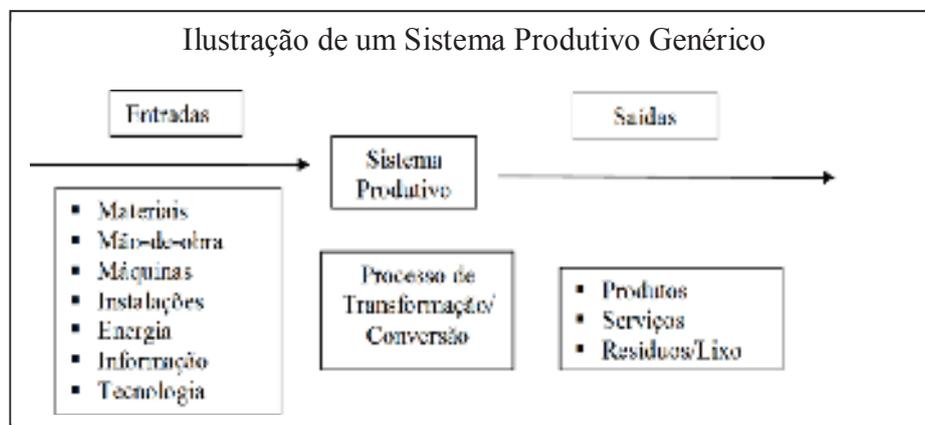


FIGURA 2 - ILUSTRAÇÃO DE UM SISTEMA PRODUTIVO GENÉRICO

Fonte: Pires (2009)

O SP pode ser definido como um conjunto de atividades inter-relacionadas envolvidas na produção de bens (caso de indústria) ou serviços. Os Sistemas de Produção transformam os insumos de entradas em produtos e/ou serviços através de um subsistema de controle.

Segundo Slack *et al* (2002), os subsistemas de produção são divididos em:

- a) Insumos - recursos a serem transformados em produtos;
- b) Subsistema de Conversão/Transformação - transforma os insumos em produtos finais;
- c) Subsistema de Controle - certifica que as previsões sejam atingidas, que seja padronizado as atividades com vista a eficácia e qualidade;
- d) Saídas - geram produtos diretos tangíveis (bens) e intangíveis (serviços) e indiretos como impostos, passivos ambientais, salários, remuneração e outros.

Segundo Pires (2009), o SP tem sido classificado sob as mais diversas perspectivas e parâmetros. A classificação mais ampla e genérica encontrada provavelmente é a que os classifica em função da atividade econômica à qual eles pertencem, conforme a seguir:

1. Primária: agropecuária, extrativismo;
2. Secundária: indústria, transformação;
3. Terciária: serviços.

A agroindústria, que pode ser elucidada pela inter-relação setorial entre agricultura, indústria e serviços, portanto pertence à atividade econômica primária e secundária. O complexo agroindustrial ou *agribusiness* pode ser visto como a soma de todas as operações envolvidas no processamento e distribuição dos insumos agropecuários, as operações de produção na fazenda, o armazenamento, processamento e a distribuição dos produtos agrícolas e seus derivados (DAVIS & GOLDBERG, 1957, apud GRAZIANO, 1996).

Para a gestão do setor agroindustrial brasileiro é necessário o entendimento das especificidades do agronegócio e respectivo Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain Management* – SCM) (BATALHA, 2001).

1.2 CADEIAS DE SUPRIMENTOS (*SUPPLY CHAIN* - SC) E CADEIAS PRODUTIVAS

Cadeia de Suprimentos – SC é também confundida ou utilizada de forma nebulosa com o conceito de Cadeia Produtiva ou Cadeia de Produção.

Segundo o dicionário da APICS (*Association for Operations Management*), uma Cadeia de Suprimentos pode ser definida como os processos que envolvem fornecedores-clientes e ligam empresas desde a fonte inicial de matéria-prima até o ponto de consumo do produto acabado. Ou ainda as funções dentro e fora de uma empresa que garantem que a cadeia de valor possa fazer e providenciar produtos e serviços aos clientes (COX& BLACKSTONE, 1995).

Assim como o conjunto das organizações, recursos e atividades conectadas e comprometidas com a criação, distribuição e venda de produtos acabados, além de serviços para o consumidor final, a Cadeia de Suprimentos envolve fornecedores de matéria-prima, planta produtiva, centros de distribuição, varejista, estoques em trânsito e produtos acabados (LAMBERT; COOPER; PACH, 1998).

Como já mencionado anteriormente, a integração da cadeia produtiva reconhece a importância do relacionamento fornecedor x cliente para o sincronismo entre processos, tanto os internos à empresa, quanto os presentes nas interligações organizacionais. Esta integração busca maior adequação das respostas da empresa aos relacionamentos que tem à montante, com fornecedores e à jusante, com seus clientes (ALVES, 1998).

Ou ainda, a Cadeia de Suprimentos é normalmente definida como o conjunto de empresas que transacionam produtos, informações e recursos financeiros entre si ao longo do tempo. Começando no fornecedor inicial (mais próximo à terra) e terminarem no varejo, mais próximo ao consumidor final (WANKE, 2009).

Uma Cadeia de Suprimentos pode fazer parte de uma ou de várias cadeias

produtivas, dependendo das características de seus produtos finais. Ela sempre envolverá todas as atividades associadas com o movimento de bens, desde o estágio de matéria-prima até o usuário final (PIRES, 2009).

De acordo com Slack (1993), as cadeias produtivas podem ser de três níveis:

- a) Cadeia total: é aquela que envolve todas as relações cliente-fornecedor, desde a extração da matéria prima até a compra do produto pelo consumidor final;
- b) Cadeia imediata: é aquela em que estão os fornecedores e consumidores com os quais a empresa faz negócios diretamente;
- c) Cadeia local: os fluxos internos de materiais de informação entre departamentos, células ou setores de operação.

Existem outras definições para SC, mas para Lummus & Albert (1997) a cadeia de suprimentos é uma rede de entidades na qual o material flui. Essas entidades podem incluir fornecedores, transportadores, fábricas, centros de distribuição, varejistas e clientes finais.

Para Lambert *et al* (1998) *apud* Pires(2009), a estrutura de uma cadeia produtiva tem três dimensões (figura 3):

- a) Estrutura horizontal: definida pelo número de níveis;
- b) Estrutura vertical: definida pelo o número de empresas em cada nível;
- c) Posição da empresa foco: definida pela posição horizontal da empresa foco ao longo da cadeia.

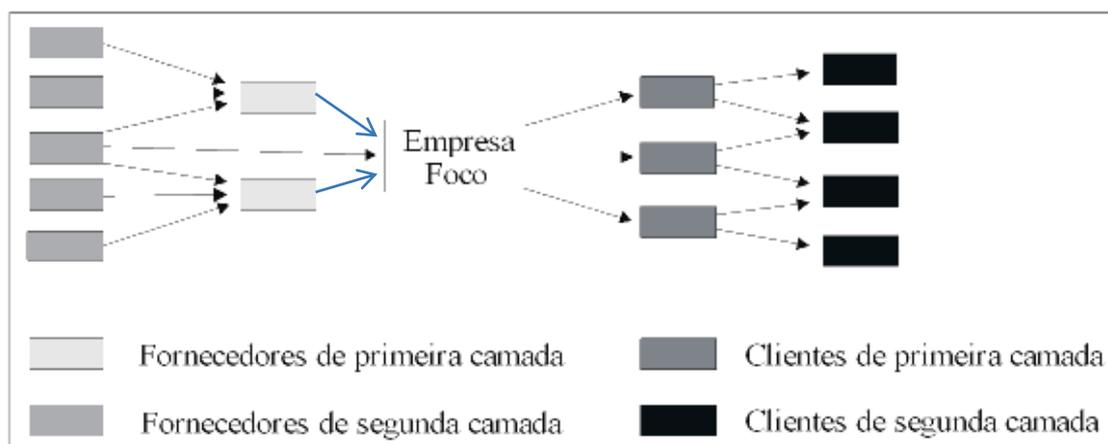


FIGURA 3 – ESTRUTURA DE UMA CADEIA DE SUPRIMENTO GENÉRICA
 Fonte: Adaptada de Lambert *et al* (1998), *apud* Pires (2009).

A empresa foco na SC possui vários fornecedores que estão ligados diretamente a ela (*first tier suppliers*), os outros fornecedores, desses fornecedores (*second tier suppliers*) e assim por diante. Para tanto existem duas definições básicas dos

relacionamentos com a empresa foco, seguindo à montante (*upstream*), sentido de seus fornecedores e seguindo a jusante (*downstream*), sentido do cliente final (PIRES, 2009).

Dimensiona-se, portanto, a competência quanto aos quesitos de tempo (agilização dos processos físicos), confiabilidade (obediência a prazos) e flexibilidade (rapidez em mudanças quando necessárias). Estas competências, por sua vez, demandam um bom desempenho operacional nos processos que, por outro lado, dependem prioritariamente da coordenação destas operações (ALVES, 1998).

Segundo Ching *et al.*, (1996), apud (ALVES, 1998), grande parte da atividade de coordenação ocorre no nível operacional das transações, envolvendo tomadas de decisões importantes baseadas em informação de nível tático e estratégico dos parceiros comerciais.

Para uma melhor nitidez entre os parceiros, a representação em forma de rede mapeia a autêntica complexidade de uma cadeia, embora não exista ainda uma ferramenta definida para uso de sua reprodução. Essa diversidade leva a uma necessidade de se padronizar a representação para facilitar a compreensão e diminuir a dificuldade de expressar as redes graficamente (GARDNER & COOPER, 2003).

Segundo Carvalho e Paladine (2005), a representação gráfica tem como finalidade promover o entendimento e facilitar o aprendizado aos que procuram entender o objeto de análise. Tendo então a configuração estudada, visualizada em três cortes, o primeiro representando as empresas integrantes da configuração, o segundo as operações técnicas desempenhadas por cada firma, e por último, o tipo de transação comercial ocorrida, conforme ilustrado na Figura 4:

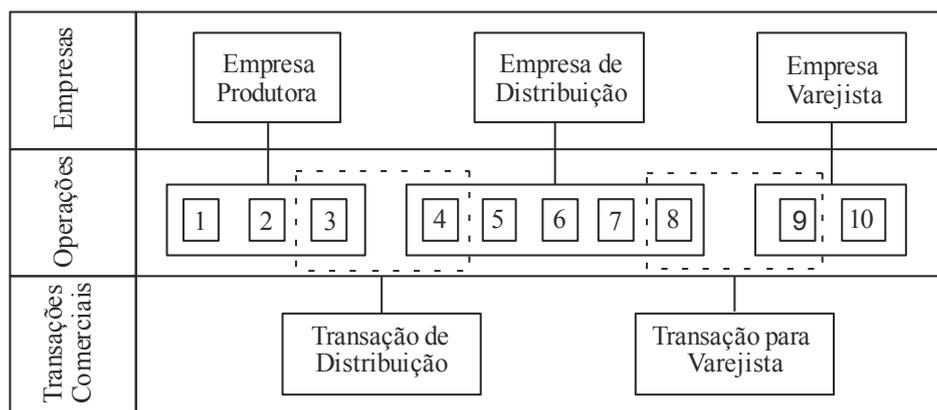


FIGURA 4 – MODELO HIPOTÉTICO DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE CADEIA DE SUPRIMENTO

Fonte: Carvalho e Paladine (2005)

De acordo com as várias definições e representações da SC, chega-se a um consenso que ela é a somatória ou a interação de diversas cadeias ou de diversas empresas, sendo que estas empresas podem ser organizadas em redes¹, *clusters*² ou cadeias³, emergindo assim a problemática de gestão não do conjunto de empresas, mas das principais funções necessárias à transformação da matéria-prima em produto final a ser disponibilizado ao mercado, pelo menor custo e atendendo às demais expectativas deste mercado. Sendo assim, é necessário aprimorar o gerenciamento integrado de funções como compras, armazenamento, produção, transporte e distribuição, que moldam o conceito de Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (GUSMÃO, 2004).

1.3 GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS (*SUPPLY CHAIN MANAGEMENT* - SCM)

O desenvolvimento atual do gerenciamento da cadeia de produção no Brasil, de forma geral, reflete o conhecido nível de heterogeneidade, em termos de atualização tecnológica e gerencial, das empresas industriais que operam no país (PIRES, 2009).

¹ Redes – união de empresas ou instituições que tem objetivos em comum (BALESTRIN & VERSCHOORE, 2008).

² *Clusters* – aglomeração territorial de empresas com características similares (BALESTRIN & VERSCHOORE, 2008).

³ Cadeias – conjunto de etapas consecutivas pelas quais vão sendo transformados e transferidos os diversos insumos, em ciclos de produção, distribuição e comercialização de bens e serviços (BALESTRIN & VERSCHOORE, 2008).

Existem diversas definições de *Supply Chain Management* (SCM), praticamente todas complementares e concebidas sob a perspectiva e *background* de seus autores. A SCM é claramente multifuncional e abrange interesses de diversas áreas tradicionais das empresas brasileiras. Por essa perspectiva pode-se considerar a SCM como uma área contemporânea que, certamente, tem mais de uma origem (PIRES, 2009).

A Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS) surgiu na literatura de economia e administração na procura de uma disposição estratégica, no sentido de produzir respostas mais breves às oportunidades de negócios, otimizando a organização entre os elos da cadeia de produção, com a finalidade de expandir a noção de cadeia de produção (RODRIGUES & SANTINI, 2004).

GCS é uma forma integrada de planejar, controlar e otimizar o fluxo de bens ou produtos, informações e recursos, desde os fornecedores até o cliente final, administrando as relações de logística na Cadeia de Suprimentos, que representa uma rede de organizações ligadas nos dois sentidos, e os diferentes processos e atividades que produzem valor na forma de produtos e serviços que são postos nas mãos do consumidor final (RODRIGUES & SANTINI, 2004).

Para Lambert e Cooper (2000), a GCS é a integração de processos de um negócio, tendo como ponto de partida o consumidor final até os fornecedores iniciais da cadeia desses produtos, informações e serviços, sendo que acrescentem valor para o comprador.

Considerando que a SCM é uma área multifuncional, o seu escopo abrange três linhas: 1) processos de negócios – representa o porquê da existência e a finalidade principal; 2) tecnologia, iniciativa, prática e sistemas – representa os meios atuais e inovadores que viabilizam a execução dos processos de negócios chaves na SCM e; 3) organização e pessoas – representa as transformações em termos de estrutura organizacional e de capacitação da empresa e de seus colaboradores para que o modelo gerencial de SCM possa ser de fato entendido, viabilizado e implementado (PIRES, 2009).

O conceito da SCM é dividido em intra-organizacional e inter-organizacional.

Segundo YOSHIZAKI (1999), apud RODRIGUES e SANTINI (2004):

Intra-organizacional, o SCM envolve tanto as operações de logística como as de manufatura, ou seja, seria o mesmo que integrar logística com manufatura (produção) dentro de uma única organização. E a visão interorganizacional, o SCM, além de desenvolver a visão intra-organizacional, necessita selecionar e organizar parcerias que aceitem o desafio do trabalho integrado, permitindo a integração mútua das organizações e propiciando, no final da cadeia produtiva, a satisfação do cliente final.

O fluxo de bens/produtos, informações e recursos, que vai desde o fornecedor até o consumidor final, e a conexão do planejamento, controle e a otimização deste resume-se em SCM, integrando a logística na SC, ligado nos dois sentidos, e os diferentes processos e atividades que produzem valor na forma de produtos e serviços, que são postos nas mãos do consumidor final (RODRIGUES & SANTINI, 2007).

Segundo Moellmann (2009), a SCM pode também ser definida como duas ou mais empresas independentes trabalhando juntamente para alinhar seus processos de suprimentos, objetivando a geração de benefícios não só aos clientes finais, mas para todos os envolvidos, pois se espera um retorno maior quando se trabalha em conjunto, o que não ocorreria se trabalhassem individualmente.

Para Fusco (2007):

As empresas perceberam a necessidade de competitividade, estimulando o surgimento de um novo modelo empresarial denominado empresa-rede que é caracterizado pela coordenação de atividades entre empresas, que apesar de independentes, atuam estrategicamente alinhadas e os agentes envolvidos consideram a importância do foco nas competências centrais, habilidade de participar simultaneamente em mais de um sistema de criação de valor e assegurar conexões orgânicas com outros agentes econômicos participantes do sistema de criação de valor.

A cadeia de valor de uma empresa, conceituada por Porter (1986), é uma ferramenta para identificar ligações e interdependência entre clientes, fornecedores e intermediários ao longo da cadeia de fornecimento ou rede de valores. O ganho fundamental é a capacidade em analisar as ligações (*linkages*) e verificar os benefícios que os clientes terão e como isso pode se converter em uma vantagem competitiva. A cadeia de fornecimento exige análise de todas as empresas e parceiros dentro da rede de operações.

Considerando uma visão industrial, ferramentas importantes que auxiliam a SCM são os Sistemas de Informações (SIs), ligados diretamente à Tecnologia da Informação (TI), que por sua vez é apresentada por meio de *softwares* que possibilitam às empresas “... falarem entre si a mesma língua” (RODRIGUES & SANTINI, 2004).

De acordo com Fusco (2004), a teoria da cadeia de fornecimento pode se estender para a análise de redes empresariais, buscando identificar as fontes específicas de vantagens competitivas e como elas podem ser justificadas em relação ao valor que criam para os clientes, através da relação causa-efeito entre os objetivos estratégicos estabelecidos entre as empresas das redes e as necessidades, em termos de valor, para satisfazerem aos clientes.

A divisão do trabalho no interior das redes baseia-se na geração de economias de especialização na produção de insumos, partes e componentes, visando reduzir os custos de produção e facilitando as adaptações requeridas por uma demanda volátil. Os ganhos técnico-produtivos estão associados à redução de custos e à possibilidade de flexibilidade produtiva decorrente da possibilidade de se ajustar a logística de operação da rede em função do comportamento sazonal do mercado (KUPFER e HASENCLEVER, 2002).

Para Simatupang *et al.* (2004) *apud* Moellmann (2009):

(...) as empresas colaboradoras dividem as responsabilidades e os benefícios por estabelecerem um grau de cooperação com seus parceiros predecessores e sucessores, com o objetivo de criar uma vantagem competitiva através de mecanismos como o aumento de acesso ao mercado, melhores fontes de materiais e custo-efetivo de transporte.

A seguir são apresentados, segundo Alves e Bianchini (2003), os principais pressupostos de Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos mencionados na literatura. Opta-se aqui, por agrupá-los em quatro subconjuntos, relacionados respectivamente:

- a) Ao ambiente competitivo - A competição deve ocorrer entre cadeias e não mais entre empresas isoladas;

- b) Ao alinhamento estratégico das organizações e à repartição de ganhos - Os benefícios devem ser distribuídos a todos os integrantes da cadeia. Não deve haver, na cadeia, empresas vencedoras e empresas perdedoras;
- c) À estrutura da cadeia - Os fornecedores devem estar organizados hierarquicamente, com um número relativamente pequeno de fornecedores em cada nível da cadeia;
- d) Às relações entre as empresas - As relações entre empresas devem ser cooperativas e de longo prazo.

1.3.1 Gestão da Cadeia de Suprimentos e a Logística

Os fundamentos da SCM muitas das vezes são confundidos com a Logística, sendo esta um processo relevante a SCM. O sucesso de qualquer arranjo operacional numa Cadeia de Suprimentos estaria diretamente relacionado ao componente logístico. Esta seria, provavelmente, a principal razão para a confusão no meio acadêmico e empresarial sobre os termos SCM e Logística (FIGUEIREDO, 2009).

Com intuito de esclarecer a comum confusão, o *Council of Logistic Management* (CLM), modificou a definição de Logística para indicar que ela é um subconjunto da SCM e que os dois termos não são sinônimos (PIRES, 2009). Ou seja, a logística é responsável pelo planejamento, implementação e controle, de modo eficiente e eficaz, do fluxo e armazenagem de produtos (bens e serviços) e informações relacionadas, do ponto de origem até o ponto de consumo, com vistas ao atendimento das necessidades do cliente.

E a SCM, é apresentada e fundamentada em 1998 pelo *Global Supply Chain Forum*, em seu entendimento a partir de um conjunto de processos integrados.

Segundo Figueiredo, Fleury e Wanke (2009):

(...) a SCM consiste na integração dos principais processos de negócio a partir do consumidor final para o fornecedor inicial de produtos, serviços e informações que adicionam o valor. O SCM seria, portanto, uma tarefa substancial mais complexa que a gerência logística do fluxo de produtos, serviços e informações relacionadas do ponto de origem para o ponto de consumo.

É importante lembrar que, apesar de seu crescimento nas últimas décadas, de forma resumida os processos logísticos continuam sendo divididos em dois grandes componentes: 1) gestão dos estoques, incluindo a armazenagem; e 2) movimentação física e transporte dos materiais (PIRES, 2009).

A logística é, portanto objeto da SC, os relacionamentos existentes entre a produção e o consumidor final, do estoque de produtos e serviços, são implementados através do planejamento, controle e a eficiência do fluxo (FIGUEIREDO; FLEURY & WANKE, 2009).

Para melhor entendimento, a Figura 5 mostra que é possível estabelecer os níveis ou espaços de análise dos conceitos:

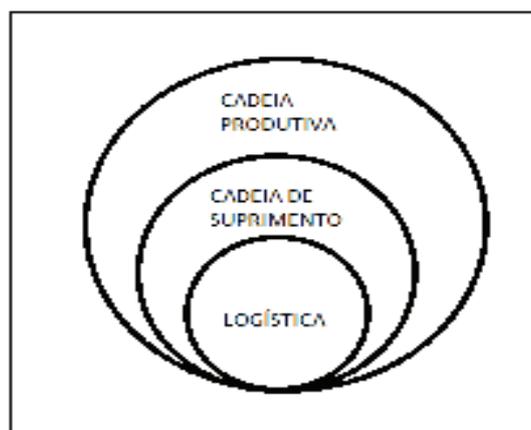


FIGURA 5 – NÍVEIS DE ANÁLISE DOS CONCEITOS DE LOGÍSTICA, CADEIA DE SUPRIMENTO E CADEIA PRODUTIVA

Fonte: Gusmão (2004)

Na figura 5, pode-se verificar que a cadeia produtiva engloba todas as etapas do processo de transformação, ou seja, uma várias empresas que atuam em cada etapa. Enquanto a cadeia de suprimento está focada em um negócio específico de uma determinada empresa (empresa-foco), e a logística está contida dentro da cadeia de suprimento, as duas juntas estão contidas na cadeia produtiva.

O fluxo de produtos e serviços é gerenciado conforme os princípios básicos da SCM, em atividades integradas propiciando uma visão globalizada da SC, ou seja, as

empresas ou os agentes participantes atuam em conjunto no tratamento dos problemas logísticos, de forma estratégica, sem limites das ligações das cadeias (GUSMÃO).

Conforme Ballou (2001), “Serviço ao cliente é um termo amplo que pode incluir muitos elementos, da disponibilidade do produto à manutenção pós-venda. Na perspectiva do SCM, é o resultado de todas as atividades logísticas ou do processo da SC”.

1.4 CADEIA DE PRODUÇÃO DO ETANOL

O setor produtivo sucroenergético influencia diretamente as questões econômicas e sociais do Brasil. O etanol emprega vinte vezes mais mão-de-obra por litro produzido do que o combustível fóssil e alternativas energéticas como o hidrogênio e a eletricidade, contribuindo para a geração de empregos. Em 2010, o número de usinas de etanol instaladas no Estado de Goiás chegou a 58 empreendimentos, (UDOP, 2010); (SIFAEG, 2010).

A cadeia produtiva da cana-de-açúcar no Brasil é bastante estruturada. O Brasil é o único país do mundo que domina todos os estágios da tecnologia de produção de etanol. Na figura 6 é apresentado os principais produtores de etanol do mundo.

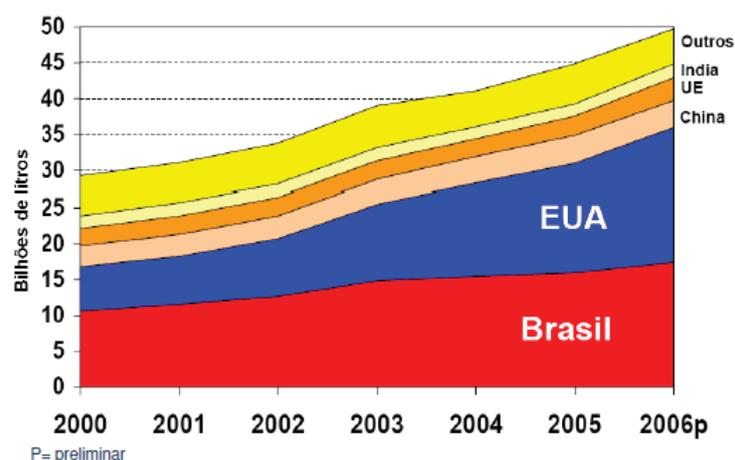


FIGURA 6 – PRINCIPAIS PRODUTORES DE ETANOL
Fonte: F.O. LICHT, UNICA, CARD., apud Rodrigues 2007.

Segundo Almeida, Vargas e Inácio (2007):

(...) o agronegócio da cana-de-açúcar compõe-se de elos geradores de várias oportunidades de negócios: produção da cana-de-açúcar, processamento de açúcar, álcool, e produtos

derivados de subprodutos, dentre outros. A produção de etanol se mostra como uma das mais atraentes oportunidades dentro do setor. A busca por fontes de energias renováveis, objetivando a reestruturação da matriz energética mundial, vem fazendo com que a produção de etanol cresça expressivamente.

O setor sucroenergético espera continuar coordenando as cadeias de suprimentos de seus produtos, antes garantida por regulamentação governamental e agora sob arranjos contratuais. Observa-se um rearranjo do segmento industrial com plataformas para defesa de seus interesses, com a criação de entidade única representando as unidades industriais (UNICA), criação de instâncias para o exercício de uma atividade nova: a negociação de seus produtos e desenvolvimento de parcerias para assegurar melhor desempenho operacional e logístico nas suas atividades na Cadeia de Suprimentos (ALVES, 1998).

As cadeias produtivas do etanol são compostas por várias operações complexas aliadas à técnica e ao nivelamento da produção. Diversos fatores estão presentes na cadeia de produção do etanol, interferindo diretamente no desempenho econômico, na eficiência e na sustentabilidade do setor.

A cana-de-açúcar é o insumo básico de uma ampla variedade de produtos agregados que produzem o etanol, representando um importante elo desta cadeia produtiva, conforme representado na Figura 7:

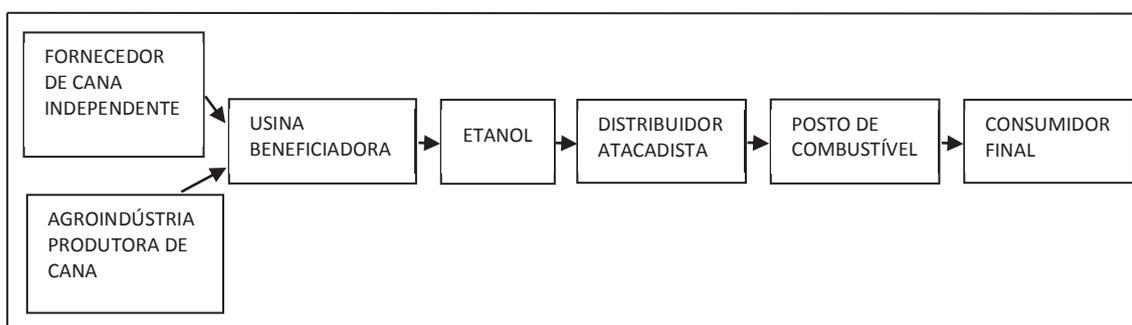


FIGURA 7 – CADEIA PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DO ETANOL

Fonte: Adaptado de Sabadin & Gonçalves (2005) apud Almeida, Vargas & Inácio (2007)

Uma boa percepção das organizações permite representar os elos da cadeia de produção a respeito da estrutura do sistema, em face de visão das relações imediatas que

envolvem tanto os processos agrícolas e industriais, fornecedores-clientes que ligam empresas desde a fonte inicial de matéria-prima até o ponto de consumo do produto acabado (PIRES, 2009).

Entendem-se como processos agrícolas os processos produtivos desde o arrendamento de terras até a colheita e transporte da matéria-prima. E processos industriais como a transformação da cana-de-açúcar em etanol e sua posterior distribuição até os pontos de consumo final. Além de todos os elos da produção, cabe inserir na problemática da cadeia de produção do etanol a mão-de-obra envolvida nas diversas fases do processo produtivo.

O processo de distribuição, principalmente do álcool, sofreu transformações após desregulamentação do setor. Até o início da década de 1990 o governo regulava a política de preços para o setor e havia somente sete grandes empresas distribuidoras, com as quais as usinas comercializavam. Estima-se que atualmente este número ultrapasse a casa dos duzentos (ALMEIDA, VARGAS & INÁCIO, 2007).

Na figura 8, está representado o ciclo de produção do etanol, ou seja, a estrutura de sua cadeia produtiva:



FIGURA 8 – CICLO DE PRODUÇÃO DO ETANOL
Fonte: SIFAEG (2010)

O Ciclo de Produção do Etanol é composto por várias etapas de transformação da matéria-prima (cana-de-açúcar) em etanol, açúcar, álcool em gel e óleo fuzel. Os

subprodutos e ou resíduos da industrialização são reaproveitados tanto na industrialização de novos produtos ou geração de energia, podendo ser retornadas para a natureza em forma de fertilizantes.

Alguns fatores relacionados à colheita, carregamento e transporte comprometem a qualidade do produto final, tais como:

- a) Queima antecipada da cana-de-açúcar (no caso de queima pré-colheita);
- b) Corte tardio após a queimada;
- c) Cana cortada, aguardando carregamento por mais de 24 horas;
- d) Excesso de matéria estranha no carregamento;
- e) Pisoteio ou destruição das soqueiras pelos empregados ou máquinas de corte, carregamento e transporte.

Analisando os principais fatores da cadeia do etanol, pode-se afirmar que existem dois tipos de fatores na produção agrícola: a própria usina ou um produtor independente. A usina pode produzir em terras próprias ou arrendar terras vizinhas à sua para a produção de cana. A verticalização das usinas é um fato comum no Brasil. No caso do produtor independente, o plantio da cana é feito em suas próprias propriedades, podendo ter ou não vínculo contratual (ALMEIDA, VARGAS & INÁCIO, 2007).

Na cadeia produtiva do etanol, identificam-se como principais etapas: o plantio, a colheita, o transporte e a preparação da cana-de-açúcar, a obtenção do substrato para fermentação, a fermentação e a destilação. Dentro de cada uma, há etapas menores como: melhoramento de plantas, desenvolvimento de praguicidas específicos para a cultura e desenvolvimento de novos micro-organismos e enzimas para os processos de fermentação (CORTEZ, 2010).

O transporte envolve a condução da cana-de-açúcar do campo até a área industrial onde será processada, a qual faz parte o sistema CCT - corte/carregamento/ transporte. No Brasil, o transporte é predominantemente realizado com o emprego do

modal rodoviário. Os caminhões carregam cana inteira ou picada, dependendo do sistema de colheita utilizado.

Considera-se como logística no setor sucroenergético a gestão dos equipamentos, recursos humanos e informações necessárias para disponibilizar no pátio da indústria a matéria-prima produzida no campo, com vazão máxima uniforme, utilizando a frota de transporte disponível, operando o mais próximo possível de sua capacidade (CORTEZ, 2010).

A logística do transporte abrange diversas atividades, tais como planejamento de corte, o processo de colheita e o sistema de recepção de cana na indústria, além do próprio transporte.

Segundo Cortez (2010):

Durante o período de safra, as usinas sucroenergéticas operam em processo contínuo quando a matéria-prima utilizada é fornecida por módulos operacionais autônomos conhecidos como frentes de colheita. Independentemente do sistema de colheita utilizada, manual ou mecanizado, os módulos são responsáveis pela colheita e carregamento dos colmos nos caminhões e reboques.

1.4.1 *Supply Chain* do Etanol, em Terras Próprias ou Arrendadas

Este modelo é caracterizado pelas usinas de etanol que produzem a sua matéria prima resultando no elo: plantio, em terras próprias ou arrendadas, colheita e transporte da cana-de-açúcar. Ela não tem o elo fornecedor de cana-de-açúcar, conforme representado na Figura 9. As terras utilizadas são arrendadas (contrato comercial de arrendamento), geralmente por aproximadamente cinco anos, podendo ser prorrogável por mais dois anos, isto devido ao ciclo da cana-de-açúcar.

Apesar do custo de coordenação estar inerente a esta configuração de transação é menor a incerteza de se obter matéria-prima de qualidade inferior, assim os resultados são melhores tanto no setor industrial quanto no produto final.

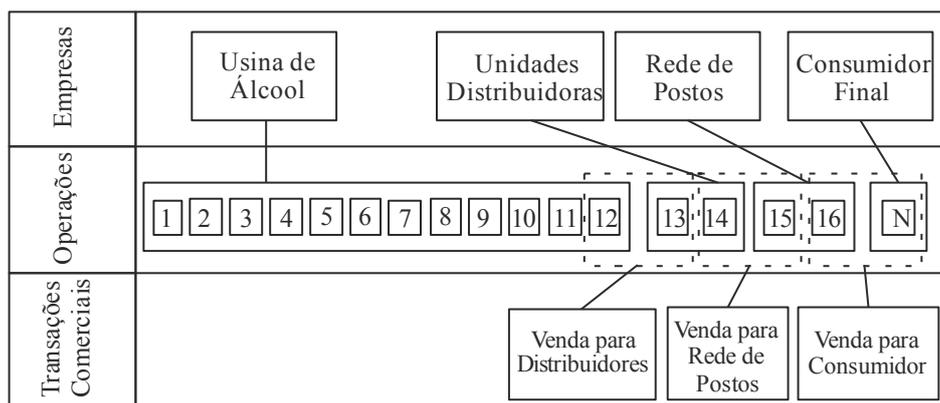


FIGURA 9 – CONFIGURAÇÃO DE TRANSAÇÃO DE CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM TERRAS PRÓPRIAS OU ARRENDADAS
 Fonte: Costa, Carvalho e Thomé (2008)

Segundo Costa, Carvalho e Thomé (2008):

(...) nas configurações de transações encontradas todas elas possuem as mesmas atividades técnicas (figura 9), os elos 1, 2 e 3, a própria usina que é a fornecedora de cana-de-açúcar. Estas atividades técnicas são enumeradas em: 1 - arrendamento ou aquisição das terras; 2 - preparo da terra; 3 - plantio da cana-de-açúcar; 4 - tratos culturais; 5 - colheita; 6 - transporte da matéria prima para a usina de álcool; 7 - recepção; 8 - lavagem; 9 - moagem; 10 - tratamento do Caldo; 11 - destilação; 12 - armazenamento do álcool; 13 - transporte para distribuidoras; 14 - armazenamento/certificação; 15 - transporte para rede de postos; 16 - armazenamentos e venda do álcool combustível e a atividade 17 representa o cliente final, apesar da representação estar na horizontal, mas o modelo da cadeia produtiva do etanol é verticalizado.

1.4.2 Supply Chain do Etanol quando se tem Fornecedores de Cana

A configuração de transação representada na figura 10 é baseada na presença da do elo fornecedor de cana-de-açúcar. O fornecedor de cana produz a matéria prima, ou seja: planta, colhe e transporta a cana-de-açúcar, conforme elos 1, 2 e 3.

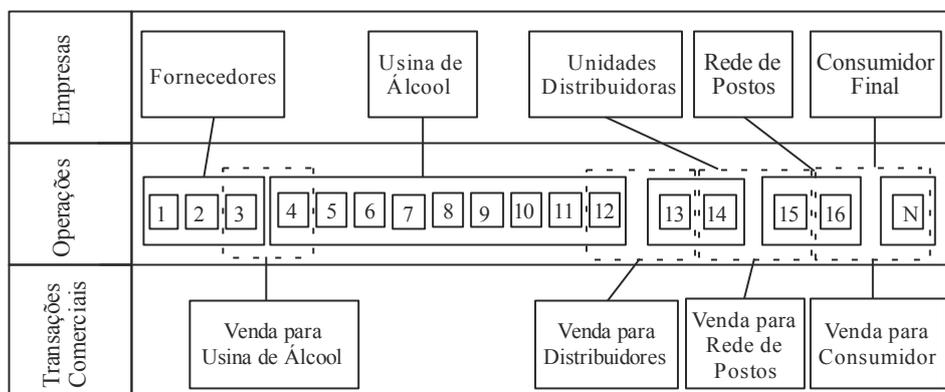


FIGURA 10 – CONFIGURAÇÃO DE TRANSAÇÃO ENVOLVENDO FORNECEDORES DE CANA-DE-AÇÚCAR
 Fonte: (COSTA, CARVALHO & THOMÉ, 2008)

De acordo com a interpretação de Costa, Carvalho & Thomé, (2008)

(...) há um número pulverizado de fornecedores que aumentam significativamente na formalização da transação, na localização dos fornecedores de insumos (1, 2, 3, e outros) e no processo de negociação (figura 10), é elo fornecedor de cana-de-açúcar. A sequência de atividades e transações após a usina de álcool permanece as mesmas, sendo de responsabilidade da empresa de distribuição às atividades 13 e 14, mantendo a mesma estrutura de compra do produto da usina de etanol e nos elos 15 e 16 revenda ao consumidor.

1.5 TEORIA DAS RESTRIÇÕES

A Teoria das Restrições – TOC - foi desenvolvida por pesquisadores israelenses, do qual fazia parte o físico Eliyahu Goldratt, sendo ele o maior divulgador de seus princípios (CORREA & GIANESI, 1993).

A Teoria das Restrições, como é designada, não é um processo otimizador no sentido científico do termo, é uma ferramenta de gestão de produção. Nada garante que, por sua aplicação, se atinjam soluções ótimas, já que a técnica é baseada em uma série de procedimentos heurísticos, muitos dos quais os proprietários dos direitos de exploração do sistema nem mesmo tornaram públicos até o momento (CORREA & GIANESI, 1993).

O processo de pensamento da TOC consiste em um método de identificação, análise e solução de problemas, por meio do qual se procura agir sobre as causas básicas dos problemas. Assim como as restrições, as ações sobre as causas básicas permitem ganhos para a organização como um todo (ALVAREZ, 1996).

Os indicadores de desempenho incluem o ganho, o inventário e despesas operacionais, e as cinco etapas de focalização. As ferramentas do processo de pensamento são importantes à identificação do problema raiz (árvore da realidade atual), à identificação e criação de soluções ganha-ganha (diagrama de dispersão de nuvens e árvore da realidade futura) e para desenvolvimento de implementação (árvore de pré-requisitos e árvore de transição) (COX III & SPENCER, 2002).

A TOC é uma ferramenta com aplicações em diversas áreas de conhecimento e pode auxiliar na avaliação e solução dos diversos tipos de gargalos em sistemas simples e complexos. A abordagem TOC advoga que o objetivo básico das empresas é ganhar dinheiro. Considera também que a manufatura deve contribuir com este objetivo básico através da atuação sobre três elementos: fluxo de materiais passando através da fábrica (*throughput*), estoque (*inventory*) e despesas operacionais (*operating expenses*) (CORRÊA & GENESI, 1993).

A Teoria das Restrições pode ser vista como uma filosofia de administração desenvolvida em três áreas inter-relacionadas: logística, indicadores de desempenho e pensamento lógico. Segundo Goldratt (1993), é como uma nova maneira de resolver problemas busca construir procedimentos lógicos, no uso de ideias estruturadas, através de análises baseadas em relações de causa e efeito, condição necessária para encontrar soluções simples e práticas em conflitos.

1.5.1 Princípios da Teoria das Restrições

A Teoria das Restrições é um sistema de administração da produção que se compõe de pelo menos dois elementos fundamentais: sua filosofia – explicitada por seus nove princípios – e um software proprietário (CORRÊA & GIANESI, 1993).

Os princípios da TOC são:

1. Balanceie o fluxo e não a capacidade;
2. A utilização de um recurso não-gargalo não é determinada por sua disponibilidade, mas por algum outra restrição do sistema (por exemplo, um gargalo);
3. Utilização e ativação de um recurso não são sinônimos;
4. Uma hora ganha num recurso-gargalo é uma hora ganha para o sistema global;
5. Uma hora ganha num recurso não-gargalo não é nada, é só uma miragem;
6. O lote de transferência pode não ser e, frequentemente, não deveria ser, igual ao lote de processamento;
7. O lote de processamento deve ser variável e não fixo;
8. Os gargalos não só determinam o fluxo do sistema todo, mas também definem seus estoques;
9. A programação de atividades e a capacidade produtiva devem ser consideradas simultaneamente e não sequencialmente. *Lead-times* são um resultado da programação e não podem ser assumidos a priori.

A aplicação de alguns destes princípios pode auxiliar o processo de tomada de decisão e até certo ponto, rescindir do uso do software “proprietário” (CORRÊA & GIANESI, 1993). Este software não é público, onde poucas empresas tem o direito de comercialização e seu valor é bastante alto.

Segundo Corrêa & Gianesi (1993), o software existem dois módulos: módulo OPT – que programa o recurso restritivo crítico (RRC) e o módulo SERVE – que programa o não recurso restritivo crítico (NÃO-RRC).

1.5.2 Programação Tambor-Pulmão-Corda (TPC)

Segundo Goldratt, “*A meta de uma organização é ganhar mais dinheiro hoje e no futuro*”, aos gargalos e as restrições: “*a manufatura deve ser sincronizada*”; a programação da produção: “*método tambor-pulmão-corda (TPC)*”.

A TOC sugere uma metodologia para planejamento e controle da produção denominada Tambor-Pulmão-Corda (TPC), do inglês *Drum-Buffer-Rope* (DBR). Onde o tambor impõem o ritmo e o volume de produção do sistema, o pulmão é o estoque protetor e a corda representa a sincronização entre a necessidade de chegada de materiais no estoque protetor e admissão de matérias-primas no sistema (CORRÊA & GIANESI, 1993).

Segundo Umble & Srikanth (2001) *apud* SOUZA (2005):

(...) a maneira TPC de programar a produção parte do pressuposto de que existem apenas alguns poucos recursos com restrição de capacidade (RRCs) que irão impor o índice de produção da fábrica inteira (Tambor). Para garantir que a produção do RRC não seja interrompida por falta de peça, cria-se na frente dele um inventário que o protegerá contra as principais interrupções que possam ocorrer dentro de um intervalo predeterminado de tempo (Pulmão de Tempo). Com o objetivo de impedir que haja um aumento desnecessário nos níveis de estoque em processo, o material é liberado para a fábrica no mesmo ritmo com que o recurso restritivo o consome (Corda), mas com uma defasagem no tempo equivalente ao pulmão de tempo estabelecido.

Esta programação é de simples compreensão quando se esclarece o significado de cada elemento:

- a) Tambor: recurso mais sensível do sistema; é ele que marca o ritmo da produção (MOELLMANN, 2009);

- b) Pulmão: é utilizado contra as incertezas, permitindo ao mesmo poder maximizar e sustentar o ganho e/ou o desempenho dos prazos de entrega (COX & BLACKSTONE, 1995);
- c) Corda: é representada por estrutura responsável pela capacidade produtiva.

Segundo Souza (2005):

A TOC vem procurando demonstrar e convencer as comunidades acadêmicas e empresariais de que sua proposta para programação e controle da produção, denominada de Tambor-Pulmão-Corda (TPC), pode alcançar excelentes resultados práticos mesmo quando sua implementação não vem acompanhada por um sistema computacional especializado em programação da produção baseada na capacidade limitada dos recursos, como o OPT. A despeito deste fato, de alta relevância, algumas situações particulares quase que impõem o apoio de um sistema computacional. Fábricas muito balanceadas, onde pequenas oscilações no *mix* de produtos levam a alterações na localização dos recursos gargalos, são exemplos de situações que tornam imperativo o uso de um sistema computacional especialista.

Portanto, pode-se verificar que a programação TPC é responsável pela sincronização da produção, possibilitando a verificação antecipada de onde, ou em qual elo poderá ocorrer atrasos da produção.

1.5.3 Tipos de Recursos

Conforme Alvarez (1996), o processo de pensamento do TOC consiste em um método de identificação, análise e solução de problemas, objetivando localizar e agir sobre a causa básica dos problemas.

As restrições e as atuações nas causas básicas permitem resultados positivos para o SP. Para isso, utiliza-se o processo de focalização da Teoria das Restrições composta de cinco etapas, a saber: identificar, subordinar, explorar, elevar as restrições (GOLDRATT, 1992).

Segundo Corrêa & Giansesi (1993):

Filosofia OPT depende basicamente da identificação dos recursos-gargalos. Isto nem sempre é fácil de fazer, já que muitos fatores podem contribuir para mascarar gargalos verdadeiros, como lotes excessivos, práticas tradicionais na produção, entre outros. Se o gargalo for erradamente identificado, o desempenho do sistema fica comprometido. Também pode haver o caso de o gargalo de uma fábrica ser errante, ou seja, variar de recurso, conforme o *mix* de produção. Embora este não seja o caso usual, a ocorrência de gargalo errante pode comprometer os resultados do sistema.

De acordo com Santos *et al* (2005), apud Granados E Souza (2003), restrição é

qualquer fator que funciona como um entrave para que se alcance um desempenho satisfatório em relação à meta estabelecida. Fazendo-se analogia a uma corrente, restrição seria o elo mais fraco. Costuma-se trazer, por definição, que “todo sistema possui, pelo menos, uma restrição, ou que toda corrente possui sempre um elo mais fraco”.

Santos *et al* (2006) definem:

(...) dois tipos de restrição: a primeira, física, ou seja, restrição de recurso, que engloba mercado, fornecedor, máquinas, materiais, pedido, projeto e pessoas, sendo um gargalo um caso particular de restrição que tem capacidade insuficiente. A segunda é a restrição de política que é formada por normas, procedimentos e práticas usuais do passado, que restringe a empresa de aumentar seus lucros.

Este recurso gargalo pode aqui ser entendido como qualquer elemento necessário ao desenvolvimento de um produto: como pessoas, equipamentos, dispositivos, instrumentos de medição, espaço e outros. Sendo que o recurso gargalo está sempre ocupado e o não-gargalo não é apontado pela sua disponibilidade, não restringindo a atuação do sistema.

Para a TOC, aumentar o ganho significa explorar as restrições do sistema (ou da SC, neste caso). Ainda que agregar valor ao produto de forma a poder negociar melhores preços aos clientes seja uma forma de aumentar o ganho, para a TOC está longe de ser a última. Algumas soluções logísticas propostas pela TOC procuram, justamente, o alcance deste objetivo (SOUZA, 2005).

A teoria das restrições consiste basicamente no gerenciamento das restrições, e desde seu surgimento, tem se expandido em diversas questões gerenciais. Observa-se que os conceitos do OPT são amplamente discutidos na gestão da produção (SIKILERO, RODRIGUES & LACERDA, 2008).

Este gerenciamento da restrição ou restrições no nível de organização se concentra em cinco etapas: 1) identificar a restrição; 2) explorar a restrição; 3) subordinar ao resto do sistema para as decisões feitas acima; 4) elevar a restrição e 5)

voltar para a etapa 1, incentivando o seguimento dos procedimentos de melhoria contínua (COX III & SPENSER, 2002).

Esta, por sua vez mostra que toda organização foi criada com um propósito, compreende mais de uma pessoa e requer os esforços sincronizados destas pessoas, uma vez que a contribuição de um elo depende e muito do desempenho dos outros elos, não podendo ignorar-se o fato de que as organizações não são apenas pilhas de elos diferentes; os elos devem ser vistos como uma corrente (GOLDRATT, 1997).

O elo restritivo pode limitar a produção, devendo ser gerenciado numa nova abordagem que planeja, controla a produção e a venda de produtos e serviços, reconhecendo-se o poderoso papel que a restrição desempenha na determinação da saída do sistema de produção como um todo. As melhorias são percebidas de forma imediata pelos gestores por meio dos resultados obtidos (COX III & SPENSER, 2002).

1.6 TEORIA DAS RESTRIÇÕES NA GESTÃO DA CADEIA DE PRODUÇÃO

As ferramentas gerenciais podem melhorar o desempenho e a competitividade das organizações, quando aproveitadas para resolver os problemas. No entanto, é necessário que o nível de análise seja ampliado, passando da empresa individual para o conjunto de empresas que constitui uma cadeia de produção (GUSMÃO, 2004).

A gestão de uma SC é a ampliação da administração de uma empresa, tendo como meta: “Ganhar mais dinheiro hoje e no futuro” (GOLDRATT & COX, 1993).

Existem alguns conceitos da *TOC* que são concernentes à SCM (SIKILERO, RODRIGUES & LACERDA, 2008), a saber:

- a) Enfoque da *TOC* para Planejamento e Controle de Produção (PCP): segundo Kendall (2007), *apud* Sikilero, Rodrigues e Lacerda (2008), o método TPC, é a solução logística da *TOC* para PCP, sendo esta uma técnica de sincronização dos processos produtivos e de requisitar os materiais necessários à CS;
- b) Enfoque da *TOC* para a medição de desempenho do SCM: para que a CS haja como uma única unidade é preciso que os clientes e/ou fornecedores sigam a programação sugerida;

c) Enfoque da TOC para a Gestão de Estoques (custos, nível e localização) e Nível de Serviço do GCS: uma adequada formulação logística, da *TOC*, segundo Goldratt (2005, *apud* Souza *et al.*, 2006), deve resolver o dilema de redução de custos, o que implica em manter baixos níveis de estoque em todos canais de distribuição da CS. Para que este conflito seja evaporado, Goldratt (2005, *apud* Souza *et al.*, 2006) sugere que se entenda dois fatores logísticos essenciais a CS, que são: *Lead Time* de Reabastecimento (LTR) e variabilidades na duração do LTR e da demanda ao longo do LTR.

A gestão de uma Cadeia de Suprimentos é uma extensão lógica da gestão de uma fábrica e, portanto, deve ter o mesmo objetivo: maximizar a satisfação dos clientes e acionistas por meio da excelência na entrega e na capacidade de resposta às necessidades dos consumidores, maximizando o ganho a um mínimo de inventário e despesas operacionais (SOUZA, 2000).

Na prática, tais objetivos são perseguidos com a utilização dos usuais métodos quantitativos de gestão, envolvendo as funções objetivas primordiais, a minimização de custos operacionais e a maximização da lucratividade na cadeia. Estes algoritmos, em geral, estão apoiados na teoria das restrições (TOC) (AKABENE e FARIAS, 2005).

A TOC é reconhecida como uma ferramenta de caráter gerencial e sistêmica, porque se propõe a atuar não sobre funções ou processos empresariais, mas sobre o sistema empresarial. Este caráter sistêmico permite perceber o potencial de aplicação.

Para Goldratt, Schragenheim e Ptak (2000), as empresas competem cada vez mais em nível de Cadeia de Suprimentos e, para serem competitivas, precisam olhar para fora dos limites da empresa, ou seja, para toda a Cadeia de Suprimentos, pois em cada elo da cadeia interna está a chave para um bom desempenho da SC.

Segundo Umble e Umble (2002) *apud* (SOUZA, 2005):

(...) a TOC propõe um modelo bastante eficiente para distribuição de produtos em SC. Neste modelo de distribuição, a restrição é o próprio sistema logístico, o qual consiste de todas as regras de produção, ordenamento de políticas e estratégias de inventário. Isto é, a maneira como o inventário é distribuído e reabastecido por toda a cadeia é o que limita o desempenho do sistema. Neste sentido, a abordagem da TOC é fortalecer a SC ao estabelecer regras e procedimentos organizacionais em todos os elos da cadeia.

Neste contexto, procura-se aplicar a TOC no campo das SCM, onde foi ordenado um traçado conceitual para a utilização dos conceitos fundamentais da TOC, objetivando identificar e analisar as restrições em SC.

Na Cadeia de Suprimentos, a logística de guerra, gargalos estratégicos e operacionais representam muitas vezes um “elo perdido”. Assim, o gerenciamento do fluxo deve estar à luz da parceria entre o consumo e a demanda (AKABENE e FARIAS, 2005).

Dentre as vantagens identificadas na possível utilização das técnicas da *TOC* no SCM, podem-se destacar dois pontos: 1) a “simplicidade” e 2) a forma como busca proteger a cadeia logística das “variabilidades”. Estes aspectos são destacados devido à forma racional como as soluções lógicas de utilização da *TOC* encaram os problemas de melhoria no nível de serviço, na redução de custos e na medição de desempenho (SIKILERO, RODRIGUES & LACERDA, 2008).

Vários conceitos do OPT são respectivos ao SCM apresentado a seguir. A partir de estudos teóricos pode-se fazer uma correlação entre os elementos relevantes da SCM e do OPT, conforme Quadro 1:

QUADRO 1 - CORRELAÇÃO ENTRE OS ELEMENTOS RELEVANTES DA SCM E DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES

Gestão da Cadeia de Suprimentos (SCM)	Teoria das Restrições (OPT)
<p>Objetivos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução de desperdícios; ▪ Diminuição dos tempos de atendimento, produção, etc.; ▪ Respostas mais flexível; ▪ Redução dos custos unitários; ▪ Pensamento sistêmico; ▪ Integração funcional. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ganhar dinheiro; ▪ Aumenta o fluxo; ▪ Redução dos estoques; ▪ Diminuição das despesas; ▪ Pensamento sistêmico; ▪ Integração funcional.
<p>Benefícios ao cliente</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Melhoria da qualidade do produto/serviço; ▪ Melhoria na pontualidade do atendimento; ▪ Melhoria na flexibilidade do atendimento; ▪ Aumento do valor do produto/serviço. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Melhoria continua dos produtos/serviços; ▪ Penaliza os atrasos na entrega; ▪ Maximizar o fluxo de produtos.
<p>Benefícios financeiros</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Altas margens de lucros; ▪ Melhoria dos fluxos de caixas; ▪ Crescimentos das receitas; ▪ Altos retornos sobre os ativos; ▪ Contabilidade de custo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ganhar mais dinheiro; ▪ Contabilidade de ganhos.

Continuação

Gestão da Cadeia de Suprimentos (SCM)	Teoria das Restrições (OPT)
<p>Melhorias geradas</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Inovações em produtos e processos; ▪ Gerenciamento de parcerias; ▪ Fluxos de informação; ▪ Criação de ameaças de produtos e processos substitutos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução de estoques e lead time; ▪ Flexibilidade do sistema produtivo; ▪ Contribui para melhor atendimento e a busca de novas soluções; ▪ Sincronização da produção.

Fonte: adaptada de Brewer e Speh (2001)

A aplicação da TOC no contexto da SCM requer uma abordagem colaborativa, orientada pelos fundamentos teóricos com a realidade de cada empresa produtora de etanol. Para enfrentar este desafio é importante identificar primeiramente os obstáculos, que são as restrições responsáveis por determinar o desempenho do sistema como um todo.

Ao identificar uma organização como uma cadeia de atividades, processos, serviços e recursos, resumem-se em uma variedade de eventos de produção que são transformados em bens e serviços que, quando comercializados se tornam o *throughput* (taxa de transferência).

1.7 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS SOBRE A REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os aspectos abordados mostram as correlações existentes, quando se compara os princípios e visão da TOC com SCM e a avaliação de desempenho em cadeias de suprimentos. Pode-se a partir do que foi apresentado, concluir que a TOC sugere em muitos aspectos complementar as formas habituais de gerenciar os processos e elementos essenciais da SCM.

De forma geral, o gerenciamento das restrições no SCM é compreendido pela administração da Cadeia de Suprimentos focalizada no mercado (a restrição), através do emprego da lógica e das ferramentas da TOC (MOELLMANN, 2009).

No entanto, é indispensável notar que a TOC busca, a partir de uma abordagem fundamentalmente sistemática de gestão de negócios, viabilizar um dos conceitos básicos da SCM, que efetivamente compreende em gerenciar cadeias de suprimentos, modelo de negócios, com finalidade de se integrar e avaliar as referências particulares.

Segundo Simatupang (2004) *apud* Moellmann (2009):

(...) não se tem publicação de casos concretos onde se tenha praticado a integração fundamentos da TOC na SCM. Mas o grande paradigma a ser quebrado para se garantir a eficácia da implementação é se a regra tradicional diz que “cada membro da Cadeia de Suprimentos gera receita através das vendas aos seus parceiros diretamente sucessores”, então esta regra dever ser mudada para “as receitas dos membros da Cadeia de Suprimentos serão garantidas somente quando os produtos forem vendidos aos clientes finais”.

2 METODOLOGIA CIENTÍFICA

A partir da definição do problema, foi preparado o modelo a ser seguido, ordenado e embasado com a teoria de acordo com o conhecimento de Gestão de Cadeias de Suprimentos e Teoria das Restrições. Tendo sido o estudo de natureza exploratória, com concepção metodológica de pesquisa qualitativa para se chegar às questões propostas para esta pesquisa.

Gil (1991) *apud* Okada (2008) enfatiza que a pesquisa exploratória proporciona maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo explícito e construir hipóteses. Envolve o levantamento bibliográfico, consulta a revistas, relatórios de pesquisa, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado, que tenham conhecimento sobre gerenciamento e as restrições da cadeia de suprimentos. E que sejam especialistas ou que tenham um profundo conhecimento no assunto, possibilitando a análise e observação sistêmica de variáveis que estimulem a compreensão de todo o processo produtivo.

As referências básicas utilizadas foram selecionadas de acordo com a análise de conteúdo que tratam da integração do Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos à Teoria das Restrições, sendo as escolhidas:

- a) Moellmann (2009) – **Aplicação da Teoria das Restrições no Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. São Paulo: Blucher Acadêmico;
- b) Gusmão (2004) – **Proposição de um Esquema Integrado a Teoria das Restrições e a Teoria dos Custos de Transação para Identificar e Análise de Restrições em Cadeias de Suprimento**: Estudo de Casos na Cadeia de Vinhos Finos do Rio Grande do Sul. Tese D.Sc., UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.

A pesquisa é composta de duas partes: a primeira - a análise qualitativa da estrutura da cadeia de suprimentos do etanol e a segunda parte - análise qualitativa numérica da cadeia interna de suprimento do etanol.

A análise qualitativa da estrutura foi realizada em toda cadeia de produção, envolvendo seus elos, desde a produção da matéria prima (cana-de-açúcar) até o consumidor final de etanol.

A análise qualitativa numérica foi desenvolvida a partir do estudo de caso, considerando como objetos da pesquisa três cadeias produtivas de usinas produtoras de etanol situadas no Estado de Goiás. O foco desta investigação foi voltado aos elos da cadeia produtiva que envolve as atividades de transporte, estocagem, moagem da cana-de-açúcar e produção de etanol, ou seja, a cadeia interna de suprimento do etanol.

Como foi citada anteriormente, a abordagem metodológica utilizada nesta pesquisa será um estudo de caso. Segundo Yin (2001) *apud* Miguel (2010), este método tem um caráter empírico que investiga um fenômeno atual no contexto da vida real, geralmente considerando que as fronteiras entre o fenômeno e o contexto onde se insere não são claramente definidas.

Segundo Miguel (2010), o método de estudo de caso permite inovar teorias existentes e aumentar a compreensão da problemática real e atualizada.

Para este autor,

... o estudo de caso é uma escolha que não é uma tarefa trivial e, frequentemente, os trabalhos são sujeitos a críticas em função de limitações metodológicas na escolha do caso, coleta e análise dos dados, apresentação dos resultados e geração de conclusões suportadas pelas evidências.

O estudo de caso permite o estudo de um ou mais objetos, de forma superficial ou detalhada, de acordo com o que se pretende analisar, sendo, portanto, um método de caráter empírico que, por meio de análise aprofundada de um ou mais objetos de análises, efetua investigação dentro do contexto real contemporâneo (MIGUEL, 2010). Em virtude destas características, este é um método que possibilita atingir os objetivos propostos desta pesquisa.

2.1 OBJETOS DE PESQUISA

A escolha do segmento de produção de etanol, para a realização desta pesquisa foi motivada por sua importância para a matriz energética brasileira, como fonte de energia alternativa e limpa. Goiás é um dos Estados onde ocorre uma das maiores expansões do setor. No período entre 2008 e 2010 recebeu a maior quantidade de novas unidades produtivas considerando todos os estados do território brasileiro. Goiás em 2011 tornou-se o terceiro produtor de cana-de-açúcar e o segundo produtor de etanol no país (SIFAEG, 2011).

O setor de produção de etanol no Brasil vem apresentando diversos problemas na dinâmica de funcionamento de sua cadeia de produção, além de elevada complexidade na sua formação, mas não existem ainda, por parte das entidades representativas do setor, informações a respeito dos pontos críticos da cadeia produtiva como um todo (UNICA, 2011).

Assim, é possível resumir o interesse em estudar a organização sistêmica dos elos que compõem a cadeia de produção do etanol, de acordo com as perspectivas atuais que a integram, de forma a representar as relações imediatas.

Foram analisadas três cadeias produtivas, escolhidas por conveniência. Por razões relacionadas à confidencialidade de seus dados, as unidades de fabricação do etanol foram identificadas como Usina A, Usina B e Usina C.

Das unidades estudadas uma é produtora exclusivamente de etanol e as duas outras produzem também açúcar, ou seja, são mistas e foram concebidas na época do PROÁLCOOL.

Considerado que doze usinas foram construídas antes de 2003, provavelmente com recursos do PROÁLCOOL, tem-se uma amostra representativa do presente estudo, onde atinge 25% do total de usinas com características semelhante pertencentes ao

Estado de Goiás. No Quadro 2 é apresentado o histórico de quantidade de usinas em funcionamento em Goiás no momento em que a pesquisa foi realizada:

QUADRO 2 – HISTÓRICO DE QUANTIDADE DE USINAS NO ESTADO DE GOIÁS

SAFRA (ANO)	QUANTIDADE DE USINAS EM FUNCIONAMENTO (UNIDADE)
2003/2004	12
2004/2005	12
2005/2006	14
2006/2007	15
2007/2008	17
2008/2009	28
2009/2010	33
2010/2011	34
2011/2012	32
2012/2013 (previsão)	34

Fonte: Dados da Pesquisa (SIFAEG, 2011).

Como pode perceber no quadro 2, na safra de 2010/2011 houve uma queda de unidades que não produziram, devido a fatores não divulgado mas para a safra 2012/2013, está previsto que elas retornem às suas atividades normais.

As usinas possuem características semelhantes, localizadas na região centro-sul do Brasil e ao centro do Estado de Goiás (figura 11). A região centro-sul é composta pelos estados das regiões Sul e Sudeste, dos estados de Mato Grosso do Sul, Goiás, sul do Tocantins e do Mato Grosso, e o Distrito Federal, excluindo o norte de Minas Gerais.

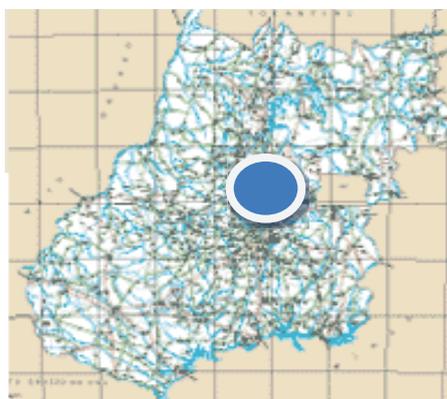


FIGURA 11 - MAPA DE GOIÁS, COM A LOCALIZAÇÃO DOS OBJETOS DE ESTUDO

Fonte: <http://www.brasil-turismo.com/mapas/goias.htm>.

2.1.2 Caracterização da Usina A

A Usina A está localizada em Goiás, no centro do Estado, sendo considerada de grande porte⁴, construída durante o início do programa do PROÁLCOOL⁵. Sua produção é dividida em etanol e açúcar, produzindo toda a cana-de-açúcar consumida em seu processo produtivo através de contratos de arrendamentos de propriedades rurais e não se relaciona com fornecedores externos desta matéria-prima.

Trata-se de uma empresa familiar, administrada pelos proprietários que participam ativamente dos processos decisórios da organização. Possui um quadro de funcionários composto por efetivos⁶ e safrista⁷, tendo em média 2.000 profissionais.

A produção de etanol na safra de 2010/2011 foi de aproximadamente 3.750.000 litros de etanol e moagem de 105.000 toneladas de cana. Valores estes multiplicados por um coeficiente adotado na pesquisa para manter a confidencialidade dos dados originais, em decorrência de exigência da organização pesquisada.

2.1.3 Caracterização da Usina B

A Usina B, também localizada em Goiás, é considerada uma organização de grande porte, construída com verbas do programa do PROÁLCOOL. Sua produção é exclusivamente para a fabricação de etanol. Por meio de contratos de arrendamentos de propriedades rurais, produz toda a cana-de-açúcar consumida em seu processo produtivo e não se relaciona com fornecedores externos desta matéria-prima. Quando necessita, a

⁴ Empresa de Grande Porte - Existem várias leis que buscam especificar o que é uma empresa de grande porte. A Lei Nº 10.165, de 27 de dezembro de 2000^[1] no artigo 17-D estabelece que empresa de grande porte é a pessoa jurídica que tiver receita bruta anual superior a R\$ 12.000.000,00 (doze milhões de reais).

⁵ Proálcool - Programa Nacional do Alcool. Foi um programa financiado pelo governo brasileiro, criado em 1975 devido à crise do petróleo em 1973.

⁶ Funcionários Efetivos - que possuem um contrato de serviço por tempo indeterminado.

⁷ Funcionários Safristas - que possuem um contrato de serviço por um período determinado, ou seja, tem data de início e término, conforme a safra.

usina adquire matérias-primas de terceiros, sendo a negociação de compra realizada a partir do preço de mercado, que é vinculada a ATR – Açúcar Total Recuperável⁸.

Trata-se de uma empresa familiar, administrada pelos proprietários que participam ativamente dos processos decisórios da organização. Possui quadro de funcionários composto por efetivos e safristas, empregando cerca de 2.000 profissionais em 2011.

A produção de etanol na safra de 2010/2011 foi de aproximadamente 5.250.000 litros de etanol e moagem de 62.250 toneladas de cana (valores multiplicados por um coeficiente de pesquisa).

2.1.4 Caracterização da Usina C

A Usina C, localizada no centro do Estado de Goiás, é considerada de grande porte, foi construída durante o início do programa do PROÁLCOOL. Sua produção é dividida em etanol e açúcar. Através de contratos de arrendamentos de propriedades rurais, produz parte da cana-de-açúcar consumida em seu processo produtivo e se relaciona com fornecedores externos de cana, não fixos, mas espontâneos. A produção da matéria prima pela usina, em terras arrendadas era de de 91, 21% do total de cana-de-açúcar consumida durante o período em que a pesquisa foi realizada.

A produção de etanol na safra de 2010/2011 foi em torno de 5.250.000 litros de etanol e moagem de 142.500 toneladas de cana (valores multiplicados por um coeficiente).

2.1.5 Caracterização da Distribuidora A

A Distribuidora A, localizada na base de Goiânia, é uma empresa considerada de grande porte, devido ao volume de combustível comercializado.

⁸ ATR – Açúcar Total Recuperável. Sigla utilizada em decorrência da estimativa do preço e da tonelada de cana de açúcar. Para obter o valor da ATR, são coletadas amostras de cana-de-açúcar que são levadas para laboratório para fazer análise. Esta impacta na produtividade, pois está relacionada na oferta de sacarose disponível para a produção de açúcar e etanol.

2.1.6 Caracterização da Distribuidora B

A Distribuidora B está localizada na base de Senador Canedo e também é de grande porte. É administrada por um conselho consultivo.

2.1.7 Caracterização da Distribuidora C

A Distribuidora C é uma empresa de um único proprietário, localizada na base de Goiânia. É de médio porte. Sua negociação é em função do preço, condições de pagamento e tempo de entrega.

2.1.8 Caracterização da Revenda A

A Revenda A é um posto que tem bandeira⁹ que faz suas negociações em função de fatores financeiros¹⁰. O preço e condições de pagamento, cota e volume de etanol a ser negociado é em função do que a distribuidora disponibiliza ao posto.

2.1.9 Caracterização da Revenda B

A Revenda B é uma revenda de bandeira branca, ou seja, é livre para negociar com qualquer distribuidora, mas sempre ocorre em função dos fatores financeiros.

2.1.10 Caracterização da Revenda C

A Revenda C é um posto com bandeira, que negocia o etanol em função da demanda, ou seja, de acordo com as vendas. Tem como meta garantir o cumprimento da

⁹ Bandeira é a marca de uma distribuidora. Quer dizer que o posto está vinculado àquela distribuidora e, portanto só poderá comprar e vender combustível daquela distribuidora.

¹⁰ Fatores financeiros – as negociações de etanol são realizadas em função do valor de mercado, utilizando de instrumentos de garantia com assinatura de contratos, notas, avalistas, cheques, transferências em espécies, e outros.

programação logística de entrega, reduzindo assim a falta de combustíveis, tendo como ponto positivo a proximidade da base de distribuição.

2.2 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Diante da complexidade da cadeia produtiva do etanol, objeto desta pesquisa, e considerando a similaridade existente entre as Usinas, o presente estudo foi limitado na análise de três cadeias produtivas de etanol, sendo os levantamentos qualitativos suficientes para se chegar ao mais próximo da realidade.

Para tanto os levantamentos numéricos foram somente nos elos da cadeia produtiva, da safra 2010/2011. Os dados coletados referem-se ao volume de cana-de-açúcar transportada e processada e o volume de etanol produzido, abrangendo a análise da produtividade e rendimentos, através de registro e cálculos das várias etapas do fluxo.

Os índices de produção foram medidos em toneladas por hectares (para a análise da produção de cana-de-açúcar), toneladas por dia (nas operações de transporte e processamento) e litros por dia (nas operações de produção de etanol), comparando assim, os dados divergentes mensais, da capacidade produtiva e a realizada efetivamente.

2.3 MÉTODO DE PESQUISA

Com enfoque no Gerenciamento da Cadeia de Produção e na Teoria das Restrições, a revisão da literatura auxiliou na melhor aceção e concisão das questões pesquisadas, facilitando o planejamento da pesquisa.

Através da premissa de uma nova arquitetura teórica da cadeia de produção do etanol, foi apresentado um esquema de análise. A avaliação ocorreu via estudo

empírico, com aplicação do mesmo na realidade das cadeias produtivas das empresas, que foram objetos de estudo desta pesquisa.

As cadeias produtivas foram escolhidas por conveniência e as empresas analisadas foram observadas diretamente, com a finalidade de identificar as restrições do sistema produtivo, analisando detalhadamente os vários objetos através dos instrumentos de coleta de dados e a interação com o pesquisador.

Para identificar as dificuldades dos relacionamentos entre os elos da cadeia de produção do etanol, com base na Teoria das Restrições, foram elaborados questionários (Apêndice I, II e III), baseados na pesquisa de Gusmão (2004), que serviram de roteiro para a obtenção de dados focados nas dificuldades (restrições) encontradas na CS, permitindo assim, responder as questões: Como identificar a restrição do sistema? Como identificar o problema-cerne, o problema responsável pela existência de tantos efeitos indesejáveis?

Através dos dados coletados foi possível analisar o desempenho produtivo, permitindo o conhecimento do fluxo de transferência dos elos internos da cadeia de suprimento do etanol, representado na figura 12.

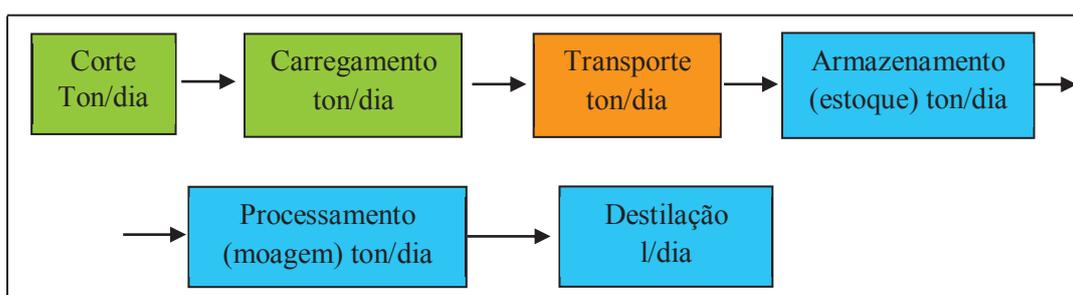


FIGURA 12 – ESQUEMA DOS FLUXOS DE TRANSFERÊNCIAS DOS ELOS INTERNOS DA CADEIA DE SUPRIMENTO DO ETANOL

Fonte: Dados da Pesquisa

As taxas de transferências dos elos, conforme a figura 12 foram definidas como:

- Corte da cana-de-açúcar para o carregamento – o fluxo avaliado foi em toneladas/dia;
- Carregamento para o transporte - o fluxo também foi em toneladas por dia;
- Transporte para o armazenamento (estoque) - o fluxo foi em toneladas por dia;
- Processado (moagem) - a taxa foi medida em toneladas por dia;
- Destilação (produção de etanol) – o fluxo avaliado foi litro por dia.

O objetivo primordial das visitas no presente estudo foi efetuar a coleta de dados qualitativos ao longo de toda cadeia produtiva do etanol e qualitativo numérico na cadeia interna de suprimento, permitindo melhorar o entendimento do processo produtivo e aprofundar as informações sobre métodos de gestão, em seus ambientes laborais.

Os dados coletados junto às empresas objetos desta pesquisa passaram por um tratamento, ou seja, foram multiplicados por um coeficiente e feito as médias mensais para se chegar ao objetivo desejado, calculando assim as médias diárias e o desvio padrão.

Através das visitas às usinas foi possível observar diretamente o fluxo da produção e acompanhar cada etapa procurando observar todo processo, identificando os elos relevantes e quais os dados a ser coletados. As visitas nas distribuidoras e nos postos de distribuição possibilitaram identificar as dificuldades nos relacionamentos dos elos à montante da cadeia produtiva do etanol.

2.4 MODELO TEÓRICO

Através dos diversos modelos propostos para mapeamento da cadeia de produção, optou-se pela construção de uma estrutura básica, capturando e integrando os elos mais relevantes, capazes de transformar os recursos de entradas (*inputs*) em produtos e/ou serviços de saídas (*outputs*) (PIRES, 2009).

Estas dificuldades apresentam duas raízes: a complexidade e a variabilidade dos processos na cadeia. A Figura 13 apresenta o modelo de referência que foi elaborado para análise, representando a SC interna de uma usina produtora de etanol genérica que vai da produção de cana até o produto final, o etanol.

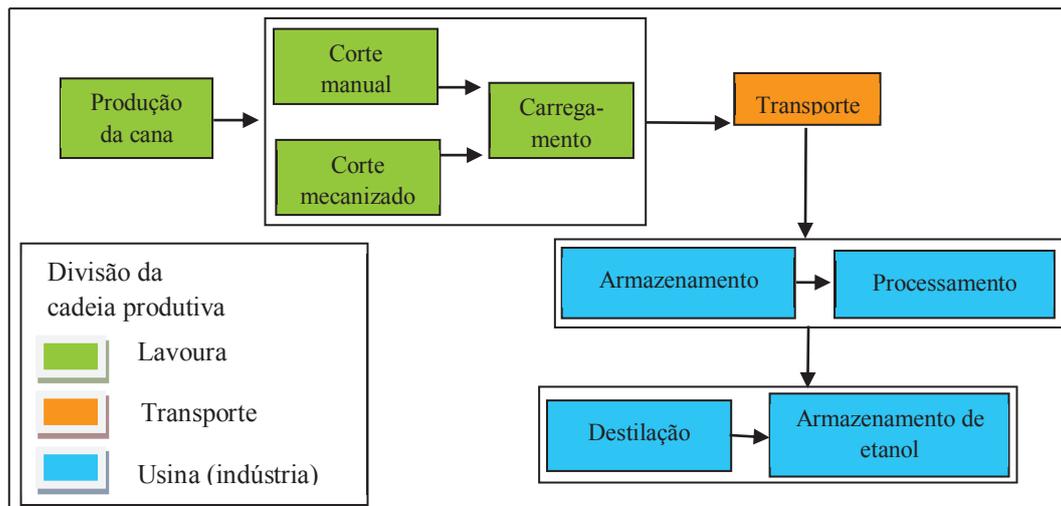


FIGURA 13 – MAPEAMENTO DE CADEIA INTERNA DE SUPRIMENTO DO ETANOL
Fonte: Dados da Pesquisa

A partir das etapas do processo aliadas à definição de CP, pode-se chegar a um modelo referencial da cadeia produtiva do etanol, onde cada segmento ilustra um elo da cadeia que é ligado à próxima atividade desempenhada e, conseqüentemente, ligará à outra, seguindo assim até se chegar ao produto acabado. Estes elos são unidos como se fossem uma corrente, e cada um depende dos outros.

A figura 13 representa a cadeia de produção do etanol desde a produção da cana-de-açúcar até o carregamento do produto final, e transporte às distribuidoras que posteriormente, entregam aos postos de recebimento.

Para gerenciar esta SC, a TOC auxilia na identificação e na busca da sincronização entre os diversos elos da cadeia, ao mesmo tempo em que permite sanar as dificuldades no GCS de forma que os elos entendam a profundidade de cada uma das soluções através da utilização da Teoria das Restrições.

2.5 PROTOCOLO DE PESQUISA

Um protocolo é mais do que um mero questionário de pesquisa. Trata-se de um instrumento utilizado para melhorar a confiabilidade e a validade na condução de um

estudo de caso. Um protocolo de pesquisa geralmente inclui três partes: o contexto da pesquisa, a parte a ser investigada e as variáveis de controle (MIGUEL, 2010).

Tem-se, portanto como contexto toda a problemática da pesquisa. As partes investigadas são os elos da cadeia de suprimento do etanol e os elos da cadeia interna de suprimento e como variável de controle os elos restritivos das cadeias de suprimentos estudadas.

Para cada estudo de caso foram realizadas as seguintes atividades:

- Contato com a empresa, enviando ofício por Comunicação Eletrônica (e-mail), informando do interesse em fazer uma pesquisa da cadeia produtiva do etanol;
- Solicitação à empresa para que informasse a pessoa responsável por acompanhar e auxiliar na pesquisa;
- Agendamento de visitas para aplicação do questionário e levantamento de dados;
- Na fase das visitas, as entrevistas e questionários foram direcionados às pessoas com perfil apropriado;
- Na fase da aplicação dos questionários foi possível levantar os elos da cadeia produtiva do etanol e sua ligação com as distribuidoras;
- Obtenção junto às empresas de informações sobre a produção de cana-de-açúcar, volume transportado e processado e quantidade de etanol produzido;
- Identificação das possíveis restrições que podiam impactar na sincronia ao longo da SC, realizadas mediante a coleta de dados qualitativos numéricos levantados junto às empresas, ou seja, das taxas de transferências entre os elos de corte, carregamento, transporte, armazenamento, processamento e destilação;
- Agendamento de visitas a três distribuidoras de etanol, com a finalidade de levantar as dificuldades existentes entre elas e os postos de abastecimento;
- Agendamento de visitas a três postos de abastecimentos, cujo interesse foi identificar os gargalos entre eles e o consumidor final;
- Contato com o SIFAEG (Sindicato da Indústria da Fabricação de Alcool do Estado de Goiás) e agendamento de visita, a fim de conhecer qual a visão macro da cadeia produtiva do etanol e do conhecimento das dificuldades do

setor, no Estado de Goiás;

- Contato com o SINDIPOSTO (Sindicato do Comércio Varejista de Derivados de Petróleo no Estado de Goiás) e agendamento de visita, a fim de conhecer qual a visão macro da cadeia produtiva do etanol e do conhecimento das dificuldades do setor, no Estado de Goiás.

2.6 INSTRUMENTOS DE PESQUISA

Os instrumentos de pesquisas foram baseados em observações diretas, análises de registros, aplicação de questionários e entrevistas (Apêndice 1).

2.6.1 Questionários

Foram desenvolvidos questionários pilotos, norteadores das várias entrevistas aplicadas, que posteriormente foram adaptados. As alterações sugeridas partiram da necessidade de se obter respostas relevantes e objetivas que contribuíssem para chegar aos objetivos da pesquisa.

Estes questionários após ajustados foram aplicados de maneira informal, o que permitiu maior aproximação das perguntas com o entendimento do entrevistado, de tal forma a obter dados satisfatórios. Foram aplicados 5 questionários :

- Questionário 1 (Apêndice I) – As perguntas contidas neste questionário são relativos a empresa, ao processo produtivo e as dificuldades encontradas CP ;
- Questionário 2 (Apêndice II) – As perguntas contidas neste questionário são relativos aos produtores/arrendatários rurais, sendo respondido pelo gerente responsável, pelos produtores de cana-de-açúcar e os arrendatários de terras para a empresa;
- Questionário 3 (Apêndice III) – Se refere aos canais de distribuição;
- Questionário 4 (Apêndice IV) – Aplicados aos canais de distribuição;
- Roteiro de Entrevista 5 (Apêndice V) – Aplicado às revendas de combustíveis;

- Questionário 6 (Apêndice VI) – Aplicado ao SIFAEG;
- Roteiro de Entrevista 7 (Apêndice VII) – Aplicado ao SINDIPOSTO;

As entrevistas foram individuais, onde o entrevistado teve a liberdade de raciocinar sobre o tema proposto e responder conforme seu conhecimento, sem induzi-lo ou prefixar condições.

Os entrevistados tiveram o seguinte perfil:

- Ocupar cargo gerencial;
- Ter conhecimentos específicos da produção;
- Possuir visão tanto macro, como micro de toda a cadeia produtiva do etanol;
- Demonstrar conhecimento sobre o assunto, objeto da entrevista.

Vale ressaltar que os entrevistados foram indivíduos diferentes, em uma perspectiva diversificada em termos de áreas funcionais, níveis hierárquicos e atuações em as áreas diferentes (agrícola, industrial ou comercial).

A coleta de dados foi dividida em duas etapas: uma primeira etapa voltada ao mapeamento qualitativo da cadeia de suprimentos de etanol nas cadeias estudadas; e uma segunda parte, contendo análises específicas de três cadeias produtivas com estudo de campo, sob um enfoque investigativo quantitativo.

A etapa preliminar de coleta de dados foi baseada na aplicação de questionários direcionados para pessoas envolvidas com a gestão dos principais elos das cadeias produtivas analisadas. Estes foram construídos com estrutura semi-aberta, contendo algumas questões com respostas a serem selecionadas e outras questões abertas, permitindo explicações mais amplas sobre os temas investigados.

O primeiro questionário aplicado teve como objetivo subsidiar uma melhor compreensão da dinâmica de funcionamento existente nas cadeias produtivas analisadas e, nesse sentido foi estruturado com questões abertas e fechadas que permitiam aos entrevistados apresentarem respostas sem qualquer previsibilidade.

Todos os questionários foram direcionados às usinas, com interesse em explorar os relacionamentos existentes na cadeia interna de produção. O questionário 1 (Apêndice I, questionário 1 - Processos Produtivos) foi aplicado aos profissionais que atuam no processo produtivo. O questionário 2 (Apêndice II, questionário 2 Produtores / Arrendatários Rurais) aplicado aos profissionais da empresa que tem conhecimentos relacionados aos produtores e arrendatários rurais. O questionário 3 (Apêndice III, questionário 3 - Canais de Distribuição) foi voltado às questões relacionadas com a distribuição da produção.

Através destes questionários foram explorados os relacionamentos entre os elos internos da cadeia do etanol, bem como analisados os relacionamentos das usinas com os produtores de cana e arrendatários rurais, que mostraram resultados e permitiram constatar que praticamente toda matéria prima utilizada no processo vem de canaviais cultivados pelas empresas adotadas para estudo, mas em terras arrendadas. E, por fim, nesta etapa estudou-se o relacionamento com as distribuidoras de etanol.

O quarto questionário (Apêndice IV) foi aplicado nas distribuidoras e teve como objetivo investigar como é o relacionamento entre as usinas e as revendas de combustíveis, sendo estas, o elo responsável pela distribuição final da produção do etanol.

No Apêndice V (questionário cinco), que se refere a revendas de combustíveis, foi aplicado nos postos de abastecimento. Ao longo da cadeia de produção do etanol é o único elo que tem contato direto com o consumidor final, a jusante e a montante da cadeia se relacionam com as distribuidoras.

O sexto questionário (Apêndice VI) foi aplicado no Sindicato dos Fabricantes de Etanol no Estado de Goiás - SIFAEG, sendo este o representante dos interesses dos produtores de etanol. A aplicação deste questionário permitiu a coleta de dados a

respeito do setor e obter a visão da cadeia produtiva do etanol, bem como o que esta representa para o Estado de Goiás.

O último questionário aplicado (Apêndice VII), foi direcionado ao Sindicato de Proprietários de Postos de Combustíveis no Estado de Goiás - SINDIPOSTO. O objetivo deste questionário foi verificar a relação da cadeia produtiva com as revendas do combustível e o que estas representam para a cadeia produtiva.

A etapa posterior à aplicação dos questionários foi a coleta de dados qualitativos numéricos, que representam o fluxo da produção como: entrada de cana total, cana moída (total e para etanol) e produção de etanol total. Estes dados foram extraídos dos boletins de produção, tabulados e através da estatística descritiva, propiciaram calcular inferências estatísticas básicas, como média aritmética e desvio-padrão, além da construção de gráficos.

2.6.2 Análise de Registros

Por meio da análise de registros dos boletins de produção diária da safra 2010/2011, iniciou-se a fase de trabalho de campo.

E no sentido de preservar os dados originais coletados na pesquisa, adotou-se um coeficiente numérico multiplicador dos valores brutos obtidos, o que não provocou, entretanto, distorção na relação da grandeza entre os dados em análise sobre o fluxo de produção.

2.6.3 Observações Diretas

As observações diretas, baseadas em verificações *in loco*, seguiram as etapas:

- Visitas e acompanhamento aos processos industriais de entrada de cana-de-açúcar, moagem, destilação e armazenagem do etanol;

- Visita ao carregamento de etanol;
- Visita à distribuidora;
- Visita à revendedora de etanol.

Cabe ressaltar que não foi possível seguir as etapas na ordem apresentada, devido à disponibilidade momentânea de cada entrevistado.

Estas observações foram realizadas no período de safra, visto que no período de entressafra não é possível visualizar as atividades de corte, transporte e transformação da matéria prima em produto final, o etanol, ou seja, a sistemática do sistema produtivo.

3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Nesta parte da pesquisa é apresentado um levantamento de dados qualitativos e quantitativos numéricos de três cadeias produtivas de etanol, localizadas no Estado de Goiás, evidenciando de forma compacta os seus principais elos.

3.1 CADEIAS PRODUTIVAS DE ETANOL NO ESTADO DE GOIÁS

A cadeia produtiva do etanol no Estado de Goiás é composta por cinco elos que se relacionam: os produtores, as usinas de cana de açúcar, o distribuidor intermediário representado pela Sociedade Corretora de Álcool – SCA, os distribuidores e os pontos de venda (postos de combustíveis) (RICARDO & BORGES, 2008).

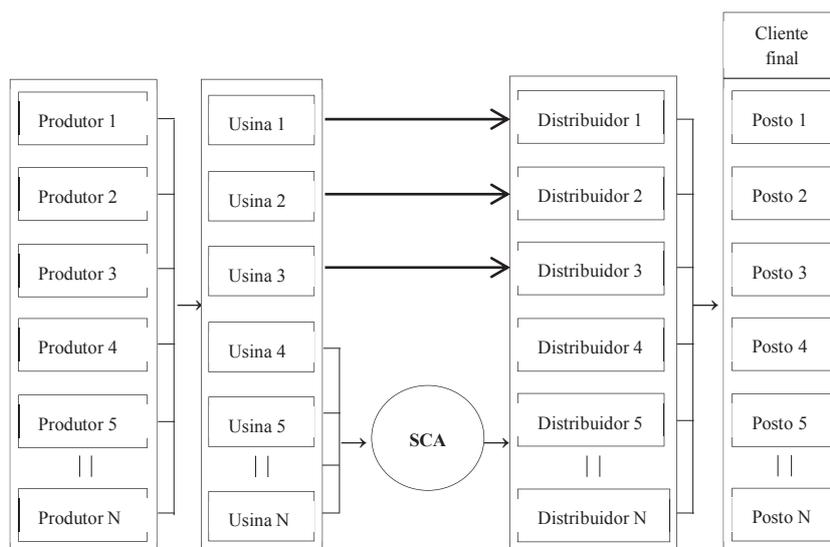


FIGURA 14 – ESTRUTURA DA CADEIA DE PRODUÇÃO DE ETANOL EM GOIÁS
Fonte: Ricardo e Borges (2008)

Alguns produtores de etanol utilizam ou já utilizaram os serviços de corretagem de etanol através da SCA Etanol do Brasil – Sociedade Corretora de Etanol¹¹.

¹¹ SCA Etanol do Brasil – Sociedade Corretora de Etanol atua no mercado desde 2.000, prestando serviços de corretagem de etanol para mais de 60 produtores localizados na região centro-sul do Brasil. Com escritórios em Goiânia e São Paulo. Tem como visão ser referência na criação e no direcionamento de estratégias eficazes para o desenvolvimento de negócios de biocombustíveis à base de cana-de-açúcar, antecipando-se às tendências de mercado (SOCIEDADE CORRETORA DO ÁLCOOL - SCA, 2011).

Nesta pesquisa não foi considerada a SCA como um elo da CP do etanol, intermediário entre as usinas e distribuidoras, em virtude dos negócios das cadeias produtivas estudadas serem realizados pelas usinas diretamente com as distribuidoras.

O terceiro elo é representado pelas distribuidoras de etanol. Em Goiás existe apenas uma base de distribuição de combustível, localizada em Goiânia. Além dessa base localizada em Goiás existem diversas espalhadas pelo Brasil, como apresentado no Anexo 1.

Algumas distribuidoras goianas se organizaram em um *pool*, por meio da divisão de tanques e despesas de manutenção, aos quais nenhuma destas analisadas foram alvo do estudo. A base de distribuição de Goiás compreendia a presença de grandes distribuidoras, como Shell, Texaco, Ipiranga, Agip e BR, além de pequenas distribuidoras regionais.

O quarto elo representa a revenda de combustível, representando uma atividade regulamentada pela Lei nº 9.847/1999 e exercida por postos de abastecimento de combustíveis, registrados como Revendedor Varejista, em alvará expedido pela ANP – Agência Nacional de Petróleo¹². Foram estudadas três revendas de etanol, todas localizadas na cidade de Goiânia, sendo duas revendas com bandeira e uma revenda com bandeira branca¹³.

3.1.1 Usinas Produtoras de Etanol

Em Goiás, as usinas, que representam o segundo elo da cadeia produtiva do etanol, são associadas a um sindicato de produtores, intitulado SIFAEG. Foram selecionadas três cadeias produtivas para esta pesquisa. Logo que as empresas

¹² ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), implantada pelo Decreto nº 2.455, de 14 de janeiro de 1998, é o órgão regulador das atividades que integram a indústria do petróleo e gás natural e a dos biocombustíveis no Brasil (ANP, 2011). Autarquia federal, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, a ANP é responsável pela execução da política nacional para o setor energético do petróleo, gás natural e biocombustíveis, de acordo com a Lei do Petróleo (Lei nº 9.478/1997).

¹³ Bandeira branca é quando o revendedor pode comprar de qualquer distribuidora, se beneficiando de preços menores em razão da competitividade entre as diversas empresas.

percentes a estas cadeias produtivas foram contactadas se dispuseram a participar da pesquisa, com um compromisso da pesquisadora de manutenção do sigilo de suas identidades, bem como dos dados coletados em suas instalações, de forma que fossem mantidas em confidencialidade. E para atender estes requisitos as empresas estudadas foram codificadas neste trabalho como Usina A, Usina B e Usina C.

A figura 15 representa as cadeias internas das usinas estudadas, pela similaridade na sua concepção. Estas cadeias fazem parte da segunda etapa do estudo, onde foi realizada a análise qualitativa, com dados numéricos.



FIGURA 15 - USINA VIRTUAL DE ETANOL
Fonte: União da Indústria da Cana-de-Açúcar – UNICA (2011)

As atividades no processo produtivo do etanol são bastante complexas envolvendo processos agrícolas e industriais, simultaneamente.

Os processos agrícolas são: preparo do solo, plantio de cana e tratos culturais que tem como objetivo principal eliminar as ocorrências de ervas daninhas, pragas, insetos e doenças. O processo de queima da cana-de-açúcar só é utilizado na fase de colheita para a industrialização da matéria-prima, quando o corte é manual. O carregamento e o transporte da cana até a indústria são feitos com a utilização de motocanas¹⁴ e caminhão canavieiro. O fluxograma (figura 16) demonstra resumidamente as fases do processo produtivo agrícola.

¹⁴ Motocana – equipamento agrícola, que possuem garras responsáveis pelo içamento da matéria-prima até a carroceria do caminhão (caminhão canavieiro).

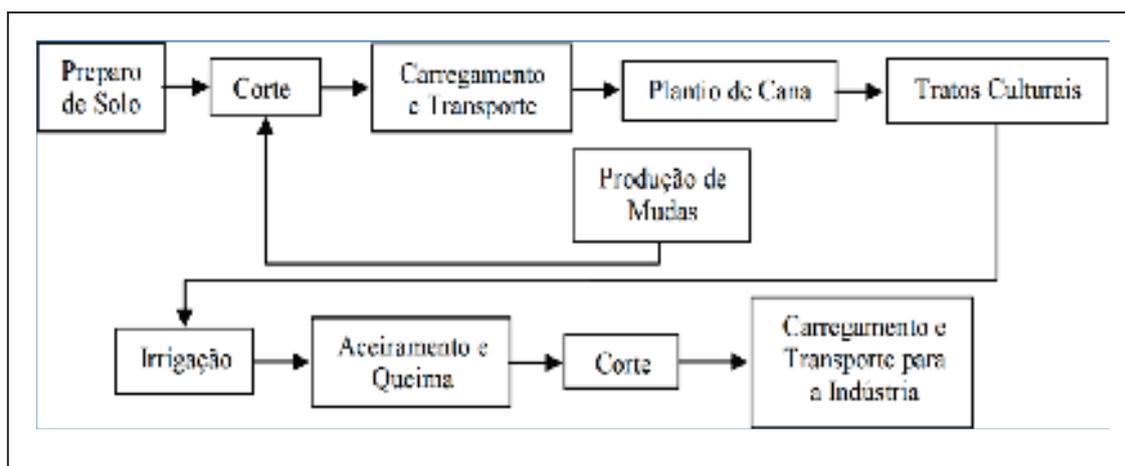


FIGURA 16 – FLUXOGRAMA DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA DA CANA-DE-AÇÚCAR

FONTE: Dados da Pesquisa

Para o processo industrial a cana-de-açúcar chega à indústria pronta para ser processada e passa pelas etapas de pesagem, moagem, fermentação, destilação, estocagem e carregamento do álcool pronto para ser consumido. Estas etapas do processo de industrialização são representadas pela figura 17.

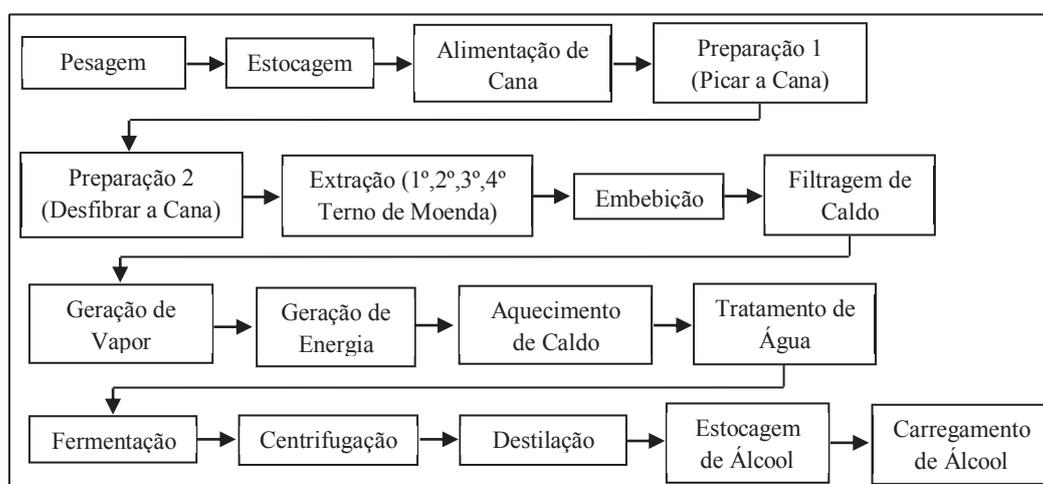


FIGURA 17 - FLUXOGRAMA DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR

FONTE: Dados da Pesquisa

3.1.1.1 Síntese da Entrevista no SIFAEG

A entrevista foi semi-estruturada (Apêndice VI), direcionada ao representante do SIFAEG, atualmente ocupante de um cargo de diretoria, cujo tema buscou informações

sobre o relacionamento entre as usinas e os outros elos da cadeia produtiva do etanol e o que ela representava para o Estado de Goiás.

Na figura 18 estão representados os elos da cadeia produtiva do etanol, descrita pelo entrevistado.

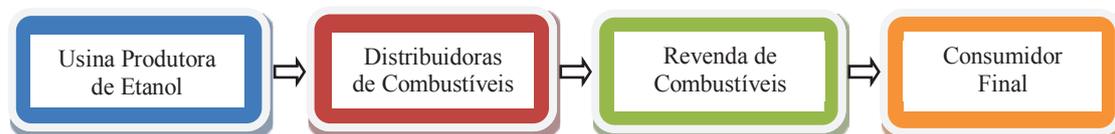


FIGURA 18 - CADEIA DE SUPRIMENTO DO ETANOL (SIFAEG)

Fonte: SIFAEG (2011).

Segundo o entrevistado, em Goiás o elo produtor de matéria-prima não é relevante, porque a atividade de produção de cana em grande parte é produzida pela própria usina. Ressalta ainda, que em Goiás a cultura da existência do produtor de cana-de-açúcar é pouco praticada.

De acordo com o entrevistado, o elo produtor de etanol é o mais importante na cadeia produtiva e, para o Estado de Goiás, tem uma representatividade muito significativa na taxa de empregabilidade do setor e na geração de impostos. Segundo o entrevistado, existe uma gerência específica na Secretaria da Fazenda do Estado de Goiás, responsável em cuidar da comercialização de combustíveis, englobando os produtores de etanol, distribuidoras e postos de combustíveis.

Conforme relato do entrevistado, até 2003 existiam doze usinas produtoras de etanol. Em 2011 haviam trinta e duas organizações atuando no Estado de Goiás, sendo que destas, catorze produziam o açúcar, além do etanol.

O SIFAEG compilou os dados da safra de 2010/2011 de acordo com o desempenho do setor sucroenergético do Estado de Goiás. Os resultados são apresentados no Anexo 2.

Nos Anexos 2 e 2a estão representados o histórico de produção de etanol e açúcar em Goiás, desde as safras de 1993/1994 e até a previsão da safra de 2011/2012.

De acordo com o entrevistado, as usinas não possuem nenhuma ligação com a ANP – Agência Nacional de Petróleo, com as distribuidoras, revendas de combustíveis e nem com os consumidores finais de etanol.

Segundo o entrevistado, o papel do SIFAEG, dentro do contexto produtivo do etanol, é de representante dos interesses das empresas produtoras do setor. O sindicato possui uma ligação intitucional com órgãos ambientais (IBAMA, SEMARH, Batalhão Florestal) e trabalhistas (Sindicatos de Classe, Delegacia Regional do Trabalho e Ministério Público do Trabalho). Possui ligação também com instituições como o CEPEA¹⁵, a UDOP¹⁶ e a UNICA¹⁷, além de outras ligadas ao setor sucroenergético de forma a desenvolver parcerias de interesse comum, compartilhamento de dados estatísticos e cursos, dentre outras atividades.

De acordo com o entrevistado, o SIFAEG considera que a cadeia produtiva do etanol em Goiás possui sua dinâmica liderada pelas usinas, pois elas definem o que (açúcar ou etanol), quando e quanto produzir. Complementa que o Governo Federal determina que a comercialização do etanol só é permitida com as distribuidoras, ou seja, 100% da produção deve ser negociada com elas. As usinas podem retirar etanol para o consumo interno desde que declare o volume utilizado.

De acordo com o entrevistado, os empresários do setor sucroenergético acreditam que, futuramente, a opção em usar etanol será por questões ambientais e não pelo fator preço. Por ser um combustível fabricado a partir de fontes renováveis e a queima do etanol ser menos prejudicial ao meio ambiente que a de combustíveis fósseis.

O consumo de etanol tende a reduzir as emissões atmosféricas de gás carbônico (CO₂), quando comparado ao consumo de gasolina, por exemplo. O CO₂ lançado ao ar

¹⁵ CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - ESALQ/USP.

¹⁶ UDOP - União dos Produtores de Bioenergia.

¹⁷ UNICA - União da Indústria da Cana-de-Açúcar.

pelos automóveis que utilizam o etanol como combustível é reabsorvido pelos canaviais, o que contribui para um equilíbrio em produzir e reabsorver o gás carbônico. Isso faz com que as emissões do CO₂ sejam parcialmente compensadas.

Conforme resposta apresentada pelo entrevistado, como o preço da gasolina está tabelado e pré-fixado, o valor do etanol também. Com isso, segundo o entrevistado, o produtor de etanol obtém lucros cada vez menores, pois os custos fixos de produção continuam aumentando.

3.1.1.2 Entrevista na USINA A

As perguntas referentes aos questionários um, dois e três (Apêndice I, II e III) foram respondidas por uma equipe de profissionais do setor produtivo, cada qual na sua competência. O gerente industrial respondeu os questionários um e três e o coordenador agrícola respondeu apenas o questionário dois.

A cadeia produtiva da qual faz parte a Usina A é representada pela figura 19. Foi constatado que o fluxo produtivo inicia na produção de cana-de-açúcar ou aquisição desta matéria-prima junto aos fornecedores da empresa e avança para os processos de corte da cana, carregamento, transporte, armazenagem, processamento, destilação, produção e estocagem do etanol.

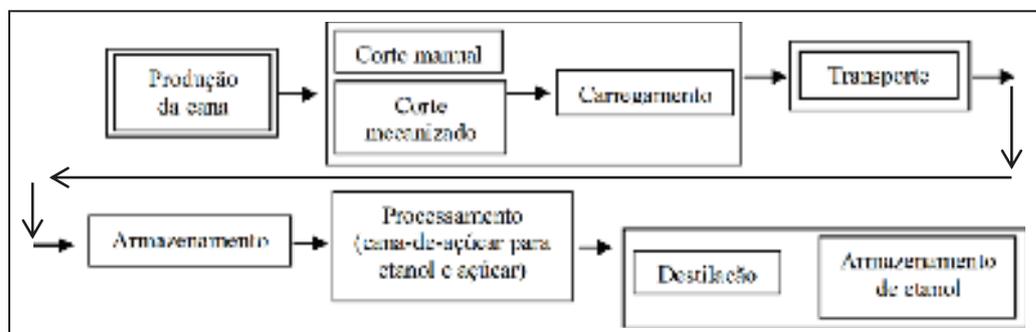


FIGURA 19 – MAPEAMENTO DA CADEIA INTERNA DE SUPRIMENTO DO ETANOL NA USINA A
Fonte: Entrevista realizada com colaborador da Usina A

Como se pode constatar pela observação da Figura 19, após a etapa de produção da cana-de-açúcar, o processo produtivo avança para o corte desta matéria-prima, que pode ser mecânico ou manual, sendo que o corte mecânico representa 60% desse processo.

Logo após a etapa de corte, a cana-de-açúcar cortada é carregada por funcionários da Usina A em veículos próprios da empresa ou locados. O transporte da cana-de-açúcar cortada representa uma operação totalmente tercerizada, mas que também é gerenciada pelos administradores da Usina A. O armazenamento da matéria-prima no parque industrial é flutuante, influenciado pela demanda produtiva da indústria, sendo este em certos casos necessários, porém restritivos, devido à interferência na qualidade da cana e conseqüentemente, na eficiência da produção do etanol.

Conforme o gerente industrial, o sistema de controle da produção gera relatórios intitulados Boletins de Controle de Produção, que permitem aos seus gestores fazerem consultas a qualquer momento, para a realização de um planejamento de curto prazo, com base em dados reais registrados no dia anterior. Durante o período matutino são produzidos boletins que relatam o histórico de produção, com relação aos fluxos de matéria-prima, estoque, transporte, moagem, produção e armazenamento de etanol. Os dados desses boletins são usados pelas gerências agrícola, industrial e comercial para subsidiar operações de curto e médio prazos.

A meta de produção da Usina A é de conhecimento de todos os setores da organização, sendo definida em função da área plantada de cana-de-açúcar, ou seja, para cada hectare de canavial, projetam-se mil toneladas de cana-de-açúcar. Esta estimativa pode variar dependendo das condições físicas do canavial, como, por exemplo, quantos cortes já foram feitos, se houve adubação ou ainda se houve replantio.

Contudo, a meta com relação à receita da empresa não é divulgada, devido à flutuação de preços do mercado de insumos e do valor de comercialização do etanol, além das restrições referentes à divulgação de custos de produção.

Dentre as dificuldades que influenciam o dia-a-dia da empresa em seu processo produtivo, de acordo com o entrevistado, foram citadas: a mão-de-obra no corte da cana-de-açúcar; o processo de armazenamento, pois a perda na eficiência de produção é significativa, visto que a cana-de-açúcar velha reduz o ATR; e os fatores climáticos nos processos de carregamento e transporte.

As questões financeiras orientam as decisões da empresa quanto à expansão ou redução de produção, visto que estão ligadas aos investimentos em aumento e manutenção dos canaviais e em aquisição e manutenção de equipamentos agrícolas e industriais.

Segundo o gerente industrial e o coordenador agrícola indicaram a moagem como sendo o elo que define a capacidade do fluxo da produção. Este elo é visto como um elemento físico, ou seja, está relacionado à capacidade dos equipamentos, pelas manutenções preventivas e preditivas, por estoques de peças, por um corpo de técnicos responsáveis em solucionar problemas, reduzindo assim os *leads times*.

A Usina A trabalha com canaviais plantados em terras próprias e arrendadas, de acordo com o entrevistado. No momento da pesquisa, a Usina A possuía 30 contratos de arrendamento, sendo estes selecionados em função da logística, ou seja, pela distância entre as lavouras e a indústria.

A relação da Usina A com os arrendatários era firmada através de contratos de arrendamento, sendo que o descumprimento deste podia levar ao seu rompimento. Sua produção de etanol era escoada através de canais diretos, escolhida de acordo com os custos financeiros do transporte. O relacionamento entre a Usina A e os canais de

distribuição eram estritamente comerciais. As negociações eram ditadas pelo valor de mercado, tendo como referência os dados da UNICA.

O transporte do etanol da usina era de responsabilidade de uma distribuidora contratada e a comercialização era realizada em função da demanda.

Identificação da restrição

De acordo com as informações prestadas pelo entrevistado da Usina A, a restrição do sistema produtivo interno encontra-se no processo de moagem, variando de posição na cadeia interna de suprimento, devido às interferências no fluxo produtivo e de sua complexidade. Houve certa confusão na identificação de restrições, como, por exemplo, a indicação dos fatores climáticos como elemento restritivo. Em análise posterior, interpretou-se esta informação como relato de uma adversidade do ambiente produtivo da Usina A, mas não necessariamente como uma restrição de capacidade.

Percebeu-se que outros fatores interferiam diretamente na SC interna da Usina A, retratavam o alto nível de incerteza presente no ambiente produtivo.

Concluiu-se, ao término desta entrevista, que existiam diversos fatores restritivos apontados pelo entrevistado, que exerciam influência no sistema produtivo, como os processos de corte da cana-de-açúcar, armazenamento da matéria prima, carregamento e transporte, e os fatores climáticos. O processo de moagem, contudo, era o elemento que definia regularmente o fluxo de produção.

Flutuações do fluxo de produção eram geradas em função das ocorrências diárias como, por exemplo, a rotatividade excessiva de mão-de-obra (dificultando a operação de corte da cana-de-açúcar) e até mesmo no caso de corte mecanizado, em que a quebra de uma colhedora poderia interferir diretamente na quantidade de cana programada para entrega à usina.

Em relação ao armazenamento da cana, o entrevistado explicou a interferência na queda de produtividade, pois a cana-de-açúcar muito tempo cortada ficava velha e comprometia o rendimento na produção do etanol, pois a ATR diminuía.

Em relação ao carregamento e transporte, verificou-se que poderiam comprometer a logística de entrada de matéria-prima a ser processada, reduzindo a capacidade de moagem, que conseqüentemente reduziria a produção de etanol, ficando comprometido o processamento de matéria-prima e a capacidade de destilação do etanol.

Outro fator que influenciava a produção era o clima. Em virtude do excesso de chuvas, podia ocorrer o comprometimento da operação de corte de cana-de-açúcar. Entrar no canavial encharcado para carregar e transportar significava, neste caso, sacrificar o mesmo, comprometendo assim a plantação para os próximos cortes, ou seja, o canavial danificado durante a colheita na chuva, no período de estiagem deveria ser recuperado, aumentando os custos fixos.

A falta de política regulamentadora do governo foi citado como fator que influenciava a política de trabalho da empresa, impedindo investimentos na produção e aumento de área de canaviais, interferindo decisivamente na produção.

De acordo com a investigação, outro fator identificado foi com relação aos canais de distribuição, no que se referia aos fatores mercadológicos que influenciavam diretamente na comercialização do etanol. Neste caso, o fator era externo à usina e estava presente na demanda de mercado inferior à capacidade produtiva instalada.

Havia incerteza na decisão de estocar ou negociar o etanol produzido, de acordo com o entrevistado, que dependia do local para o armazenamento, de questões financeiras e cumprimentos de contratos. O fato de deixar armazenado o etanol e ser comercializado no período da entressafra era uma tomada de decisão vantajosa, devido aos preços estarem mais atrativos.

Pode-se concluir, portanto, que a moagem era o fator restritivo da Usina A, sendo seu fluxo produtivo influenciado por outros fatores que geravam incertezas.

3.1.1.3 Entrevista na Usina B

As perguntas referentes aos questionários um, dois e três (Apêndice I, II e III), foram aplicados para vários profissionais da Usina B tais como: o responsável pelo processo produtivo (gerente industrial), os gerentes das áreas agrícola e comercial, os responsáveis pelo fluxo de produção e os conhecedores do processo produtivo.

Os resultados obtidos em algumas questões, apresentaram divergências no que diz respeito às restrições, como por exemplo o gerente industrial, informou que a restrição estava na capacidade de moagem, enquanto que o gerente agrícola afirmou que estava nos fatores climáticos, sustentando que o clima poderia complicar a colheita da cana e impactar no fluxo de produção por restringir o fluxo de chegada de matéria-prima.

O corte de cana-de-açúcar e os fatores climáticos foram os principais pontos, segundo os entrevistados, que comprometiam a harmonia do sistema produtivo da Usina B, podendo originar uma restrição.

Os fatores climáticos contribuía como um fator restritivo, em função de períodos chuvosos, que interferiam diretamente no corte da matéria-prima, carregamento e principalmente no transporte. Segundo o gerente agrícola, nos dias chuvosos era necessário reprogramar todo o fluxo produtivo, até que a estiagem retornasse.

O gerente comercial citou que a restrição encontrava-se no preço de comercialização, pois se as negociações fossem satisfatórias a empresa aumentaria também o seu ganho, e conseqüentemente sua lucratividade, investindo mais na

manutenção e aumento de seus canaviais e no aumento da capacidade de moagem. Nas demais questões respondidas pelo entrevistado, houve bastante convergência nos pontos de vistas apresentados.

O clima e o preço de comercialização citados como restrições, representavam incertezas, que podiam impactar o fluxo de produção. Mas no sentido técnico da Teoria das Restrições a capacidade de moagem é que representava a restrição. Portanto, o elo que definia o fluxo de produção é a moagem.

Outro fator que interferia na SC do etanol da Usina B era a política administrativa da empresa, que definia a capacidade produtiva da indústria e os investimentos em aumento e conservação dos canaviais, limitando assim a SC em ter melhores desempenhos e ganhos financeiros.

Segundo o entrevistado, eram feitas estimativas de corte e moagem e era a partir da moagem que se definia quanto o sistema produtivo deveria cortar e transportar. Diariamente, as gerências responsáveis pelas áreas agrícola e industrial reuniam-se para conferir se o volume programado de produção poderia ser cumprido. Caso contrário, o programa de produção era imediatamente modificado e as alterações eram repassadas aos setores de corte de cana-de-açúcar, transporte, moagem, destilação e comercial.

Através das entrevistas foram identificados os elos da cadeia de produção do etanol da Usina B. Na figura 20 está representado a CP interna do etanol nesta usina, apresentando uma visão que considera a produção de cana-de-açúcar até a obtenção do etanol:

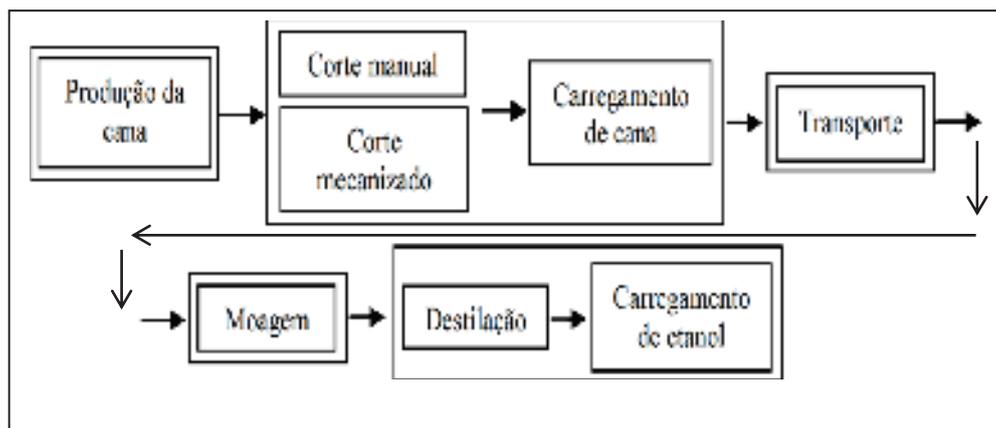


FIGURA 20 – MAPEAMENTO DE CADEIA INTERNA DE SUPRIMENTO DO ETANOL NA USINA B
 Fonte: Entrevista realizada com um colaborador da Usina B

A produção da cana-de-açúcar para o consumo da Usina B era realizada totalmente pela empresa, sendo em alguns casos produzidos por terceiros. A operação de corte podia ser manual ou mecanizada e também era realizado integralmente pela empresa.

O carregamento era realizado por funcionários e maquinários próprios da Usina B, mas o transporte de matéria-prima era totalmente terceirizado, embora controlado pela usina. Era feito contrato de prestação de serviço para o transporte da cana-de-açúcar, entre a usina e o proprietário do caminhão, sendo que o preço era negociado em toneladas de cana transportada.

A cana-de-açúcar usada como matéria-prima era estocada em depósito próximo às instalações da indústria ou na área de canavial, de acordo com a necessidade, influenciando diretamente na produção, ou seja na eficiência industrial, devido ao impacto exercido pela forma de armazenamento, queda da ATR e conseqüentemente, baixa qualidade da matéria-prima.

A comercialização do etanol era realizada com distribuidoras goianas através de canal direto e eventualmente, com distribuidoras de outros estados, devido à facilidade e

ao favorecimento logístico. O preço era ditado pelo mercado, tendo como referência os valores divulgados pela UNICA e CEPEA.

O transporte do etanol da Usina B era de responsabilidade da distribuidora e a comercialização era realizada em função das vendas concretizadas em decorrência de melhores preços e facilidades de negociação.

Os processos de produção eram monitorados e os controles gerenciados através de informações obtidas de um sistema de informação de dados, onde eram lançados em tempo real os dados de entrada de cana na balança, moagem, análise da cana, produção e controle da produção de etanol, dentre outros.

Estes dados permitiam tomada de decisão imediata e eram subsídios utilizados para nova programação da produção, orientando o responsável pela comercialização sobre as novas estratégias a serem seguidas.

A Usina B produzia toda sua cana-de-açúcar, mas em alguns casos dependia da oferta e disponibilidade da matéria-prima de terceiros. Seus canaviais estavam plantados em terras arrendadas, em aproximadamente 30 propriedades rurais.

Os contratos eram firmados com os arrendatários, sendo que o descumprimento destes, poderia ser o motivo para o encerramento e devolução das terras. No caso em questão, entre a usina e o arrendatário existia relação de parcerias, favorecendo o entendimento.

Entre o gerente industrial e o agrícola entrevistados, podia-se perceber uma visão única quanto à restrição uma vez que, ambos concordavam que estava na capacidade de moagem, pois todos os outros processos de corte de cana-de-açúcar, transporte, destilação, estocagem de etanol e comercialização, conseguiam acompanhar a demanda produtiva.

Identificação da restrição

Ao longo da pesquisa na Usina B, nas visitas e nas entrevistas, verificou-se a dinâmica e a complexidade da produção interna do etanol e foi possível perceber a dificuldade dos entrevistados em vislumbrar a SC como um todo e não como elos isolados.

Foram identificados alguns fatores que interferiam no fluxo produtivo, sendo estes no corte da cana-de-açúcar, na capacidade de moagem e fatores climáticos, confirmando assim as incertezas existentes nesta SC.

O fator restritivo no corte estava relacionado à mão-de-obra, ou seja na escassez de cortadores de cana-de-açúcar na região, tendo que recorrer a outras regiões na tentativa de suprir esta necessidade.

A operação de corte de cana-de-açúcar contemplava, além do processo manual, o corte mecanizado. A operação de corte realizada por máquinas era influenciada pela dificuldade de trabalho com relação às colhedoras de cana-de-açúcar, no que se referia a quebras e manutenções, interferindo diretamente na quantidade de cana que era entregue à usina para ser processada.

O fator capacidade de moagem referia-se à quantidade de matéria-prima processada, ou seja, a moagem não conseguia atender a demanda de cana-de-açúcar entregue na indústria. Para tanto, a empresa necessitava investir em aquisições de mais equipamentos de extração, aumentando a capacidade de produção diária do processo.

3.1.1.4 Entrevista na USINA C

As perguntas referentes aos questionários um, dois e três (Apêndice I, II e III) foram respondidas por diversos profissionais da Usina C, incluindo os responsáveis

pelas áreas de gerência de produção industrial, gerência agrícola, responsabilidade técnica da empresa e coordenação comercial. Em princípio, foi solicitado apenas um representante da organização, mas a diretoria da Usina C, sugeriu que o corpo técnico respondesse, totalizando quatro profissionais.

A cadeia produtiva da qual faz parte a Usina C é representada pela figura 21. Nesta figura, constata-se que o fluxo produtivo inicia-se na produção de cana-de-açúcar ou aquisição desta matéria-prima junto aos fornecedores da empresa e avança para os processos de corte da cana, carregamento, transporte, armazenagem, processamento, destilação, produção e estocagem do etanol.

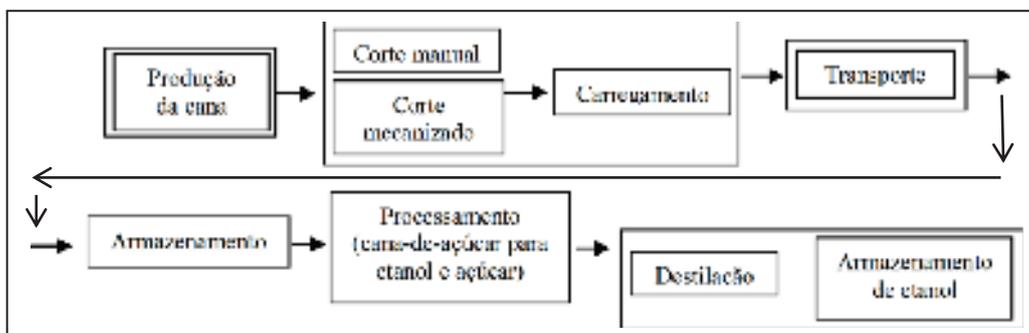


FIGURA 21 – MAPEAMENTO DE CADEIA INTERNA DE SUPRIMENTO DO ETANOL NA USINA C

Nas entrevistas com o gerente agrícola, o industrial e o responsável técnico da empresa, pode ser constatado um consenso absoluto em definir a etapa de moagem como elemento restritivo da cadeia interna de suprimento. Esta restrição era influenciada, segundo o gerente industrial, pela capacidade produtiva dos equipamentos, pelas realizações de manutenções preventivas (que evitavam quebras e paradas não programadas) e por manter um estoque de peças fundamentais, pois a falta destas podia atrasar ainda mais a produção, aumentando assim os *leads times*.

Na cadeia interna de produção da Usina C, parte da produção de cana-de-açúcar era feita pela própria empresa e parte por fornecedores contratados. A etapa de corte da

cana-de-açúcar era realizada de forma manual ou mecanizada. O carregamento da cana era realizado por máquinas e funcionários da empresa.

O transporte de matéria prima era totalmente terceirizado, mas gerenciado pela Usina C. Existia uma diretriz na organização, no sentido de se evitar o armazenamento de cana-de-açúcar, buscando-se o mínimo estoque. Dessa forma, assim que a cana-de-açúcar era cortada, imediatamente era transportada e posteriormente processada.

Estas etapas do processo de industrialização, conforme relatado pelo entrevistado era bastante semelhante ao processo da usina A, diferenciando na etapa de estocagem de cana-de-açúcar, visto que a Usina C procurava trabalhar com estoque reduzido. Outra semelhança era que as duas usinas utilizavam cana-de-açúcar e mel¹⁸ para produção do etanol.

Segundo o coordenador comercial, a negociação do etanol era realizada através de canais diretos, pela facilidade. O relacionamento da empresa com as distribuidoras era apenas comercial. Os preços de comercialização do etanol eram praticados em função do valor de mercado. Nas negociações as distribuidoras assumiam a responsabilidade do transporte do etanol.

Todos os processos e os controles da CP interna de etanol da Usina C eram monitorados em tempo real e as principais perdas da produção eram controladas, como, por exemplo, as paradas, os ritmos e os refugos. Os fluxos da produção eram gerenciados através de boletins de controle.

Estes dados também orientavam as ações do departamento comercial, pois de posse destas informações era possível definir o quanto de etanol estava disponível para negociação imediata e o que se poderia fazer compromisso para negociações futuras.

¹⁸ Mel - subproduto vindo da produção de açúcar.

A relação da Usina C com os seu arrendatários era baseada em contratos de arrendamento, sendo que o descumprimento destes poderia levar ao seu rompimento.

A produção de etanol da Usina C era realizada através de canais diretos, escolhidos de acordo com o fator preço. O relacionamento entre usina e os canais de distribuição eram estritamente comerciais. As negociações eram ditadas pelo valor de mercado, tendo como referência os dados da UNICA.

O transporte do etanol da usina era de responsabilidade da distribuidora e a comercialização era realizada em função da demanda.

Identificação da restrição

Através das respostas dos questionários e entrevistas, pode-se afirmar que existia consenso absoluto entre os entrevistados de que a etapa de moagem era a restrição. O corte de cana-de-açúcar e os fatores climáticos foram os principais pontos, segundo os entrevistados, que comprometiam a harmonia do sistema, podendo originar uma restrição.

O problema no corte de cana-de-açúcar estava ligado à escassez de mão-de-obra na região próxima a usina, tendo que apelar para a busca de empregados em outras regiões. Os fatores climáticos interferiam na produção, em virtude das chuvas torrenciais que comprometiam as atividades de corte, carregamento e transporte de cana-de-açúcar.

Segundo o coordenador comercial a restrição identificada com relação aos canais de distribuição eram as negociações da venda de etanol.

3.1.2 Análise da Participação das Distribuidoras na Cadeia de Suprimento do Etanol

As distribuidoras de combustíveis¹⁹ são as responsáveis em fazer o escoamento

¹⁹ Distribuidoras de combustíveis - Segundo a portaria 202, da ANP, de 30 de dezembro de 1999, no seu Art. 2º A atividade de distribuição de combustíveis líquidos derivados de petróleo, álcool combustível e outros combustíveis automotivos deverão ser realizadas por pessoa jurídica constituída sob as leis brasileiras, que atenda em caráter permanente, aos seguintes requisitos: possuir registro de distribuidor e possuir autorização para o exercício da atividade de distribuição. Nesta mesma portaria define as atividades das distribuidoras de combustíveis: “A atividade de distribuição compreende a aquisição, armazenamento, transporte, comercialização e o controle de qualidade dos combustíveis líquidos derivados de petróleo, álcool combustível e outros combustíveis automotivos.”

da produção das usinas produtora de etanol e representam o terceiro elo da cadeia produtiva do etanol.

Foram feitas três entrevistas em três distribuidoras diferentes segundo o roteiro apresentado no Apêndice IV. As distribuidoras que serviram como objetos de estudo foram nomeadas como Distribuidora A, Distribuidora B e Distribuidora C, no sentido de mantê-las em anonimato.

3.1.2.1 Entrevista na Distribuidora A

As perguntas referentes ao questionário 4 (Apêndice IV) foram respondidas pelo gerente responsável pela distribuidora, conhecedor de todo o processo operacional. Segundo o entrevistado, o elo usina é que define o fluxo da Cadeia de Suprimentos do etanol, pois são elas que definem o quanto produzir e o que produzir.

A negociação de etanol era em função da demanda e a escolha da empresa que iria fechar a compra ou venda é em função da logística, levando sempre em conta o preço.

A política de preço era definida através do valor de mercado e o relacionamento das usinas com as revendas era estritamente comercial, não existindo afinidades de cooperação e parceria.

O quesito restritivo com relação às usinas é a logística e com relação às revendas era o fator financeiro, que podia ser gerador de riscos e incertezas na evolução da oferta e demanda da venda do etanol. O seu valor era baseado na percepção do mercado nos ganhos futuros e no risco embutido.

Nas negociações de venda do etanol, o valor do transporte estava embutido no preço final, sendo este de responsabilidade da revenda a varejo. Cabe ressaltar que o

transporte só poderia ser realizado através de um transportador oficial, que cumprisse todas as normas de segurança e as legislações de transporte de produtos perigosos.

3.1.2.2 Entrevista na Distribuidora B

As perguntas referentes ao questionário 4 (Apêndice IV) foram respondidas pelo diretor comercial da Distribuidora B. Segundo o entrevistado, o elo usina era o que definia o fluxo da cadeia de suprimento do etanol, e os elos distribuidora e revenda como dependentes das usinas, bem como o consumidor final, que estão sujeitos a preços e volume negociados de acordo com a definição das mesmas.

A negociação do etanol ocorria em função da capacidade de armazenamento, sem deixar de levar em consideração a demanda, pois muitas das vezes, sem ter local para armazenagem, o negócio era fechado com o produtor para entregas futuras.

Cabe ressaltar que as distribuidoras eram registradas na ANP e era fornecida uma cota de comercialização pela Petrobrás. Esta cota era avaliada podendo ser aumentada ou reduzida conforme o volume negociado.

A escolha da empresa ocorria em função do preço estabelecido pelo valor de mercado. O relacionamento do produtor com a revenda era estritamente comercial, tudo estabelecido em contrato mercantil.

Uma das restrições encontradas com relação à escolha da usina a ser negociada era o fator logístico, que interferia consideravelmente no valor final do produto, devido ao frete.

Com relação à revenda não era muito diferente, pois o fator financeiro era a restrição. Para tanto, o frete representava um fator restritivo e a responsabilidade dos mesmos ficava sempre a cargo de quem comprava. No caso, se a distribuidora comprava o etanol ela assumia o frete se era a revenda, ela responsabilizava pelo transporte.

3.1.2.3 Entrevista na Distribuidora C

As perguntas referentes ao questionário 4 (Apêndice IV) foram respondidas pelo diretor geral. Segundo o entrevistado, o elo usina era o que definia o fluxo da Cadeia de Suprimentos do etanol, como citado pelas outras distribuidoras. Eram elas as responsáveis pela definição da oferta, pois tentavam manipular o mercado, aumentando ou reduzindo a oferta de acordo com a demanda, e variando de acordo com safra e entressafra.

A escolha da empresa a ser negociada era baseada em preço e facilidade de negociação, tendo como política de preço, o valor de mercado. O relacionamento com as usinas e os revendedores era comercial, sendo as negociações realizadas através de contratos de venda mercantil, com garantias comerciais reais.

Segundo o entrevistado a responsabilidade do transporte era da distribuidora, quando adquiria o etanol, e a cargo da revenda, quando vendia o produto.

3.1.3 Revendas de Etanol

Os revendedores de etanol são os postos de combustíveis. Eles são o quarto elo da Cadeia de Suprimentos do etanol. Os postos tem o contato direto com o consumidor final. Existia uma relação de dependência tanto com as distribuidoras como com o consumidor, pois não há outra forma de comprar o etanol, a não ser por meio das distribuidoras e depende exclusivamente do consumidor para ter receitas.

Foram entrevistados um representante do sindicato de comércio de combustível do Estado de Goiás e três representantes de revenda de combustíveis, sendo denominados de Revenda A, Revenda B e Revenda C, para manter o anonimato.

3.1.3.1 Entrevista no SINDIPOSTO

O SINDIPOSTO - Sindicato do Comércio Varejista de Derivados de Petróleo no Estado de Goiás é uma Classe Sindical Patronal.

O SINDIPOSTO representa a categoria da Revenda de Combustíveis no Estado de Goiás, comprometida com a defesa de interesses coletivos de seus Associados em suas reivindicações por um trabalho mais digno, resolvendo assuntos relevantes da Revenda junto a órgãos públicos municipais, estaduais e federais e em todos os momentos críticos de suas gestões corporativas (SINDIPOSTO, 2011).

Foi criado na década de 70, a partir da necessidade de constituir um grupo que tivesse forças econômicas e políticas, para encarar os problemas comuns, enfrentados pela classe.

Síntese da entrevista

A entrevista foi semi-estruturada, orientada pelo roteiro de entrevista apresentado no Apêndice VII e direcionada ao representante do SINDIPOSTO, com a finalidade de buscar informações sobre a Cadeia de Suprimentos do etanol e o que ela representa para o Estado de Goiás, uma vez que o Sindicato visualiza o relacionamento das revendas com as distribuidoras de combustíveis e com os consumidores finais. Os elos da cadeia produtiva do etanol segundo a percepção do entrevistado estão representados na figura 22:

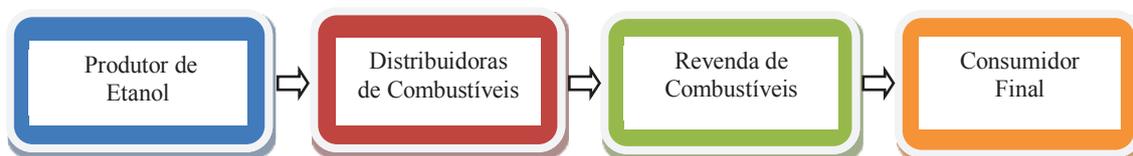


FIGURA 22 - CADEIA DE SUPRIMENTO DO ETANOL DE ACORDO COM O SINDIPOSTO
Fonte: SINDIPOSTO, 2011.

Para o entrevistado, a cadeia produtiva do etanol é bastante importante para o Estado de Goiás, sendo este o segundo maior produtor do Brasil e um dos responsáveis em movimentar a economia do setor. Para ele existem algumas ligações institucionais do SINDIPOSTO com outras instituições como ANP, SCA, FECOMBUSTÍVEIS²⁰,

²⁰ FECOMBUSTÍVEIS - Federação Nacional do Comércio de Combustíveis e Lubrificantes. A principal meta da FECOMBUSTÍVEIS é a conquista de um mercado nacional leal e saudável de combustíveis. Para tanto, é importante combater práticas lesivas ao consumidor, como as adulterações de combustíveis. O mesmo vale para a sonegação de impostos.

SINDICOM e demais instituições ligadas ao setor de combustíveis, além de sindicatos patronais, órgãos ambientais e trabalhistas.

Para o entrevistado o papel principal do SINDIPOSTO no contexto produtivo do etanol é de representante dos interesses das empresas revendedoras de combustíveis. Para ele, o produtor de etanol define o andamento da cadeia de produção, por ser quem determina quanto etanol produzir, negociar ou estocar, interferindo assim no preço final do produto.

3.1.3.2 Entrevista na Revenda A

As perguntas referentes aos processos de trabalho da Revenda A, conforme roteiro de entrevista apresentado no Apêndice V, foram respondidas pelo gerente dessa organização. Segundo o entrevistado, o elo usina é que define o fluxo da Cadeia de Suprimentos do etanol, pois ela é quem determina a quantidade de etanol a ser colocado no mercado, interferindo no valor final do produto.

Se tiver bandeira, a revenda é obrigada a comprar só da distribuidora que a fornece, mas existe negociação em função do preço e do valor mercado. Cabe ressaltar que estas questões são todas registradas em contrato.

Segundo o entrevistado, o relacionamento com a distribuidora é comercial, mas, existem facilidades de negociação, dependendo do volume de etanol a ser negociado.

O contato com o consumidor é também comercial, pautado no respeito, pois como foi mencionado pelo entrevistado “... as revendas dependem deles, pois são eles que nos pagam, e nós é que pagamos as distribuidoras. É uma cadeia em que um depende do outro”.

Com relação às distribuidoras e o consumidor final, o entrevistado sustentou como sendo a maior restrição o fator financeiro, seja nas negociações comerciais de compra do etanol da usina ou de venda ao consumidor final.

O transporte da distribuidora até a revenda é de responsabilidade da distribuidora, sendo embutido o valor do frete no preço da negociação.

3.1.3.3 Entrevista na Revenda B

As perguntas referentes aos processos de trabalho da Revenda B, conforme roteiro de entrevista apresentado no Apêndice V, foram respondidas pelo proprietário do posto de combustível. Segundo o entrevistado, o elo usina é que define o fluxo da Cadeia de Suprimentos do etanol.

Durante a visita, o entrevistado buscou ser bem objetivo, deixando transparecer a todo o momento que o mercado de combustíveis é muito voltado para as questões financeiras, preço e condições de pagamento. As negociações realizadas são em espécie ou com garantias, sejam ela de bens móveis ou mediante a existência de um fiador.

O valor de mercado é que define o preço a ser negociado. O relacionamento com as usinas, bem como com o consumidor final é comercial, havendo certa flexibilidade com as empresas cativas, que têm um cadastro bom e que mantêm uma fidelidade.

A restrição citada entre a revenda e a distribuidora está nos fatores financeiros, devido a negociações e contratos comerciais. A restrição da revenda e o consumidor final também são questões financeiras, uma vez que o consumidor sempre acha que está pagando a mais, e quer prazo, na maioria das vezes. Esta restrição é determinada pela insegurança e risco, na evolução da oferta e demanda, mas com relação à SC do etanol é citada como elo restritivo à usina produtora de etanol.

O transporte do etanol da distribuidora à revenda é de responsabilidade financeira do posto, mas a distribuidora impõe o transportador, por questão de segurança.

3.1.3.4 Entrevista na Revenda C

As perguntas referentes aos processos de trabalho da Revenda A, conforme roteiro de entrevista apresentado no Apêndice V foram respondidas pelo gerente do posto de combustível. Segundo o entrevistado, o elo usina é que define o fluxo da cadeia de suprimentos do etanol, pois ela é responsável por estabelecer a economia do setor.

Segundo o entrevistado, a escolha da distribuidora está restrita ao contrato mercantil, mas o preço é negociável, de acordo com o valor de mercado.

O nível de relacionamento com as distribuidoras e o consumidor final é comercial, mas o cadastro do cliente influencia na venda do produto.

O fator financeiro foi a restrição encontrada no relacionamento com as distribuidoras e com o consumidor final, sendo este responsável pelos riscos e incertezas de negociações comerciais. E vislumbra o produtor de etanol como o elo restritivo da SC.

O transporte do etanol da distribuidora até a revenda é de responsabilidade da última, apesar da revenda possuir frota própria, mas se não estiver dentro das normas a distribuidora se recusa a carregar.

3.1.4 Considerações Parciais - Análise Qualitativa

A SC do etanol para o Estado de Goiás é bastante significativa, pois é responsável pela geração de vários empregos e propicia uma boa arrecadação financeira de impostos ao governo.

De acordo com os aspectos levantados, a cadeia de suprimentos do etanol no Estado de Goiás é composta por quatro elos principais: produtor de cana-de-açúcar, produtor de etanol (usina), distribuidor de combustíveis e revenda de combustíveis, representado na figura 23:

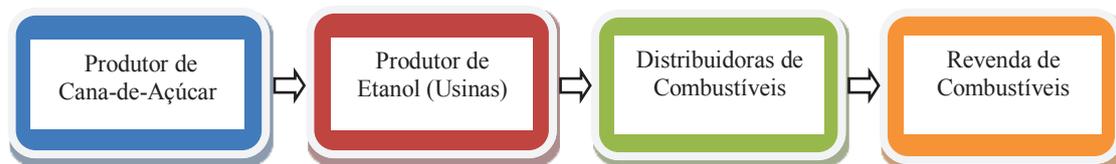


FIGURA 23 - CADEIA DE SUPRIMENTO DO ETANOL NO ESTADO DE GOIÁS

Fonte: Dados da Pesquisa

O setor sucroenergético goiano tem ligações institucionais tanto com os órgãos ambientais, trabalhistas e demais instituições ligadas ao setor. As usinas são representadas pelo SIFAEG e as revendas de combustíveis pelo SINDIPOSTO.

O produtor de etanol é quem define a fluxo de produção, ao longo da SC, pois ele que delibera o que e quanto produzir.

A produção goiana é escoada através de canais diretos com as distribuidoras e a política de preço adotada pelo setor é a de valor de mercado.

O custo do frete está embutido no valor final do etanol, sendo este influenciado pelos fatores logísticos, ou seja, pela distância do produtor até a revenda e disponibilidade da frota transportadora. O transporte é de responsabilidade da distribuidora, quando compra da usina, e de responsabilidade da revenda quando esta compra da distribuidora. O custo final é repassado à jusante da cadeia produtiva até chegar ao consumidor final

O setor sucroenergético é um setor extremamente influenciado pela variável financeira, envolvendo fatores de risco e incertezas, expansão de canaviais, aumento da capacidade de moagem, custo de produção, custo de frete, comercialização, impostos e

encargos. Entretanto, o elo restritivo da Cadeia de Suprimentos do etanol no Estado de Goiás é o produtor de etanol.

Através da realização de entrevistas, observou-se que em Goiás a cultura de possuir fornecedores de cana-de-açúcar é reduzida, na SC do etanol. Os produtores de etanol geralmente fabricam sua própria matéria-prima, em terras arrendadas, e a decisão sobre o que produzir é dividido entre a produção de açúcar e etanol, depende da análise de oportunidades de negócios.

A figura 24 representa o mapeamento da cadeia interna de suprimento do etanol nas três cadeias produtivas estudadas, de forma sucinta, mostrando desde a produção de matéria-prima até o armazenamento de etanol.

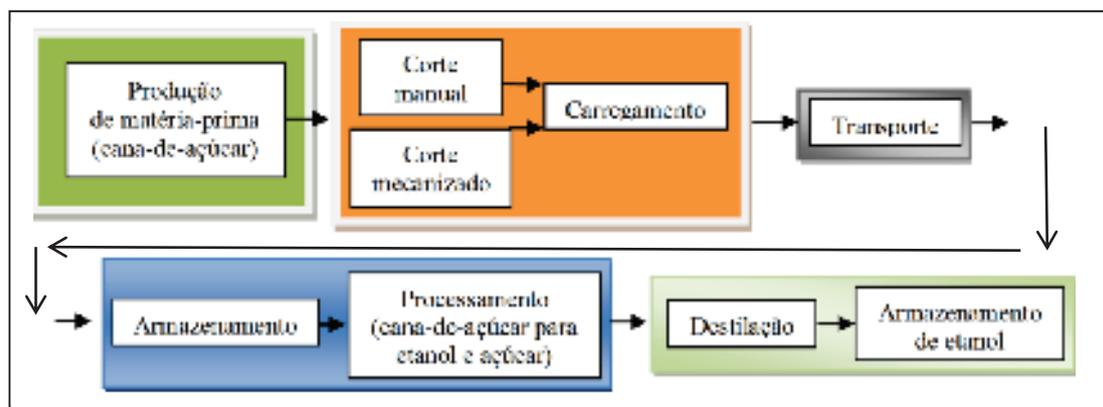


FIGURA 24 – CADEIA INTERNA DE SUPRIMENTO DO ETANOL, NAS USINAS ESTUDADAS
Fonte: Dados da Pesquisa

O consumidor final não é representado na cadeia produtiva do etanol, como elo, tendo apenas a ligação com a revenda de combustível, à jusante na cadeia.

Sua participação na cadeia é restrita à escolha em consumir etanol ou outro combustível. O fator preço é o principal determinante de sua escolha.

3.1.5 Análises Comparativas entre as Cadeias Produtivas

As cadeias produtivas internas estudadas, segundo os instrumentos de pesquisa

apresentados nos Apêndices I, II e III, possibilitaram estabelecer uma analogia entre os resultados encontrados.

Os entrevistados das três cadeias, ao responder sobre as etapas do processo de fabricação do etanol as descreveram de forma semelhante: a matéria-prima chega à indústria pronta para ser processada, passa pela balança, moagem, fermentação, destilação, estocagem e carregamento do álcool pronto para ser consumido. Estas etapas do processo produtivo, na indústria, foram relatadas pelos entrevistados, detalhadamente:

Os caminhões canavieiros são pesados em toneladas, em balanças de alta precisão, para computar o rendimento final. Após serem pesados, os caminhões são encaminhados para a estocagem de cana, ou seja, para o barracão de armazenamento e alimentação da mesa. Neste local, existem mecanismos que auxiliam no descarregamento, além de contar com o auxílio de pontes rolantes. O suprimento contínuo de cana no processo é feito através de mesas alimentadoras. Após estar na mesa, começa-se a preparação: efetua-se o primeiro corte no picador e em seguida a cana é desfibrada passando pelos ternos de moendas para a retirada do caldo açucarado. Neste momento, o caldo é dividido entre a fabricação de açúcar e etanol. Uma esteira elevadora de bagaço transporta-o para ser queimado na caldeira. Outra esteira de borracha transporta o bagaço até a esteira elevadora. Esteiras de arraste são responsáveis pelo transporte do bagaço de um terno ao outro. As bombas centrífugas bombeiam o caldo para a destilaria e a outra parte é enviada para o tratamento, ou seja, caleação e decantação. Após decantado, o caldo é enviado para a evaporação e flotação. O xarope flotado é enviado para o setor de cozimento, depois para cristalização e centrifugação. Deste processo de cozimento e centrifugação, fabrica-se o açúcar que produz um resíduo de mel final. Este mel final é composto de um *brix* em torno de 78%, uma pureza de 40% e uma ART de 55%. O mel final é diluído com água ou caldo, e é enviado à destilaria, para alimentar as dornas de fermentação. O vapor é produzido por caldeiras. Este vapor (vapor vivo), ao passar pelas turbinas, é transformado em energia mecânica cuja função é movimentar os equipamentos, tais como moendas, desfibrador, gerador de energia e outros. O vapor servido é conduzido até a destilaria promovendo o aquecimento das colunas. A pasteurização do caldo é realizada com a utilização de corpos de aquecimento direto por vapor. Para a fermentação são utilizadas dornas de fermentação alcoólica, bombas centrífugas para bombear caldo e etanol, conjuntos de trocadores de calor para resfriar caldo e mosto. Continuando o processo, são utilizadas centrífugas, para a centrifugação do mosto, cuja finalidade é separar o vinho alcoólico do fermento. O vinho é destilado para fabricar o etanol, através de aparelhos de destilação. A partir do momento que o etanol foi produzido, encaminha-se para a estocagem. Ali ele fica até ser comercializado com as distribuidoras. O etanol é bombeado para a plataforma de carregamento e analisado no laboratório, com a finalidade de atestar sua qualidade para o consumo.

No quadro 3 é apresentada a investigação preliminar junto às cadeias produtivas de etanol estudadas:

QUADRO 3 - RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DAS CADEIAS PRODUTIVAS ESTUDADAS

QUADRO RESUMO DAS ENTREVISTAS			
ATRIBUTOS	USINA A	USINA B	USINA C
Processos de produção	Monitorados	Monitorados	Monitorados
Controle da produção	Gerenciamento do fluxo de produção	Gerenciamento do fluxo de produção	Controle das principais perdas da produção, como paradas, ritmo e refugo
Obtenção de matéria prima (cana-de-açúcar)	Produz toda a matéria prima	Produz toda a matéria prima	Parte da matéria prima é produzida e parte adquirida de terceiros
Conhecimento da meta da empresa com relação à produção	Sim	Sim	Sim
Conhecimento da meta da empresa com relação ao faturamento	Não	Não	Não
Restrições (dificuldades) que influenciam o dia-a-dia da empresa em seu processo produtivo	No corte de cana-de-açúcar; No armazenamento de cana-de-açúcar cortada; No carregamento e transporte; Fatores climáticos.	No armazenamento de cana-de-açúcar cortada; Fatores climáticos.	No corte de cana-de-açúcar; Fatores climáticos.
Restrições encontradas no que se refere à política da empresa	Falta de uma política regulamentadora	Problemas financeiros, devido o custo de produção estar muito elevado	Problemas financeiros, dificuldades nas negociações dos produtos acabados
Orientação das decisões da empresa quanto à expansão ou redução de produção	Questões financeiras, dependendo do mercado para a negociação da produção	Questões financeiras, falta de capital para investimentos	Questões financeiras, falta de capital para investimentos
Elo da CP que define a capacidade do fluxo de produção	Moagem	Moagem	Moagem
Quantidade de arrendatários de terras	Mais de 30	Mais de 30	Mais de 30
Quantidade de fornecedores de matéria-prima (cana-de-açúcar)	Não possui	Não possui	21 a 29 fornecedores
Proporção de cana-de-açúcar comprada	Não compra	Não compra	1% a 20%
Orientação sobre comprar ou produzir a cana-de-açúcar	Finanças	Disponibilidade e finanças	Disponibilidade e finanças
Existência de contratos de arrendamento de terra ou de compra de cana	Sim	Sim	Sim
Existência de cooperação entre o produtor/arrendatário e a empresa	Sim	Sim	Sim
Restrições identificadas com os produtores ou arrendatários	Cumprimento de contrato	Logística	Preço de arrendamento ou matéria prima
Canais de vendas	Canal direto	Canal direto	Canal direto

continuação

QUADRO RESUMO DAS ENTREVISTAS			
ATRIBUTOS	USINA A	USINA B	USINA C
Razões da escolha pelos canais de venda	Preço	Logística	Facilidade
Nível de relacionamento com os canais de distribuição	Comercial	Comercial	Comercial
Política de preços	Valor de mercado	Valor de mercado	Valor de mercado
A comercialização do etanol é em função:	Da demanda	Fatores financeiros, dependendo da necessidade e disponibilidade de recursos financeiros	Fatores financeiros, dependendo da necessidade e disponibilidade de recursos financeiros
Restrições identificadas na relação da empresa com os canais de distribuição	Fatores financeiros, dependendo das oscilações de valores do mercado	Fatores financeiros, dependendo da necessidade de negociação	Fatores financeiros, dependendo das negociações focadas nos valores de mercado e disponibilidade de produção
Transporte do etanol	Responsabilidade da distribuidora	Responsabilidade da distribuidora	Responsabilidade da distribuidora

3.2 ANÁLISE DE REGISTROS ORIUNDOS DOS BOLETINS DE PRODUÇÃO

A segunda parte da análise realizada nesta pesquisa foi baseada nos dados obtidos nos boletins de produção das cadeias internas produtivas do etanol das usinas estudadas, compreendendo o período da safra 2010/2011²¹. Esta decisão sobre o período analisado foi feita em virtude da busca de informações atualizadas e de uma unidade estudada não ter informações disponíveis sobre a safra 2011/2012, até a conclusão deste trabalho, em decorrência da mudança no sistema de informação utilizado e falta de integração com o sistema de informações anterior.

Foram extraídos dos boletins, somente os dados numéricos diários. Porém, foram de extrema importância as análises dos demais dados contidos nestes documentos, pois verificou-se que a qualidade da matéria prima, quantidade de cana entregue, própria ou de fornecedores, quantidade de cana total entregue para produção de etanol e produção de açúcar separadamente e volume de etanol fabricado.

²¹ Quando se fala em safra 2010/2011, significa a realizada no ano de 2010 (convenção do setor).

3.2.1 Análise Realizada na Usina A

Através dos dados qualitativos numéricos dos fluxos de produção diários, representando a quantidade diária de cana-de-açúcar cortada entregue à usina, a matéria-prima transportada, a quantidade de cana processada (moída) e o volume de etanol produzido, analisou-se o sistema produtivo da cadeia de suprimento interna da Usina A.

A figura 25 representa a quantidade de cana-de-açúcar transportada e processada. O processo é sequencial e sincronizado, ou seja, o processamento de matéria-prima depende da conclusão da etapa anterior de transporte.

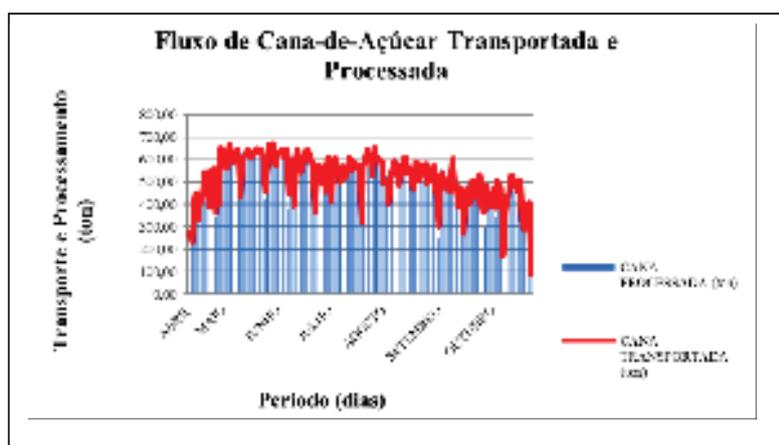


FIGURA 25 – FLUXO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA E PROCESSADA NA USINA A, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina A

A análise da figura 25 permite perceber a existência de dias em que o volume processado é reduzido. Segundo explicações do gerente industrial, a redução do volume processado ocorre em função de paradas programadas para manutenções preventivas ou corretivas, com o transporte também reduzido, devido a demanda de moagem e das incertezas na produção.

Após a moagem, passa-se para a fase de produção de etanol. Ao comparar a quantidade de cana-de-açúcar processada e o volume de etanol produzido, tem-se uma

relação de toneladas de cana por litros de etanol. Conforme Caldas (1998), ao passar de litro de etanol para tonelada de etanol²², considerando a produção de 100% e o grau de etanol a 20°C, encontra-se a densidade do etanol de 0,79 kg. Para tanto tem-se a relação: 1 litro de etanol equivale a 0,00079 toneladas.

Teoricamente esta comparação gera um fluxo constante e é influenciada diretamente pelo processo produtivo, que sofre variação de acordo com a eficácia do sistema de produção. A figura 26 representa a relação de volume de cana processada, destinada somente à produção de etanol, e a produção de etanol em toneladas.

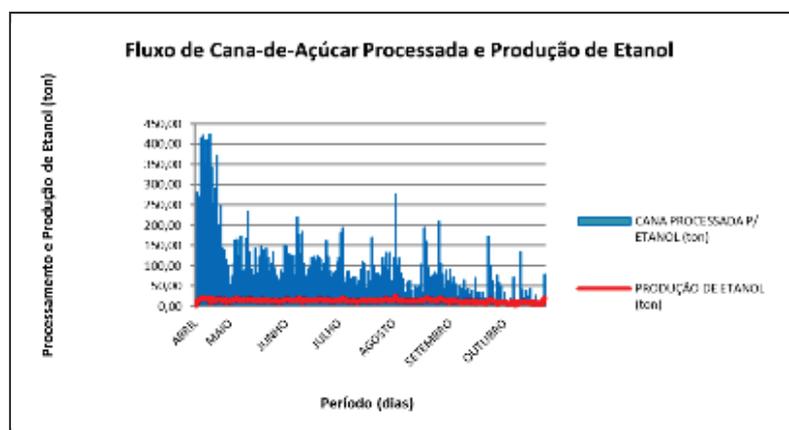


FIGURA 26 – FLUXO DE CANA-DE-AÇÚCAR PROCESSADA EXCLUSIVAMENTE PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL NA USINA A, NA SAFRA 2010/2011
Fonte: Usina A

Ainda sobre a figura 26, a quantidade de etanol produzido em toneladas acompanha o volume de cana processada de forma harmoniosa. Seu valor é reduzido devido à densidade do etanol que interfere no cálculo de conversão de litros para toneladas de etanol.

Os entrevistados (gerente industrial, agrícola e comercial) da Usina A, durante a pesquisa não citaram a capacidade de moagem e nem de destilação como fatores de restrição. No entanto, foi enfatizado que o volume de cana-de-açúcar a ser processado é

²² Tabela 8 – Teor alcoólico em ° INPM (%m/m) e ° GL (%v/v a 15°C em função das massas específicas e densidades (Anexo 3)

dividido entre a produção de etanol e a produção de açúcar, havendo ainda uma quantidade de etanol produzido do mel, vindo da fabricação de açúcar.

Na figura 27, é representada a comparação entre a produção de etanol a 100, a produção de álcool teórico²³ e a produção de álcool ideal²⁴. Segundo Fernandes (2000), o rendimento²⁵ equivale à produção de etanol em litros por cana-de-açúcar processada em toneladas. Fazendo-se uma comparação do rendimento do álcool a 100²⁶ considerando o etanol produzido da cana (em litros por tonelada), rendimento do álcool a 100 considerando a cana e o mel, e o rendimento real de produção de etanol, considerando a moagem somente da cana-de-açúcar destinada à produção de etanol, obtém-se o resultado apresentado na figura 28. O rendimento é encontrado a partir da relação de produção de etanol em litros, mais etanol em processo do dia,²⁷ menos etanol processado do dia anterior, dividido pela cana moída.

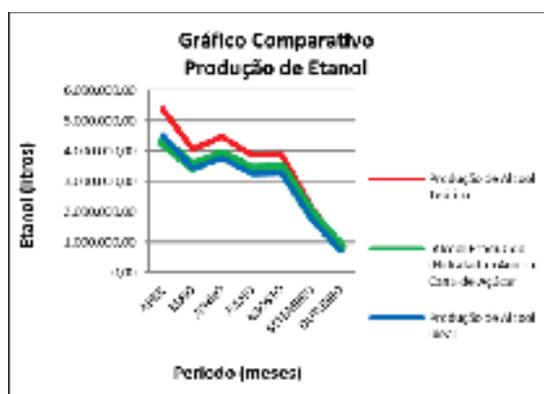


FIGURA 27 – COMPARAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ETANOL NA USINA A, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina A



FIGURA 28– COMPARAÇÃO DOS RENDIMENTOS DE PRODUÇÃO DE ETANOL NA USINA A, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina A

²³ Produção de etanol teórico é calculado em função da ART, multiplicado por 0,064755 (coeficiente conforme Anexo 3) vezes toneladas de cana processada para etanol (FERNANDES, 2000).

²⁴ Produção de etanol ideal é o valor do etanol teórico multiplicado pela eficiência industrial por uma constante de 84%, para as usinas que produzem só álcool e as que produzem também açúcar (FERNANDES, 2000).

²⁵ Rendimento é uma eficiência relativa no desempenho de determinada função ou tarefa: produtividade. O denominado “rendimento industrial” está na dependência da qualidade da matéria-prima processada e refere-se, portanto, a “rendimento agroindustrial” (FERNANDES, 2000).

²⁶ Álcool a 100 significa álcool isento de água.

²⁷ Etanol em processo do dia é o etanol que está nas dornas, fermentando e que não foi destilado ainda.

As figuras 27 e 28 representam a comparação entre os dados de produção de etanol mensal e o rendimento. Para se chegar a um álcool a 100, se for hidratado, multiplica-se por um coeficiente 0,95562 e, se for álcool anidro, utiliza-se um coeficiente 0,99577. Conforme o Anexo 3a cem por cento de rendimento utiliza a relação que cada tonelada de matéria-prima processada produz 100 litros de etanol.

A quantidade de cana-de-açúcar processada total é dividida entre a produção de açúcar e etanol, sendo visíveis as diferenças em deixar toda a matéria-prima para a produção de etanol conforme mostrado na figura 27, e o rendimento de álcool a 100 somente de cana para etanol e o proveniente de cana e mel. Verifica-se na figura 27 que a quantidade de etanol teórico é superior ao álcool ideal e o álcool realmente produzido, sendo que em vários pontos, o álcool ideal se sobrepõem ao álcool produzido (real), demonstrando que a quantidade produzida está em alguns pontos muito acima do esperado, o que pode ser explicado pela produção de etanol proveniente também do mel e pela diferença de álcool em processo descrito na fórmula. Justifica-se também que mesmo a moagem tendo encerrado, a destilação continua por algumas horas, pois o tempo de fermentação é em média de oito a dez horas, podendo ocasionar alguns dados onde a relação de produção por cana moída fica muito acima do real. Estes dados podem ser considerados espúrios, aparecendo somente nos dados diários.

Identificação da restrição

A partir da premissa da TOC que uma restrição pode comprometer todo o sistema, foi observado, ao analisar os dados qualitativos numéricos da Usina A, que ao reduzir o processamento (moagem), é reduzida também a quantidade de cana-de-açúcar transportada e, conseqüentemente, isto se reflete no volume de etanol produzido, que,

no primeiro momento aparentemente não influencia, mas nos boletins do dia seguinte exercem influência.

A cadeia de produção interna do etanol da Usina A tem sua capacidade produtiva vinculada à moagem, ou seja, o fluxo de produção é definido de acordo com a capacidade produtiva da extração, onde o corte, o transporte e o armazenamento da matéria-prima acompanham a demanda do processo.

Analisando os dados referentes ao volume de transporte, de moagem e produção de etanol, oriundos dos boletins de produção, pode-se afirmar que o processo restritivo está dentro da capacidade de moagem, em virtude da capacidade de processamento nominal ser superior à solicitada; mas deve-se levar em consideração a qualidade da cana-de-açúcar, que influenciará no rendimento produtivo.

A capacidade de transporte foi dimensionada em função da quantidade de caminhões terceirizados, da quantidade média de viagens que cada caminhão faz por dia e do volume transportado de cana-de-açúcar por viagem/dia. Com essas considerações pode-se obter a capacidade média de transporte diário da Usina A, equivalente a 648 ton/dia, sendo que, para este cálculo considerou-se que um caminhão transporta 40 toneladas por viagem e realiza, em média, 6 viagens diariamente. Como a Usina A possui contrato com 2,7 caminhões (valor multiplicado por um coeficiente), obtém-se a capacidade diária de transporte multiplicando os três valores apresentados anteriormente, como na equação apresentada a seguir:

Equação 1:

$$\text{Capacidade diária de transporte da Usina A} = 40 \times 6 \times 2,7 = 648 \text{ toneladas/dia}$$

Verifica-se, portanto, que o transporte consegue suprir a demanda necessária conforme apresentado na figura 29. A figura 29a apresenta os mesmos dados

considerando a substituição dos valores diários de transporte de cana-de-açúcar realizados pela Usina A por uma curva de tendência.

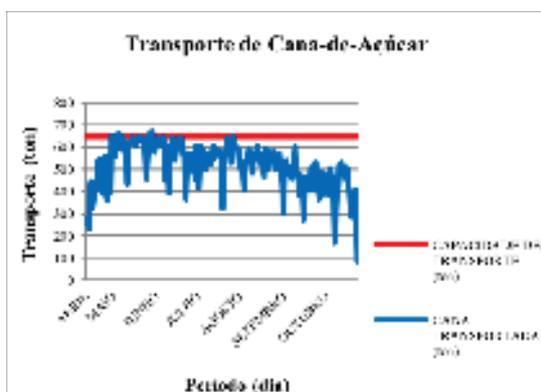


FIGURA 29 – TRANSPORTE DE CANA-DE-AÇÚCAR NA USINA A, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina A

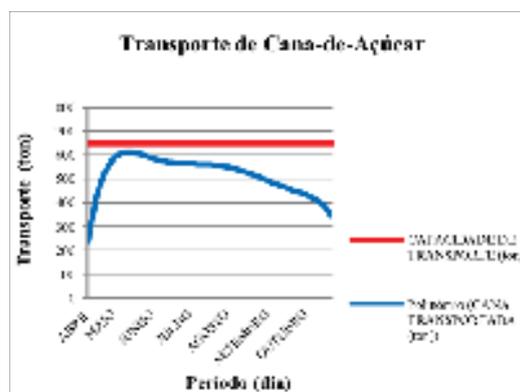


FIGURA 29a – TRANSPORTE DE CANA-DE-AÇÚCAR COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA A, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina A

A curva de tendência gerada para o volume transportado, conforme apresentado na figura 29a, permite visualizar melhor que o transporte não representa um gargalo para a cadeia interna de suprimento da Usina A. Esta curva de tendência foi obtida através da transformação dos dados originais da amostra em valores médios (através de cálculos de médias mensais). Com esta transformação o coeficiente de determinação obtido foi de 91,29% conforme apresentado no Apêndice VIII (figura 2).

A curva de tendência do volume de transporte de cana-de-açúcar, Apêndice VIII (figura1), que mais se aproximou foi uma curva polinomial de quinto grau, cujo valor do coeficiente de determinação R^2 foi igual a 0,5476. Nota-se que o coeficiente de determinação é baixo e, portanto, não se pode considerar como tendo significância estatística razoável a equação obtida. Mas ao calcular a média mensal, e refazer o gráfico com esta transformação, o R-quadrado, passa a ser 0,9129, Apêndice VIII (figura 2). Isto mostra que ao longo do tempo existe uma equalização do SP.

Segundo o Gerente Industrial, a capacidade de processamento da Usina A é

dimensionada em função do valor nominal dos equipamentos responsáveis pela moagem da cana-de-açúcar e pela rotação de produção dos mesmos, sendo este considerado o valor ideal e não o máximo. Verifica-se que em muitos pontos o processamento da matéria-prima ultrapassou a capacidade de moagem, colocando assim os equipamentos vulneráveis a quebras, maior desgaste e paradas consecutivas da produção, em virtude de trabalharem acima do dimensionado para situações normais de uso. A figura 30 apresenta dados referentes aos valores processados na etapa de moagem diariamente, confrontados com o limite de capacidade de produção desta operação da cadeia interna de suprimento, conforme a capacidade de processamento. A figura 30a apresenta os mesmos dados com a substituição de valores de processamento diário de cana-de-açúcar por uma equação de tendência. No Apêndice VIII (figura 3) pode-se verificar o gráfico com curva de tendência e o polinômio que representa o processamento de cana da Usina A.

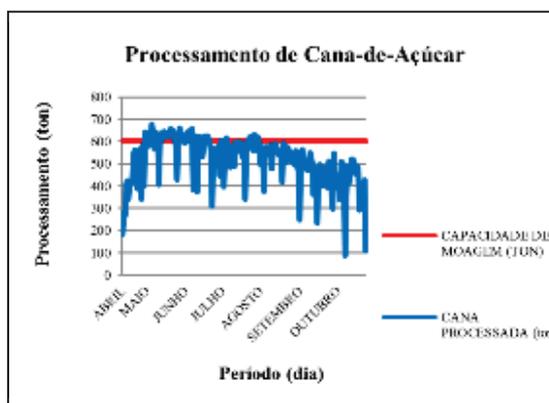


FIGURA 30 – PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA USINA A, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina A

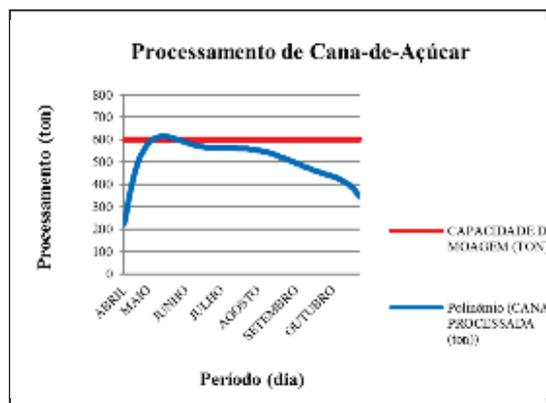


FIGURA 30a – PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA A, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina A

Quando foi inserida uma curva de tendência, verificou-se que o processamento de cana-de-açúcar ultrapassa a capacidade de moagem em menos pontos, como se pode observar na figura 30a. Esta curva de tendência foi obtida através da transformação dos

dados originais da amostra em valores médios (através de cálculos de médias mensais). Com esta transformação o coeficiente de determinação obtido foi de 71,68% conforme apresentado no Apêndice VIII (figura 4).

A capacidade de produção do Etanol na Usina A está muito abaixo de sua capacidade de produção ou seja, ela atingiu o intervalo de segurança que varia em 20%, tendo em vista a utilização de sua capacidade produtiva de forma compartilhada para a produção de álcool e açúcar.

As figuras 31 e 31a apresentam o confronto entre o limite de capacidade produtiva da Usina A e as variações diárias de produção de etanol:

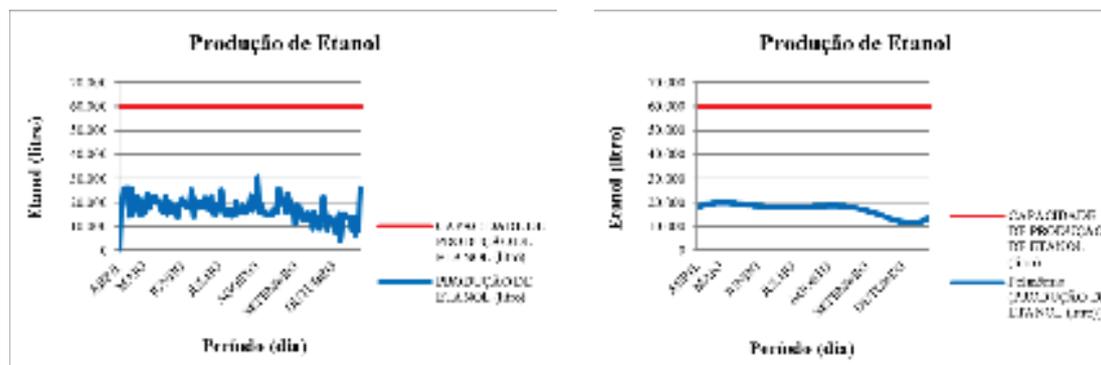


FIGURA 31 – PRODUÇÃO DE ETANOL NA USINA A, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina A

FIGURA 31a – PRODUÇÃO DE ETANOL COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA A, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina A

Figura 31a permite verificar que a fabricação de etanol sempre permaneceu com valores abaixo da capacidade de produção da Usina A. Esta curva de tendência foi obtida através da transformação dos dados originais da amostra em valores médios (através de cálculos de médias mensais). Com esta transformação o coeficiente de determinação obtido foi de 93,69% conforme apresentado no Apêndice VIII (figura 6).

Quando se faz a comparação entre os processos de transporte, moagem e produção de etanol na cadeia interna de suprimento da Usina A obtém-se os resultados apresentados na figura 32:

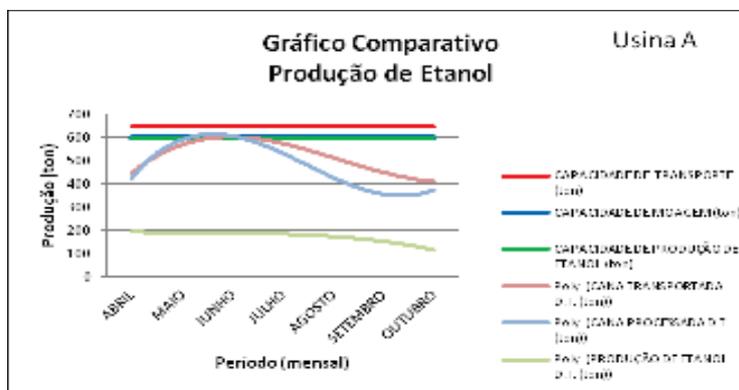


FIGURA 32 – COMPARATIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA E PROCESSADA COM A PRODUÇÃO MENSAL DE ETANOL, EM CURVAS DE TENDÊNCIA NA USINA A, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina A

As curvas de tendência apresentadas na figura 32 foram obtidas através da transformação dos dados originais da amostra em valores médios (através de cálculos de médias mensais). Com esta transformação os coeficientes de determinação obtidos foram superiores a 90%.

Na figura 32 pode-se ainda verificar o comportamento do fluxo de produção do etanol na Usina A. A curva do volume de cana-de-açúcar transportada não ultrapassa a capacidade de transporte. A curva do volume de cana processada ultrapassa a capacidade de moagem e a produção de etanol fica muito abaixo de sua capacidade. Portanto, pode-se concluir que a moagem é a restrição da Cadeia de Suprimento Interna da Usina A, pois foi o elo em que a capacidade foi ultrapassada e ela é responsável por determinar o fluxo da produção.

3.2.2 Análise Realizada na Usina B

Sistema produtivo da cadeia interna de suprimento da Usina B, foi analisado

através dos dados numéricos dos fluxos de produção diários, coletados dos boletins de produção.

A figura 33, representa a quantidade de cana-de-açúcar transportada e processada.

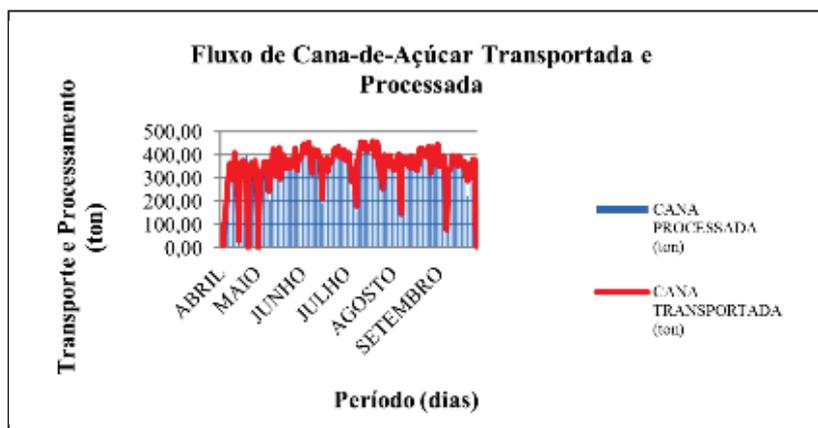


FIGURA 33 – FLUXO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA E PROCESSADA NA USINA B, NA SAFRA 2010/2011
Fonte: Usina B

A análise da figura 33 permite perceber a existência de dias em que o volume processado é reduzido significativamente. Esta redução no volume processado representa, segundo explicações do gerente industrial da Usina B, as paradas programadas para manutenções preventivas, que são previstas mensalmente e quebras acidentais.

Depois da moagem, a próxima etapa estudada é a produção de etanol. Ao se fazer um paralelo com a quantidade de cana-de-açúcar processada e o volume de etanol produzido, tem-se uma relação de toneladas de cana por litros de etanol. A relação do volume total de cana-de-açúcar processada e o etanol produzido em toneladas, é representada na figura 34. E na figura 35, é feito um comparativo de produção de etanol.

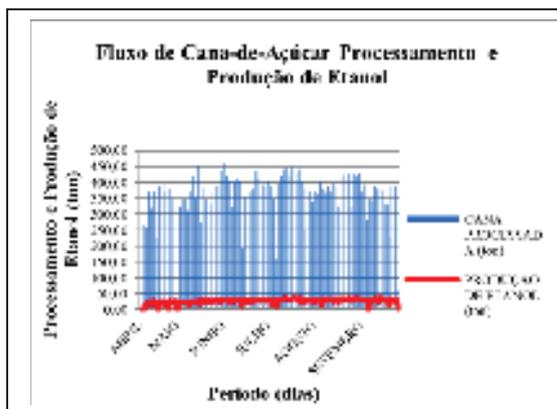


FIGURA 34 – FLUXO DE CANA-DE-AÇÚCAR PROCESSADA PARA PRODUÇÃO DE ETANOL NA USINA B, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina B

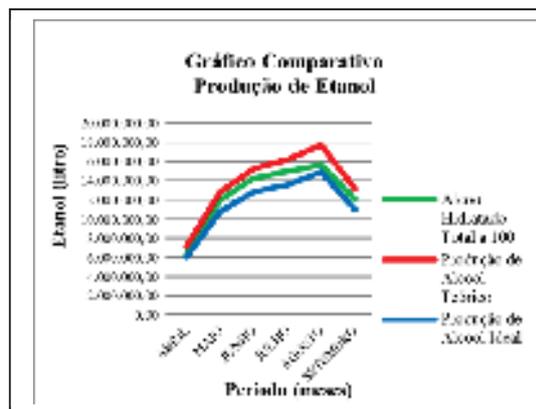


FIGURA 35 – FLUXO DE CANA-DE-AÇÚCAR PROCESSADA PARA PRODUÇÃO DE ETANOL COM 100% DE RENDIMENTO NA USINA B, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina B

A figura 35 representa a comparação entre os dados de produção de etanol mensal. A quantidade de álcool teórico é superior ao álcool ideal e o álcool realmente produzido, sendo que a curva de álcool produzido (real), ficou entre a curva do álcool teórico e do ideal. Isto mostra que a quantidade produzida está em alguns pontos muito acima do esperado e, isto é explicado pelo rendimento. Justifica-se também que, mesmo a moagem tendo sido encerrada, a destilação continua ainda por algumas horas, pois o tempo de fermentação é em média de oito a dez horas. Isto pode ocasionar dados onde relação de produção por cana moída fica muito acima do real, conforme apresentado no Apêndice X (figura 4).

Identificação da restrição

A moagem, segundo o gerente industrial, é etapa da cadeia de produção interna do etanol da Usina B que define o fluxo de produção. E, analisando os dados numéricos, chega-se à conclusão que é a etapa restritiva do processo produtivo.

A capacidade de transporte foi dimensionada, como na usina A. A capacidade média de transporte diário da Usina B equivale a 480 ton/dia, considerando que o

caminhão transporta 40 toneladas por viagem e realiza, em média, 5 viagens por dia. Ela possui contrato com 2,4 caminhões (valor multiplicado por um coeficiente), isto resulta na equação apresentada a seguir:

Equação 2:

Capacidade diária de transporte da Usina B = $40 \times 5 \times 2,4 = 480$ toneladas/dia

O transporte é apresentado na figura 36. E na figura 36a apresenta os mesmos dados considerando a substituição dos valores diários de transporte de cana-de-açúcar realizados pela Usina B por uma curva de tendência.

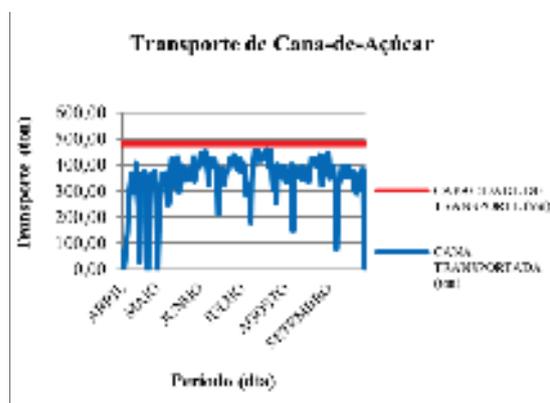


FIGURA 36 – TRANSPORTE DO VOLUME DE CANA-DE-AÇÚCAR NA USINA B, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina B

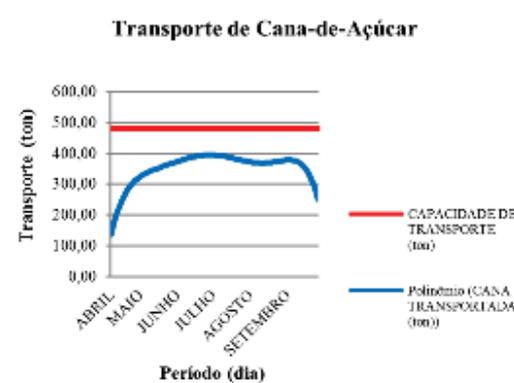


FIGURA 36a – TRANSPORTE DE CANA-DE-AÇÚCAR COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA B, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina B

A figura 36a, permite visualizar melhor que o transporte não representa uma restrição para a cadeia interna de suprimento da Usina B, pois a curva de tendência gerada para o volume transportado, não atinge a sua capacidade. O coeficiente de determinação obtido foi de 91,29%, conforme apresentado no Apêndice X (figura 2).

A figura 37 apresenta dados referentes a etapa de moagem diária e a sua capacidade de produção limite. A figura 37a representa os mesmos dados com a substituição de valores de processamento diário de cana-de-açúcar por uma equação de tendência. No Apêndice IX (figura 3) pode-se verificar o gráfico com curva de tendência e o polinômio que representa o processamento de cana da Usina B.

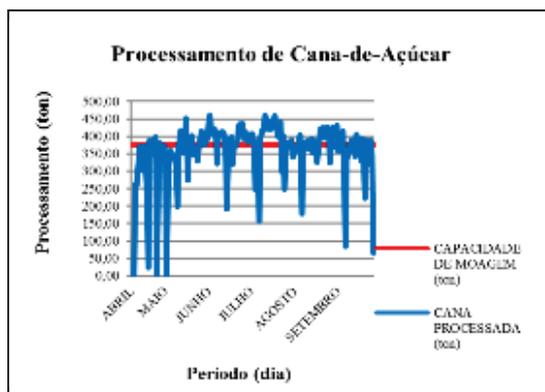


FIGURA 37 – PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA USINA B, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina B

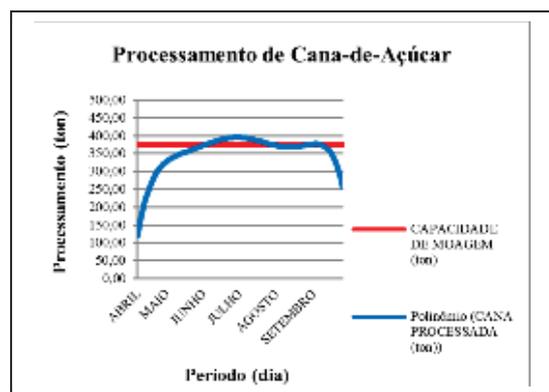


FIGURA 37a – PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA B, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina B

A figura 37 mostra que o processamento na Usina B está acima de sua capacidade de produção, ou seja, ela atingiu o intervalo de segurança que varia em 20%. Isto é explicado em virtude da Usina B não trabalhar conforme sua capacidade de moagem determinada em projeto.

A curva de tendência, anexada a figura 37a, tem o coeficiente de determinação de 95,26% conforme apresentado no Apêndice X (figura 4).

A capacidade produtiva de Etanol na Usina B está acima de sua capacidade nominal, isto é a destilaria trabalha acima do limite projetado. As figuras 38 e 38a apresentam o confronto entre o limite de capacidade produtiva da Usina B e as variações diárias de produção.

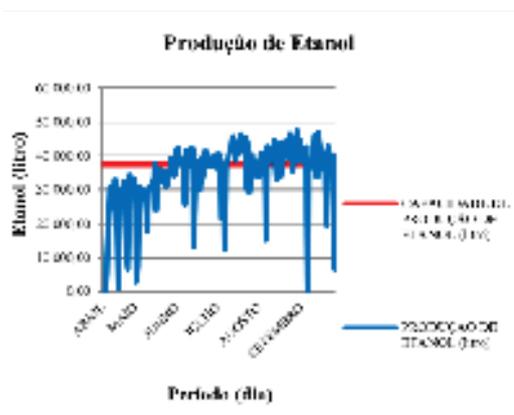


FIGURA 38 – PRODUÇÃO DE ETANOL NA USINA B, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina B

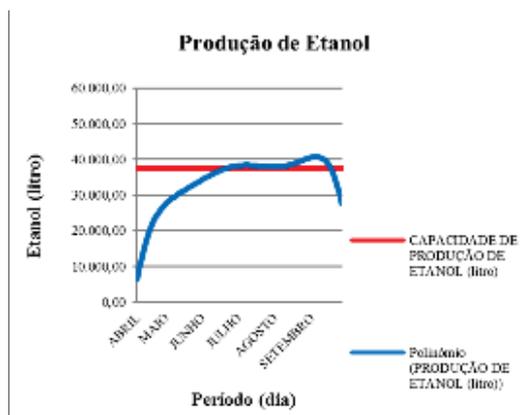


FIGURA 38a – PRODUÇÃO DE ETANOL COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA B, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina B

A figura 38a permite verificar que a fabricação de etanol sempre permaneceu com valores acima da capacidade de produção da Usina B. A curva de tendência teve o coeficiente de determinação de 91,29%, conforme apresentado no Apêndice X (figura 6).

A figura 39, representa a comparação entre os processos de transporte, moagem e produção de etanol na cadeia interna de suprimento da Usina B.

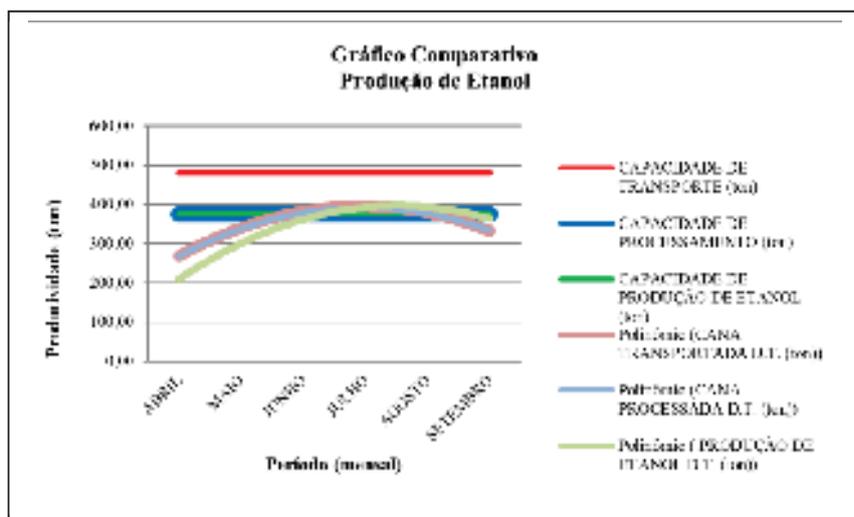


FIGURA 39 – COMPARATIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA E PROCESSADA COM A PRODUÇÃO DIÁRIA DE ETANOL, EM CURVAS DE TENDÊNCIA NA USINA B, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina B

Na figura 39 verificou-se uma sincronização das atividades. A curva do volume de cana-de-açúcar transportada se sobrepõe à curva de cana-de-açúcar processada. Isto mostra a sincronia da produção. A demanda do transporte atende a demanda da produção, mas não atende às demandas de produção de etanol e nem tampouco a da moagem. Portanto, a produção de etanol depende da quantidade de cana processada, sendo este o elo restritivo.

As curvas de tendência, apresentadas na figura 39, foram obtidas através da transformação dos dados originais da amostra em valores médios mensais, onde os coeficientes de determinação obtidos foram superiores a 90%.

Através desta análise, identificou-se que o sistema de moagem e destilação, compromete o sistema produtivo interno, devido ao estrangulamento de sua capacidade produtiva uma vez que trabalham acima da capacidade limite tanto de moagem como de destilação.

3.2.3 Análise Realizada na Usina C

Os dados qualitativos numéricos, extraídos dos boletins diários de produção, permitiram a análise do sistema produtivo da SC interna da Usina C.

A quantidade de cana-de-açúcar transportada e processada é representada na figura 40. O processo de fabricação do etanol é serial, sendo que uma etapa depende da outra, ou seja, o volume de cana transportado é em função da etapa seguinte.

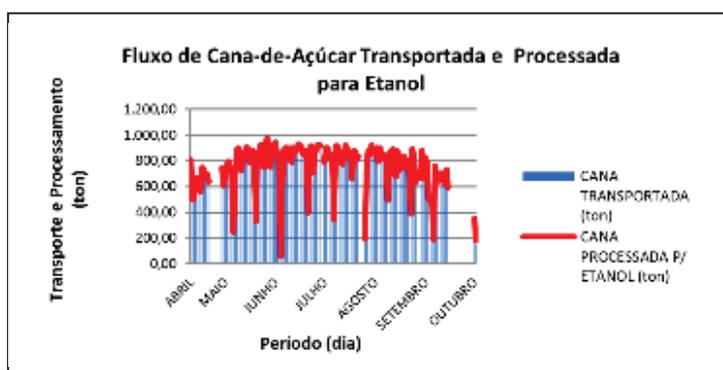


FIGURA 40 – FLUXO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA E PROCESSADA NA USINA C, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina C

As faixas em branco são intervalos sem informação de dados, representada na figura 40. De acordo com o coordenador de produção e confirmado com o gerente industrial, a redução do volume processado é devido as paradas programadas para manutenção. O gerente agrícola explica mesmo que a usina não esteja funcionando, o transporte continua de forma mais lenta, voltando ao normal assim que a moagem retorna.

A fase de produção de etanol é logo após a moagem. O volume de etanol produzido depende da quantidade de cana-de-açúcar processada, ou seja, é influenciado pelo rendimento produtivo. A figura 41 representa a relação de volume de cana processada, destinada somente à produção de etanol e à produção de etanol em toneladas.

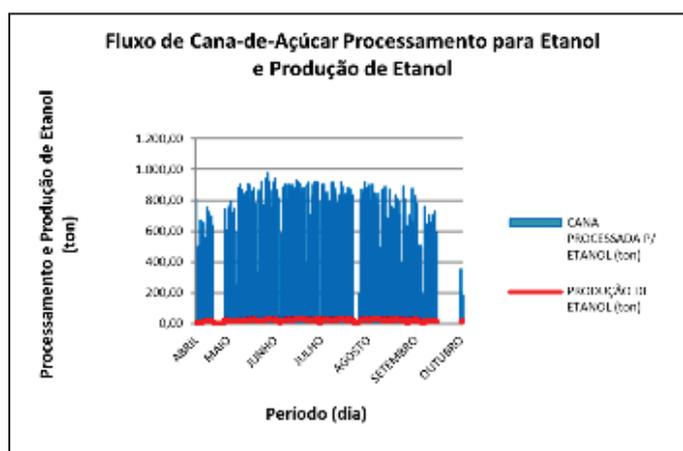


FIGURA 41 – FLUXO DE CANA-DE-AÇÚCAR PROCESSADA PARA PRODUÇÃO DE ETANOL NA USINA C, NA SAFRA 2010/2011

Fonte Usina C

A capacidade de moagem e de destilação não foram identificados como fatores de restrição pelo gerente industrial. E assegurou também que o etanol é produzido da cana-de-açúcar e do mel, e o processo produtivo é ramificado para a fabricação de açúcar.

A comparação entre os dados de produção de etanol mensal e o rendimento são representados nas figuras 42 e 42a.

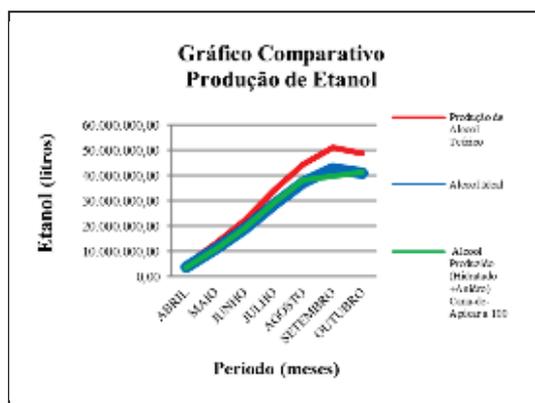


FIGURA 42 – COMPARAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ETANOL NA USINA C, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina C

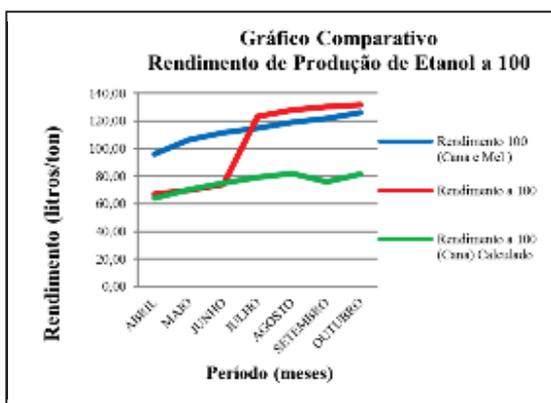


FIGURA 42a – COMPARAÇÃO DOS RENDIMENTOS DE PRODUÇÃO DE ETANOL NA USINA C, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina C

Na figura 42, a quantidade de etanol teórico é superior ao álcool ideal e o álcool realmente produzido, sendo que, em vários pontos, o álcool ideal se sobrepõem ao álcool produzido (real). Justifica-se que a moagem tendo sido encerrada, a destilação continua ainda por algumas horas, e a relação de produção de etanol por cana moída, supera a do real, sendo considerados como dados espúrios, Apêndice XI (figura 5).

Conforme representado na figura 42a o rendimento de álcool a 100 é superior ao rendimento de álcool a 100 proveniente de cana e mel. Isto significa, segundo o gerente industrial que um dos motivos foi a melhoria da qualidade da matéria-prima.

Identificação da restrição

A cadeia de produção interna do etanol da Usina C como nas duas outras CP estudadas, tem sua capacidade produtiva vinculada à moagem. Esta etapa é que define as demais. Através dos dados coletados dos boletins diários de produção, foi possível identificar a capacidade de moagem, como elo restritivo da cadeia interna da usina C, levando em consideração a qualidade da matéria-prima que influencia diretamente no rendimento produtivo.

O dimensionamento da capacidade de transporte diário da usina C foi calculado da mesma forma das usinas A e B. A capacidade média de transporte foi de 975 ton/dia,

considerando contrato com 4,875 caminhões. Cada caminhão transporta 40 toneladas por viagem e realiza, em média, 5 viagens diariamente. Tem-se a equação:

Equação 3:

Capacidade diária de transporte da Usina C = $40 \times 5 \times 4,875 = 975$ toneladas/dia

Nas figuras 43 e 43a verifica-se a relação entre a capacidade de transporte e o transporte realizado.

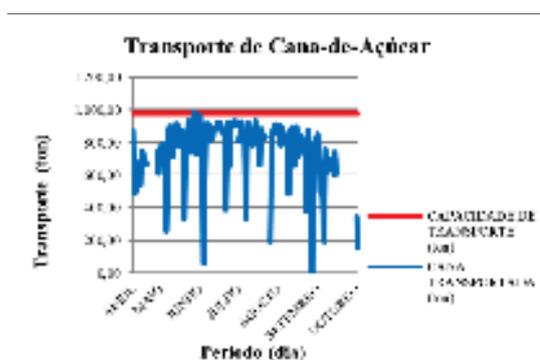


FIGURA 43 - FLUXO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA NA USINA C, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina C

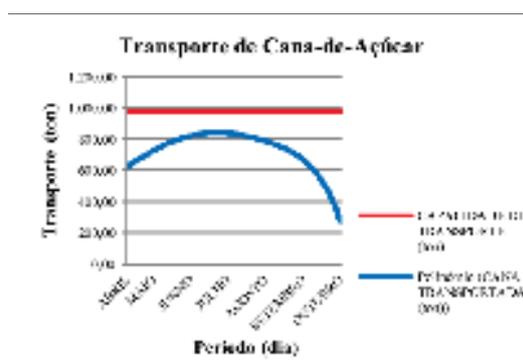


FIGURA 43a - FLUXO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA C, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina C

A análise da figura 43 permite constatar alguns registros de volumes transportados de cana, superiores à capacidade máxima de 130.000 toneladas diárias (nos meses de maio e junho). Segundo o entrevistado (gerente industrial), os momentos em que o volume de transporte de cana-de-açúcar ultrapassa a sua capacidade normal podem ser explicados pelo aumento do número de viagens previstas em um dia de trabalho.

A curva de tendência gerada para o volume transportado, conforme apresentado na figura 43a, permite visualizar melhor que o transporte não representa um gargalo para a cadeia interna de suprimento da Usina C. Esta curva de tendência foi obtida através da transformação dos dados originais da amostra em valores médios (através de

cálculos de médias mensais). Com esta transformação o coeficiente de determinação obtido foi de 97,04% conforme apresentado no Apêndice XI (figura 2).

Segundo o gerente industrial, a capacidade de processamento da Usina C foi dimensionada em função do valor definido em projeto. Verifica-se que em muitos pontos o processamento da matéria-prima ultrapassou a capacidade de moagem, trabalhando no intervalo de segurança, colocando assim os equipamentos vulneráveis a quebras, maior desgaste e paradas consecutivas da produção, em virtude de trabalharem acima do dimensionado para situações normais de uso.

A figura 44 apresenta dados diários referentes aos valores processados na etapa de moagem, confrontados pelo limite de capacidade de produção desta operação da cadeia interna de suprimento. A figura 44a apresenta os mesmos dados com a substituição de valores de processamento diário de cana-de-açúcar por uma equação de tendência. No Apêndice X (figura 3) pode-se verificar o gráfico com curva de tendência e o polinômio que representa o processamento de cana da Usina C.

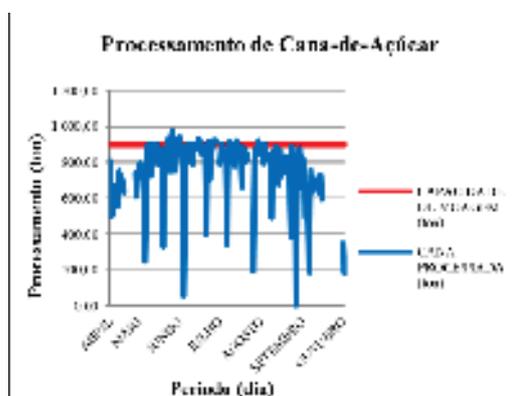


FIGURA 44 – PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA USINA C, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina C

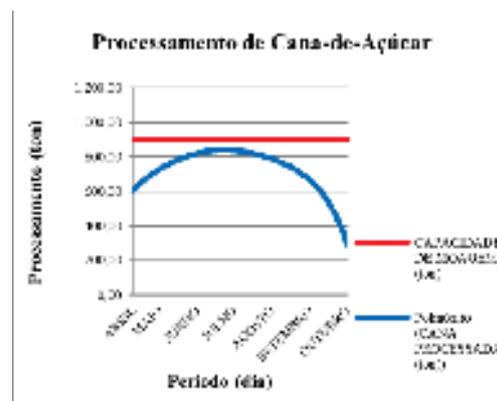


FIGURA 44a – PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA C, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina C

Na figura 44, é possível verificar que em vários pontos o processamento ultrapassa sua capacidade de moagem. Mas, ao anexar a curva de tendência, verificou-

se que o processamento de cana-de-açúcar não ultrapassa a sua capacidade de moagem, figura 44a. A curva de tendência foi obtida através de cálculos de médias mensais dos dados originais da amostra. E o coeficiente de determinação obtido foi de 96,49% conforme apresentado no Apêndice XI (figura 2).

A capacidade produtiva de etanol da Usina C e as variações diárias de produção, são representadas nas figuras 45 e 45a:

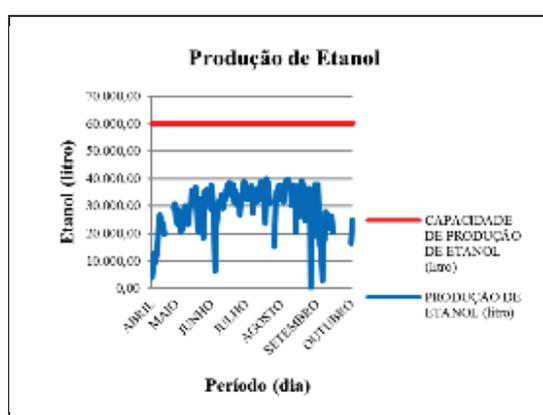


FIGURA 45 – PRODUÇÃO DE ETANOL NA USINA C, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina C

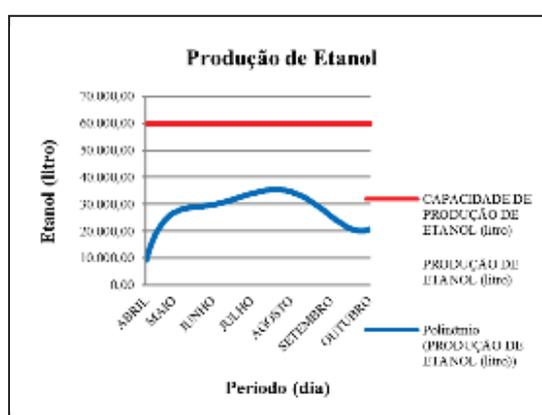


FIGURA 45a – PRODUÇÃO DE ETANOL COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA C, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina C

A figura 45a permite verificar que a fabricação de etanol sempre permaneceu com valores abaixo da capacidade nominal de produção da Usina C. Esta curva de tendência foi obtida através da transformação dos dados originais da amostra em valores médios (através de cálculos de médias mensais). Com esta transformação o coeficiente de determinação obtido foi de 91,11% conforme apresentado no Apêndice XI (figura 6).

Quando se faz a comparação entre os processos de transporte, moagem e produção de etanol na cadeia interna de suprimento da Usina C, obtém-se os resultados apresentados na figura 45.

A partir da premissa da TOC, que uma restrição pode comprometer todo o

sistema, é observado, ao analisar os dados qualitativos numéricos da Usina C, que ao variar o volume de processamento (moagem), interfere também na quantidade de cana-de-açúcar transportada e, conseqüentemente, reflete no volume de etanol produzido, que no primeiro momento aparentemente não influencia, mas nos boletins do dia seguinte percebe-se a sua influência.

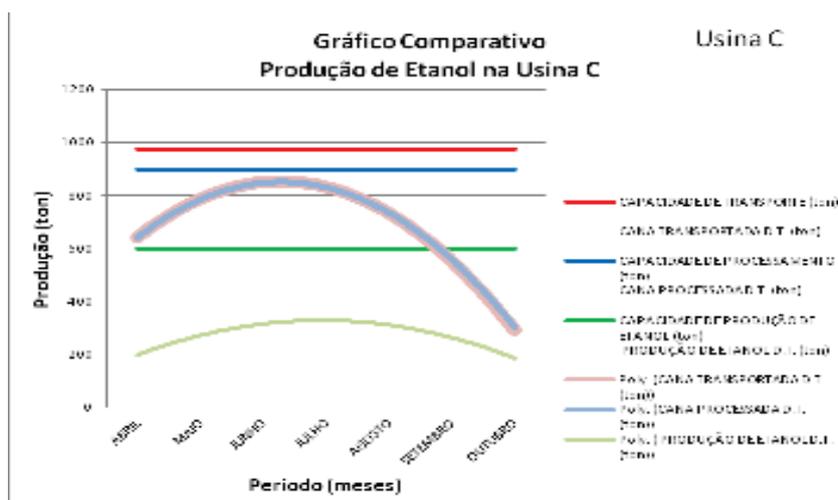


FIGURA 46 – COMPARATIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA E PROCESSADA COM A PRODUÇÃO MENSAL DE ETANOL, EM CURVAS DE TENDÊNCIA NA USINA C, NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina C

Na figura 46, pode-se observar que a curva de tendência da cana-de-açúcar transportada se sobrepõe ao volume de cana-de-açúcar processada. Isto implica que o transporte atende a demanda da produção. Para qualquer porcentagem de aumento de moagem deve-se também aumentar a capacidade de transporte.

Quando se faz a comparação entre os processos de transporte, moagem, produção de etanol e as curvas de tendência, respectivamente, figura 46, tem-se a demanda de transporte em função da moagem, bem como a produção de etanol.

3.2.4 Considerações Parciais - Análise Qualitativa Dados Numéricos

A dificuldade em identificar as restrições ao longo da cadeia interna de produção

do etanol ocorre devido à sua complexidade e à incerteza presente ao longo do fluxo de produção.

Para identificar as restrições nas cadeias de suprimento analisadas foram coletados dados diários qualitativos numéricos obtidos nos boletins de produção das usinas submetidas ao estudo. Isto limitou a análise somente aos elos que apresentavam dados disponíveis para análise. Percebeu-se que durante as vinte e quatro horas de produção, os registros podiam mascarar a identificação das restrições do SP, devido ao fechamento do boletim de produção na manhã do dia seguinte, interferindo assim nos dados reais do fluxo de produção. Ao calcular as médias mensais fica visível a uniformização do processo produtivo.

Nas três cadeias produtivas analisadas houve unanimidade entre os entrevistados de cada uma delas em afirmar que o fator climático era primordial, pois, ele gerava incertezas, influenciando na qualidade da cana-de-açúcar, interferindo nos açúcares totais recuperáveis (ATR), nas atividades de corte, carregamento e transporte. Por isso era necessário o planejamento da safra, começando e terminando no período de estiagem.

O fator climático deveria ser considerado como um fator de incerteza e não uma restrição. Segundo a TOC é considerado um fator ambiental que exerce influência negativa ou positiva sobre o fluxo de produção.

A TOC é uma ferramenta que auxilia as empresas a atingir suas metas continuamente. Ao elevar uma restrição, as empresas deverão elevar também a capacidade diária, ajustando e planejando o fluxo de produção, através do gerenciamento da CP.

Segundo as entrevistas com representantes das cadeias produtivas estudadas, a moagem foi considerada o elo que restringia a produção da cadeia interna de suprimento do etanol. Esta afirmação foi confirmada pela análise complementar, com dados numéricos. Nas usinas A e C foram identificados indícios sugestivos de restrição no

transporte de cana-de-açúcar, porém as evidências estão na moagem. Já na Usina B, foram identificados indícios sugestivos de restrição na produção de etanol (processo de destilação), mas ela está evidenciada na moagem.

A TOC tem como meta definir: O que mudar? Para o que mudar? Como causar a mudança? São metas importantes, pois direcionam a produção no que diz respeito ao que produzir, quanto produzir por dia, quantos dias de safra serão necessários e o que precisa ser alterado para atingir os objetivos.

Em princípio, a dificuldade de encontrar a restrição ao longo da cadeia produtiva do etanol, a partir da TOC, foi amenizada quando se partiu para as análises individuais nas empresas integrantes das cadeias produtivas estudadas, que enfatizaram bem as dificuldades enfrentadas no seu dia-a-dia.

A partir da análise qualitativa, com dados numéricos, foi possível identificar as restrições e as metas. Através da análise qualitativa numérica foi possível a verificação do cumprimento destas metas pré-estabelecidas, através das estimativas feitas nas áreas plantadas de cana-de-açúcar e a confirmação das restrições. Fazendo uma análise, ao considerar o que foi planejado e o que foi realizado tem-se que:

- a) Usina A – Tinha como meta de produção de etanol de 2.918.796,75 litros e produziu 3.301.159,12 litros, superando sua expectativa de produção de etanol, obtendo aumento de 13,10% do volume produzido em relação ao planejado. A previsão com relação a quantidade de cana-de-açúcar processada foi de 108.750 ton e produziu 99.818,75 ton tendo redução de 8,22% do previsto.
- b) Usina B – A meta de produção de etanol foi de 5.550.000 litros e o produzido foi de 5.899.095 litros. Como sua produção de etanol foi superior em 6,29 %, em relação ao volume planejado, isto significa que o rendimento produtivo foi melhor. A meta de processamento da cana-de-açúcar foi 62.250 ton e o realizado

foi de 61.036,13 ton. Portanto, o volume de cana processada foi menor em 1,95% em relação ao programado.

- c) Usina C – a meta de produção de etanol foi de 5.135.850 litros e produziu 4.371.121,94 litros e portanto diminuiu a produção de etanol em 14,89% em relação ao programado. Apesar da eficiência ter sido boa, o fator preponderante da redução do volume de etanol foi a redução de quantidade de cana-de-açúcar a ser processada, sendo esta utilizada na fabricação de açúcar. A meta de moagem foi de 142.500 ton e o realizado foi de 113.187,75 ton. Portanto, a moagem foi a abaixo do que se esperava 20,57%.

Ao se fazer a comparação entre as três CP estudadas, no quesito transporte de cana-de-açúcar representado pela figura 47, tem-se curvas com boa representatividade. Pode-se verificar que existe semelhança com relação ao início, meio e final de moagem.

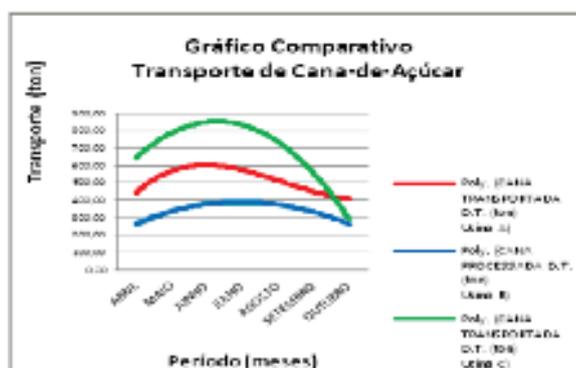


FIGURA 47 – COMPARATIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA (MENSAL), NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Dados da Pesquisa

Cabe ressaltar que não existe uniformização de quantidade de matéria-prima transportada por dia, ou seja, cada dia a usina processa quantidade diferente de cana-de-açúcar, mas ao se fazer a média mensal tem-se um gráfico mais uniforme, conforme figura 47.

Ao se fazer a comparação entre as três CP, representadas pela figura 48, no quesito cana-de-açúcar processada, tem-se as curvas de tendência com coeficientes de determinação

de 0,50, enquanto que ao fazer a média mensal foram encontrados coeficientes de determinação acima de 0,90.

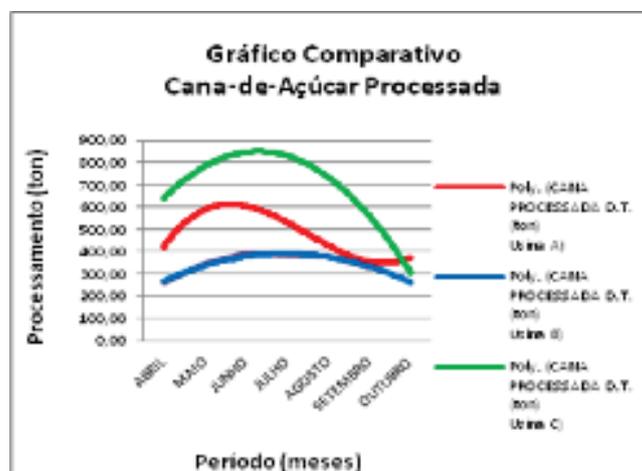


FIGURA 48 – COMPARATIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR PROCESSADA (MENSAL), NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Dados da Pesquisa

Pode-se verificar na figura 48 que não existe semelhança entre as curvas, da mesma forma que não existe uniformização de volume de transporte de cana-de-açúcar e nem da quantidade de matéria-prima processada por dia, ou seja, cada dia cada uma das usinas estudadas processa uma quantidade diferente.

Ao comparar as três cadeias produtivas, com relação ao volume de etanol produzido, pode-se concluir também que a produção diária é diferente em cada dia, não seguindo um fluxo contínuo, mas ao anexar a curva de tendência, o coeficiente de determinação também ficou abaixo de 0,50, mas ao fazer a média mensal dos dados, e novamente calcular a curva de tendência o coeficiente passou para aproximadamente 90%, melhorando assim a confiabilidade desta curva, representado na figura 49.

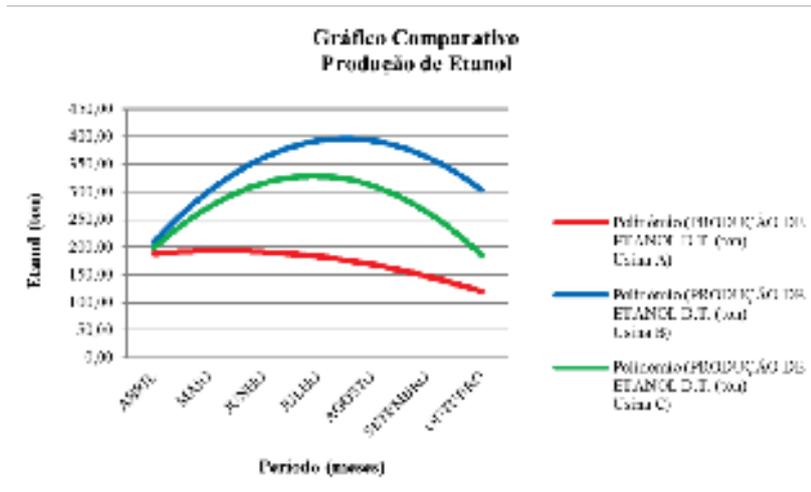


FIGURA 49 - COMPARATIVO PRODUÇÃO DE ETANOL (MENSAL), NA SAFRA 2010/2011
Fonte: Dados da Pesquisa

Na figura 49, pode-se verificar que ao fazer a média mensal da produção de etanol, as curvas do fluxo produtivo das três usinas são mais uniformes onde é possível identificar o início, a curva cresce, chega-se no ápice da produção e depois ela decresce, até o final da safra, quando não tem mais produção.

Ao analisar o volume de cana-de-açúcar processada e produção de etanol, dos boletins de produção, percebeu-se algumas discrepâncias nos dados. Segundo o gerente industrial da Usina A, para efeito de fechamento do boletim de produção os valores são diários e a produção do etanol não é imediata à moagem. O caldo de cana-de-açúcar, por exemplo, passa por um processo de fermentação e algumas horas depois é destilado, onde se separa o etanol da vinhaça²⁸.

Este dado de produção é contabilizado posteriormente, podendo não ser registrado no mesmo dia. Isto justifica as discrepâncias entre os dados encontrados. Numa parada para manutenção, por exemplo, a moagem literalmente é interrompida, porém a destilação do etanol continua.

²⁸ Vinhaça - é o resíduo líquido, rico em material orgânico e nutrientes, que sobra da destilação, para a obtenção do etanol. A cada litro de etanol, é produzido 12 litros de vinhaça. Sendo sua destinação para fertirrigação nos canaviais.

A figura 50, representa a comparação dos rendimentos teóricos e o rendimento real, de produção do etanol, das três cadeias produtivas estudadas.

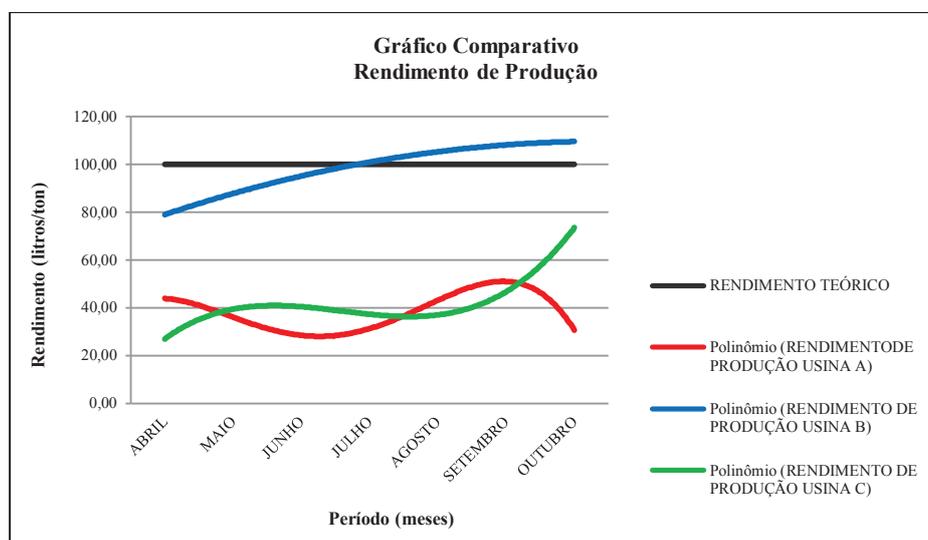


FIGURA 50 – COMPARATIVO DO RENDIMENTO DE PRODUÇÃO DE ETANOL, NA SAFRA 2010/2011

Na figura 50, pode-se perceber que o rendimento de produção, das Usinas A e C está abaixo do rendimento teórico que é 100 litros por tonelada. Segundo os entrevistados, o rendimento ruim é justificado por uma maior produção de açúcar em detrimento da produção de etanol. A Usina B, a partir de julho teve rendimento superior a 100 litros de etanol por toneladas. Segundo o gerente industrial da Usina B, este fato ocorreu devido à melhoria da qualidade da matéria-prima, confirmada pelas análises laboratoriais.

Ao confrontar as análises qualitativas e os dados numéricos, nas SC estudadas, observa-se que os resultados obtidos reforçam que ao identificar uma restrição, conforme os preceitos da Teoria das Restrições e do gerenciamento das Cadeias de Suprimento, que a restrição não é ocorrência fixa; ela se movimenta ao longo do SP, interferindo nas peculiaridades e nas propriedades da produção.

Segundo a visão dos entrevistados e posteriormente confirmada através da análise dos dados, a moagem foi o elemento restritivo da produção.

Os fatores climáticos indicados como problemas na CP do etanol, segundo os entrevistados, são fatores que geram incerteza. E as ocorrências relativas a quebras de caminhões e equipamentos, falta de mão-de-obra, necessidade de se fazer estoque de matéria-prima e outros, influenciam diretamente o processo produtivo.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA NOVOS TRABALHOS

Esta pesquisa permitiu realizar o mapeamento da estrutura da cadeia de produção de etanol nas SC estudadas, através do levantamento e da identificação dos elos desta cadeia produtiva desde as atividades do cultivo da cana-de-açúcar, passando pela fabricação do etanol até a distribuição do produto acabado, pelos revendedores de combustíveis e chegando ao consumidor final. Esta cadeia pode ser sintetizada em quatro elos: produção de cana-de-açúcar, fabricação de etanol, distribuição de etanol e revenda de combustíveis.

Foi realizado um estudo exploratório em três cadeias internas de produção, desde a produção da cana-de-açúcar até a estocagem do etanol e de acordo com a Teoria das Restrições, sustentada pela tese através de estudos bibliográficos, conclui-se que é possível a sua aplicação no Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos.

Os elos da cadeia de produção interna do etanol são compostos por: produção, corte, carregamento, transporte, processamento da matéria-prima, destilação e armazenamento de etanol.

A produção da cana-de-açúcar geralmente é realizada em terras arrendadas. Existe um contrato de arrendamento entre o proprietário da terra (arrendatário) e a usina, que normalmente tem a vigência de oito anos.

O corte da cana-de-açúcar pode ser manual ou mecanizado. A cana-de-açúcar cortada é transportada até a usina por caminhões terceirizados. Na usina a matéria-prima é processada, o caldo é encaminhado a destilaria, concluindo assim a fabricação do etanol. Após o etanol ser fabricado e pronto para o consumo, é encaminhado aos tanques de armazenamento, aguardando ser comercializado com as distribuidoras de combustíveis.

As distribuidoras são o terceiro elo da SC do etanol. Este elo é caracterizado pelo posicionamento intermediário entre as usinas e as revendas a varejo de combustíveis. As distribuidoras são as responsáveis pelo escoamento da produção.

O quarto e último elo é a revenda a varejo de combustíveis, ou seja, os postos de abastecimento. É o elo que tem a ligação direta com o consumidor final.

A pesquisa possibilitou verificar que a aplicação da Teoria das Restrições no Gerenciamento da Cadeia de Produção do Etanol é viável, mostrando-se eficiente na identificação das restrições que limitam a produção da cadeia, sendo o elo restritivo a produtora de etanol (usina).

Foi identificado que o elo moagem é que define o fluxo da produção, sendo este o elo restritivo da cadeia interna de produção de etanol.

Pode-se também concluir que a TOC é uma ferramenta fácil de ser utilizada, e que num processo dinâmico e complexo como o da produção de etanol, é flexível. Ao mesmo tempo em que a restrição está num ponto, eleva-se esta e ela aparece em outro local, e assim por diante na tentativa de harmonização do fluxo de produção, chegando-se ao objetivo pretendido que é obter lucratividade e ter boa eficiência no processo produtivo.

Portanto percebeu-se que é possível aplicar a TOC, na Gestão da Cadeia de Suprimento, subordinando os recursos e elevando sua capacidade produtiva, aumentando assim os ganhos, através da aplicação dos fundamentos da teoria.

Em decorrência da limitação de tempo não foi possível realizar todas as recomendações desejadas, dentre elas: análise pormenorizada dos rendimentos e eficiências industriais. Outra investigação proposta para trabalhos futuros seria o estudo detalhado dos elos da cadeia de suprimento interna na área agrícola. Também se recomenda promover a aplicação da TOC em toda cadeia de suprimento, através de uma abordagem qualitativa numérica e estender o estudo a outras cadeias agroindustriais.

BIBLIOGRAFIA

ABRAMCZUK, A. A., **Os Relacionamentos na Cadeia de Suprimentos sob um paradigma da desintegração vertical de processos**: Um estudo de caso. M.Sc., Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil, 2001.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO – ANP. Disponível em: < <http://www.anp.gov.br> > Acesso em: 21 out de 2011, 20:10:00.

AKABENE, G.K., FARIAS, O. A Inovação no Planejamento da Cadeia de Suprimentos Sucroálcooleira e a Teoria Rechénia Izobretatelskih Zadátchi-TRIZ, **Revista Eletrônica de Gestão de Negócios** v 1, n 3, out-dez, 2005. Disponível em: <<http://www.unisantos.br/mestrado/gestao/egesta/artigos/41.pdf> > Acesso em: 20 fev 2011, 18:30:00.

ALMEIDA, A. M. D-C P., VARGAS, J. O. e INÁCIO, D. H. O. Colaboração logística na Cadeia de Suprimentos do etanol: o elo atacadista-varejista. **III Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção**, UFV, 2007. Disponível em: < http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/SA06_000fk423_hun02wyiv80sq98yqtgkf8vb.pdf > Acesso em: 15 out 2010, 21:53:00.

ALVAREZ, R., **Desenvolvimento de uma Análise Comparativa de Métodos de Identificação, Análise e Solução de Problemas**. M.Sc. PROCESSO PRODUTIVO GEP/UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil, 1996.

ALVES, M. R. P. A., **A Dinâmica da Cadeia de Suprimentos no Setor Sucroálcooleiro**, DEP - Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais (GEPAI), UFSCar, 1998. Disponível em: < http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/ENEGEP1998_ART189_000fk4291cb02wyiv80sq98yqc2y714j.pdf > Acesso em: 06 jul 2011, 22:25:00.

ALVES, M.R.P.A. & BIANCHINI, V. K. “Estruturas para gestão de Cadeia de Suprimentos: um estudo de campo para o açúcar”. In. Anais, **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. p 23, Ouro Preto, MG, Brasil, 2003.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial**: transporte, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 1993.

BALLOU, R. H.; GILBERT, S. M.; MUKHERJEE, A. New Managerial Challenges from Supply Chain Opportunities. **Industrial Marketing Management**. New York, v 29, n 1, pp 7-18, jan 2000.

BALLOU, R.H. **Business Logistics Management**. 4 ed New York: Prentice Hall, 1992.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**: planejamento, organização e logística empresarial. 4 ed Porto Alegre: Bookman, 2001.

BATALHA, M. O. **Gestão agroindustrial**: GEPAI: Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais /coordenador Mário Otávio Batalha. 2 ed – São Paulo: Atlas, 2001.

BORBA, M. M. Z., BAZZO, A. M. “Estudo Econômico do Ciclo Produtivo da Cana-de-Açúcar para Reforma de Canavial, em Área de Fornecedor do Estado de São Paulo”, In: **SOBER 47**, UNESP Jaboticabal, SP, Brasil, 2009.

BOWERSOX, D.J.; COOPER, M. **Strategic Marketing Channel Management**. New York: McGraw-hill, 1996.

BRASIL. Lei Nº 10.165, de 27 de dezembro de 2000[1] no artigo 17-D estabelece que: III – empresa de grande porte, a pessoa jurídica que tiver receita bruta anual superior a R\$ 12.000.000,00 (doze milhões de reais). Disponível em: <http://www.portaltributario.com.br/legislacao/lei165.htm>> Acesso em: 14 de novembro de 2011.

BREWER, P. C., SPEH, Thomas W. “Adapting the balanced scorecard to supply chain management”. **Supply Chain Management Review**, v 5, n 2, pp 48-56, mar/apr 2001.

CALDAS, Celso. **Manual de Análises Seleccionadas**: para indústrias sucroálcooleiras. Maceió: Sindicato da Indústria do Açúcar e do Alcool no estado de Alagoas, 1998.

CARVALHO, M. M; PALADINI, E. P. (*ORG.*) **Gestão da Qualidade**: Teoria e Casos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

- CHRISTOPHER, Martin. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**: Estratégias para Redução dos Custos e Melhoria dos Serviços, São Paulo: Pioneira, 1997.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira**: cana-de-açúcar, terceiro levantamento, janeiro/2011 – Brasília: Conab 2011. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t>> Acesso em: 28 abr de 2011, 23:12:00.
- COOPER, Martha C; LAMBERT; Douglas M.; PAGH, Janus D. **Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics**. *International Journal of Logistics Management, The*, v. 8 Iss: 1, pp.1 – 14, 1997.
- CÔRREA, H. L., CÔRREA, C. A., **Administração de Produção e Operações. Manufatura e Serviços Uma Abordagem Estratégica**, São Paulo: Atlas, 2009.
- CÔRREA, H. L., GIANESI, I. G. N., **Just In Time, MRP II e OPT – Um Enfoque Estratégico**, São Paulo, SP, Brasil: Atlas, 1993.
- CORTEZ, Luís Augusto Barbosa – Coordenador, **Bioetanol de Cana-de-Açúcar**. 1 ed São Paulo: Blucher, 2010.
- COSTA, S. J., CARVALHO, J. M., THOMÉ, K. M., **Modelos de Organização da Produção e Comércio do Álcool Combustível no Vale do São Patrício** – GO, 2008. Disponível em: <<http://www.inagrodf.com.br/revista/index.php/SDR/article/viewFile/69/61>> Acesso em: 8 ago 2011, 19:30:08.
- COX III, J.F.; SPENCER, M. S., **Manual da Teoria das Restrições**. Trad. Fernanda Kohmann Dietrich, Porto Alegre: Bookman, 2002.
- COX, J.F.; BLACKSTONE, J.H., M.S. **APICS Dictionnary**. 8 ed Falls Church, va, 1995.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE, **Caderno de Energia EPE**, Perspectiva para o Etanol no Brasil. Disponível < <http://www.epe.gov.br/Petroleo/Paginas/default.aspx> > Acesso em: 18 abr de 2011, 22:20:10.
- FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DE GOIÁS – FAEG. **Posicionamento e recomendações do sistema sindical rural a expansão da cultura de cana-de-açúcar em Goiás**: Bases para discussão. Goiânia: FAEG/ SENAR, 2010. Disponível em: <<http://www.sistemafaeg.com.br/faeg/site/Index.do>> Acesso em: 6 mai de 2011, 29:04:00
- FEDERAÇÃO NACIONAL DO COMÉRCIO DE COMBUSTÍVEIS E LUBRIFICANTES – FECOMBUSTÍVEIS. Disponível em: < <http://www.fecombustiveis.org.br/relatorio-2011/etanol/o-pesos-dos-precos.html> > Acesso em: 15 out de 2011, 09:28:01.
- FERNANDES, A. C.. **Cálculos na Agroindústria da Cana-de-Açúcar**. Piracicaba: STAB - Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, 2000.
- FIGUEIREDO, Kleber Fossati ; FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter (orgs.). **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2009.
- FLEURY, P. F., WANKE, P. FIGUEIREDO, K. **Logística empresarial**: a perspectiva brasileira. São Paulo: Atlas, 2000.
- FRANÇA, R. “70 Questões para entender o etanol”, In: **Revista Veja**. edição 2.052, 19 de mar de 2008.
- FUSCO, J. P. A. **Cadeias de Fornecimento e Redes de Empresas**: Abordagem Metodológica para Avaliação de Competitividade. São Paulo: Arte Ciência, 2004.
- FUSCO, J. P. A.; SACOMANO, J. B. **Estratégias de Operações e Gestão da Manufatura**. São Paulo: Arte e Ciência, 2007.
- GARDNER, J.T., & COOPER, M.C.. “Strategic Supply Chain Mapping Approaches”, **Journal of Business Logistics**, v 24, n 2, pp 37-64, 2003.
- GOLDRATT, E. M. **A Corrente Crítica**, São Paulo: Educador, 1997.
- GOLDRATT, E. M. **The Goal**. Great Barrington: North River Press, 1992.
- GOLDRATT, E. M.; COX, J. **A Meta**. Claudiney Fullmann, ed rev ampliada, São Paulo: Educador, 1993.
- GOLDRATT, E. M.; SCHRAGENHEIM, E. & PTAK, C. **Necessária, sim, mas não suficiente**: uma história baseada na Teoria das Restrições. Great Barrington: North River Press, 2000.

GOLDRATT, Eliyahu Mosh & COX, Jeff. **A meta, Um Processo de Melhoria Contínua**. São Paulo, SP, 1984.

GOMES FILHO, Alceu Alves; CERRA, Aline Lamon; MAIA, Jonas Lucio; SACOMANO NETO, Mario; BONADIO, Patricia Viera Grizola. **Pressupostos da gestão da Cadeia de Suprimentos: evidências de estudos sobre a indústria automobilística**. Gest. Prod. v 11 n 3 São Carlos sept/dec 2004. Disponível em : < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2004000300003&script=sci_arttext > Acesso em: 31 mai de 2011, 23:09:00.

GRANADOS, C. G. e SOUZA, F. B. **Proposta de um Modelo Conceitual de Análise de Viabilidade Econômica Considerando a Teoria das Restrições e a Teoria das Opções Reais**. In Simpósio de Engenharia de Produção - SIMPEP, 10., 2003, Bauru. Anais. Bauru: UNESP, 2003. (CD ROM).

GRAZIANO, S. J. A nova dinâmica da agricultura brasileira, Campinas, SP: Unicamp. IE, 1996. In: **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v 13, n 3, pp 405-408, 1996. Disponível em: <<http://webnotes.sct.embrapa.br/pdf/cct/v13/cc13n307.pdf> > Acesso em: 15 ago 2011, 21:18:10.

GUPTA, Mahesh C.; BOYD, LYNN, H., “Theory of constraints: a theory for operations management”, **International Journal of Operations & Production Management**, V 28 Iss: 10, pp 991 – 1012, College of Business, University of Louisville, Louisville, Kentucky, USA, n 991, Accepted May, 2008. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=1746731> > Acesso em: 18 jun 2010, 20:45:01.

GUSMÃO, S. L. L., **Proposição de um Esquema Integrado a Teoria das Restrições e a Teoria dos Custos de Transação para Identificar e Análise de Restrições em Cadeias de Suprimento: Estudo de Casos na Cadeia de Vinhos Finos do Rio Grande do Sul**. Tese D.Sc., UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil, 2004.

GUSMÃO, S. L. L., **Um Modelo Conceitual para Integração do Just-in-Time com a Teoria das Restrições em Pequenas e Médias Empresas Industriais**. Dissertação M.Sc., UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil, 1998.

HAMACHER, S.; PIRES, S.R.I. & SCAVARDA, L.F. “A Model For SMC Analiysis and its Application”. In: **Braslian Journal of Operations & Production Management**, v 1, n 1, 2004, pp 29-52. *logistics*, v 24, n 2, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em:< http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201102.pdf > Acesso em: 18 abr 2011, 23:05:00.

KUPFER, D. & HASENCLEVER, L. (organizador). **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

LAKATOS, E. M., MARCONI, M. A.. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 4 ed São Paulo: Atlas, 2001.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C. **Issues in supply chain management**. *Industrial Marketing Management*, n. 29, p. 65-83, 2000.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C.; PAGH, J. D. “Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities”, **The International Journal of Logistics Management**, v 9, n 2, p 19, 1998.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota, 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LUMMUS, R.R.; ALBERT, K.L. **Supply chain management: balancing the supply chain with customer demand**, Fall Church, VA, Apics, 1997.

MACHADO, R. L. BORGES, M. B. “Análise Estrutural da Cadeia Produtiva do Álcool no Estado de Goiás”, **XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, out de 2008.

MACHADO, R. L.; Borges, M.B.. “Uma Análise Exploratória da Cadeia Produtiva do Etanol no Estado de Goiás”. In: **XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, ENEGEP, Rio de Janeiro, RJ, 2008.

MAPA DE GOIÁS, Disponível em: <<http://www.brasil-turismo.com/mapas/goias.htm>.> Acesso em: novembro de 2011.

- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. 2 ed São Paulo: Atlas, 1990.
- MIGUEL, P. A. C. (organizador). **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO - MAPA, Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/Orientacoes_Tecnicas/DADOS%20PRODUTORES_24_08_2011.pdf> Acesso em: 01 set 2011, 08:30:03.
- MOELLMANN, A. H. **Aplicação da Teoria das Restrições no Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. São Paulo: Blucher Acadêmico, 2009.
- OKADA, S. I., **Análise dos pontos críticos de sucesso na cadeia produtiva do biodiesel no Centro-Oeste Brasileiro [manuscrito]**: um subsídio à gestão estratégica. M.Sc. Dissertação, UFG, Goiânia, 2008.
- PARENTE, J. Filières de Produits, stades de production et branches d'activité. **Revue d'Économie Industrielle**, n 7, 1979.
- PASQUALETTO, A., ZITO, R. K., **Impactos Ambientais da Monocultura da Cana-de-Açúcar**. Goiânia: UFG: Um Estudo de Caso, 2000.
- PERINA, R. A. **As Teorias da Organização Industrial e as Alianças Estratégicas no Setor Sucroenergético**. ESALQ USP, Campus de Piracicaba, SP, 2001.
- PIRES, S. R., **Gestão da Cadeia de Suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos – Supply Chain Management**. São Paulo: Atlas, 2009.
- PORTER, M.E., **Estratégia Competitiva: Técnicas Para Análise de Indústrias e da Concorrência**. Rio de Janeiro: Campus, 1986.
- RODRIGUES, R., Agroenergia: o novo paradigma da agricultura mundial. In: Palestra: **Bioetanol de Cana-de-Açúcar**, 2007. Disponível em: <http://www.fieg.org.br/dados/File/agronegocio/palestra_agroenergia_roberto_rodrigues.pdf>, Acesso em: 29 jan 2011, 16:13:06.
- RODRIGUES, W. L. H. P., SANTINI, N. J.. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. In: **Revista Integração**. ano X, n 37, 2004. Disponível em: < ftp://www.usjt.br/pub/revint/97_37.pdf> Acesso em: 11 abr 2011, 20:50:03.
- SANTO, Z. N. E., ALMEIDA L. T.. "Etanol: Impactos Sócio-Ambientais de uma Commodity em Ascensão". **VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**. Fortaleza, 28 a 30 de nov de 2007.
- SANTOS, O. M. ; SILVA, P. D. A. ; FURTADO, K. G. ; COGAN, S. **A teoria das restrições no processo de refino de petróleo**. In: Congresso USP Controladoria e Contabilidade, 6, 2006, São Paulo. Anais ... São Paulo: FEA - USP, 2006.
- SECRETARIA DA FAZENDA DO ESTADO DE GOIÁS – SEFAZ. <<http://aplicacao.sefaz.go.gov.br/index.php?idMateria=100911>> acesso em: out de 2011.
- SIKILERO, C. B., RODRIGUES, L.H., LACERDA, D. P., Análise crítica das soluções da teoria das restrições para o gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: uma análise teórica. In: **ENEGEP 2008 - XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 out 2008.
- SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.
- SINDICATO DA INDÚSTRIA DA FABRICAÇÃO DE ÁLCOOL DO ESTADO DE GOIÁS – SIFAEG. Disponível em: < <http://www.sifaeg.com.br> > Acesso em: 05 mar 2010, 20:43:00.
- SINDICATO DA INDÚSTRIA DA FABRICAÇÃO DE ÁLCOOL DO ESTADO DE GOIÁS – SIFAEG. Disponível em: < <http://www.sifaeg.com.br> > Acesso em: 10 dez 2011, 22:15:00.
- SINDICATO DO COMÉRCIO VAREJISTA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO NO ESTADO DE GOIÁS – SINDIPOSTO. Disponível em: < <http://www.sindiposto.com.br/institucional/institucional.htm>> Acesso em: 22 out 2011, 20:39:58.
- SINDICATO NACIONAL DE DISTRIBUIDORAS DE COMBUSTÍVEIS E LUBRIFICANTES – SINDICOM. Disponível em <http://www.sindicom.com.br/pub_sind/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?tpl=home> Acesso em: 02 out 2011, 23:00:05.

SLACK, N., **Vantagens Competitivas em Manufatura**, São Paulo: Atlas, 1993.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2 ed São Paulo: Atlas, 2002.

SOCIEDADE CORRETORA DE ÁLCOOL – SCA. Disponível em: <<http://www.scalcool.com.br/portugues/empresa.asp>> Acesso em: 8 out 2011,18:12:00.

SOUZA, F. B. et al. Aplicação da teoria das restrições na gestão das cadeias de Piracicaba: UNIMEP, 2002. suprimentos. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UNESP SIMPEP, 7, 2000, Bauru. Anais. Bauru: Unesp, 2000

SOUZA, F. B. S.. “Do OPT à Teoria das Restrições: avanços e mitos”, **Revista Produção**. v 15, n 2, pp 184-197, maio/ago, 2005.

SOUZA, F. B., CHIMINAZZO, M., PIRES, S. R. I., Um Estudo Teórico Sobre a Aplicação da Teoria das Restrições na Gestão da Cadeia de Suprimentos. In: **XII SIMPEP**, Bauru, SP, Brasil, 07 a 09 de novembro 2005.

TOLEDO, J.C. de; BATALHA, M.O.; AMARAL, D.C. Qualidade na industria agroalimentar: situacao atual e perspectivas. In: **Revista de Administração de Empresas**. v 40, n 2, p 90-101, abr/jun, São Paulo, SP, Brasil, 2000.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR – UNICA. **Cana-de-açúcar**: Avanço Tecnológico. Disponível http://www.unica.com.br/pages/cana_avanco.asp > Acesso em 02 de mar de 2010.

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA – UDOP.. Disponível em: < <http://www.udop.com.br> > Acesso em: 02 mar 2010, 23:15:03.

VIA RURAL, Disponível em: < <http://br.viarural.com/agroindustria/alcool/alcool-em-goias.htm>, > Acesso em: 02 out 2011, 08:30:00.

WANKE, P., (organizador), **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**: Planejamento do Fluxo de Produtos e dos Recursos. São Paulo: Atlas, 2009.

WEBIOENERGIAS, disponível em: <<http://www.webioenergias.com.br/noticias/biocombustiveis/395/producao-de-etanol-na-india-trara-estabilidade-a-renda-de-produtores-de-cana.html>> Acesso em: 16 abr 2011, 17:24:02.

APÊNDICE I

QUESTIONÁRIO 1 USINAS (PROCESSOS PRODUTIVOS)

Código da Empresa: _____
Data da Fundação da Empresa: _____
Capacidade produtiva (litros de etanol): _____
Previsão de moagem (toneladas de cana processada): _____

QUESTÕES:

Sobre a empresa (os entrevistados são gerentes responsáveis pela produção):

- 1.1 Descreva de maneira sucinta seu processo de produção (SC)?

- 1.2 Os processos de produção são:
 Gerenciados; Não Gerenciados; Monitorados;
- 1.3 Como são realizados os controles de produção?
 Monitorando a produção em tempo real;
 Controlando as principais perdas da produção, como paradas, ritmo e refugo;
 Gerenciando o fluxo de produção.
- 1.4 Quanto à produção de matéria prima?
 Produz toda a matéria prima;
 Não produz a matéria prima;
 Parte da matéria prima é produzida e parte adquirida.
- 1.5 Tem conhecimento da meta da empresa com relação à produção?
 Sim; Não;
- 1.6 Tem conhecimento da meta da empresa com relação à receitas (faturamento)?
 Sim; Não;
- 1.7 Quais as restrições (dificuldades) que influenciam o dia-a-dia da empresa em seu processo produtivo? (Sabendo que a definição de restrição é: Qualquer elemento ou fator que impede que o sistema conquiste um nível melhor de desempenho, no que diz respeito a sua meta).
 no corte de cana-de-açúcar;
 no armazenamento de cana-de-açúcar cortada;
 no carregamento e transporte;
 na capacidade de moagem;
 na capacidade de destilação;
 outros
- 1.8 Quais as restrições encontradas no que se refere à política da empresa:
 Transação comercial;
 Capacidade produtiva da indústria;
 Investimentos em aumento dos canaviais;
 Problemas financeiros;
 Logística;
 Falta de uma política regulamentadora.
- 1.9 O que orienta as decisões da empresa quanto à expansão ou redução de produção?
 Incentivos governamentais;
 Mercado consumidor;
 Questões financeiras.
- 1.10 Qual o elo da CP que define as regras do jogo?
 Corte; Transporte; Moagem; Destilação.
- 1.11 Como são negociadas estas regras?
 físicas (equipamento, matéria prima, etc);
 não-física (normas, procedimentos, processos administrativos, etc).

APÊNDICE II

QUESTIONÁRIO 2 USINAS (PRODUTORES / ARRENDATÁRIOS RURAIS)

Código da Empresa: _____

Data da Fundação da Empresa: _____

Capacidade produtiva (litros de etanol): _____

Previsão de moagem (toneladas de cana processada): _____

Sobre as relações com os produtores/arrendatários rurais:

- 1 Quantos são os arrendatários de terras?
() 1 à 10; () 11 à 20; () 21 à 29; () mais de 30.
- 2 Quantos são os fornecedores de matéria-prima?
() 1 à 10; () 11 à 20; () 21 à 29; () mais de 30.
- 3 Qual a proporção de cana-de-açúcar comprada?
() 1% à 20%; () 21% à 40%; () 41% à 50%; () mais de 51%.
- 4 O que orienta em comprar ou produzir a cana-de-açúcar?
() Disponibilidade; () Qualidade; () Finanças.
- 5 Existem contratos de arrendamento de terra ou de compra de cana?
() Sim; () Não;
- 6 O que levaria a empresa deixar de receber cana-de-açúcar de um determinado produtor e deixar de arrendar uma fazenda?
() Qualidade; () Descumprimento de contrato; () Finanças;
- 7 Existe alguma cooperação entre o produtor/arrendatário e a empresa?
() Sim; () Não;
- 8 Quais restrições são identificadas com os produtores ou arrendatários?
() Preço de arrendamento ou matéria prima;
() Logística;
() Cumprimento de contrato.

APÊNDICE III

QUESTIONÁRIO 3 USINAS (CANAIS DE DISTRIBUIÇÃO)

Código da Empresa: _____

Data da Fundação da Empresa: _____

Capacidade produtiva (litros de etanol): _____

Previsão de moagem (toneladas de cana processada): _____

Sobre as relações com os canais de distribuição:

- 1 Por quais canais a empresa chega ao mercado?
() canal direto; () canal curto; () canal longo.
- 2 Porque a escolha por estes canais?
() Preço; () Facilidade; () Eficiência; () Logística .
- 3 Qual o nível de relacionamento com os canais de distribuição?
() Cooperação; () Parcerias; () Comercial.
- 4 Como são estabelecidas as políticas de preços?
() Lei da oferta e procura;
() Livre Comércio;
() Valor de mercado;
() Definidas pelo governo.
- 5 A comercialização do etanol é em função:
() Da demanda;
() Da produção;
() Fatores financeiros.
- 6 Quais as restrições são identificadas na relação da empresa com os canais de distribuição?
() Fatores logísticos; () Fatores financeiros; () Custo do Frete.
- 7 Transporte do etanol:
() Responsabilidade da empresa; () Responsabilidade da distribuidora.

APÊNDICE IV

QUESTIONÁRIO 4 DISTRIBUIDORAS

Código da Empresa: _____

Capacidade de Negócios (litros de etanol negociados): _____

Quantidades de empregados: _____

QUESTÕES:

Sobre a empresa (o entrevistado será gerente responsável pela empresa):

- 1 Descreva de maneira sucinta como é a cadeia de produção do etanol e sua importância para o Estado de Goiás.
- 2 A negociação do etanol é em função:
 Da demanda;
 Da capacidade de armazenamento;
 Fatores financeiros.
- 3 A escolha da empresa que será negociada é em função?
 Preço; Facilidade; Eficiência; Logística.
- 4 Como são estabelecidas as políticas de preços?
 Lei da oferta e procura;
 Livre Comércio;
 Valor de mercado;
 Definidas pelo governo.
- 5 Qual o nível de relacionamento com as usinas?
 Cooperação; Parcerias; Comercial.
- 6 Como a empresa se relaciona com os postos de abastecimento?
 Cooperação; Parcerias; Comercial.
- 7 Quais as restrições são identificadas na relação da empresa com os usinas?
 Fatores logísticos; Fatores financeiros; Custo do Frete.
- 8 Quais as restrições são identificadas na relação empresa com posto de abastecimento?
 Fatores logísticos; Fatores financeiros; Custo do Frete.
- 9 Transporte do etanol da usina até a distribuidora:
 Responsabilidade da empresa; Responsabilidade da usina.
- 10 Transporte do etanol da distribuidora até o posto de abastecimento:
 Responsabilidade da empresa; Responsabilidade do posto.

APÊNDICE V

Roteiro de entrevista aplicada aos representantes de Revendas de Combustíveis

Código da Empresa: _____

Capacidade de Negócios (litros de etanol negociados): _____

Quantidades de empregados: _____

QUESTÕES:

Sobre a empresa (os entrevistados são gerentes responsáveis pela empresa):

- 1 Descreva de maneira sucinta como é a cadeia de produção do etanol e sua importância para o Estado de Goiás.
- 2 A negociação do etanol é em função:
 Da demanda;
 Da capacidade de armazenamento;
 Fatores financeiros.
- 3 A escolha da empresa que será negociada é em função?
 Preço; Facilidade; Eficiência; Logística.
- 4 Como são estabelecidas as políticas de preços?
 Lei da oferta e procura;
 Livre Comércio;
 Valor de mercado;
 Definidas pelo governo.
- 5 Qual o nível de relacionamento com as distribuidoras?
 Cooperação; Parcerias; Comercial.
- 6 Como a empresa se relaciona com os consumidores finais?
 Cooperação; Parcerias; Comercial.
- 7 Quais as restrições são identificadas na relação da empresa com as distribuidoras?
 Fatores logísticos; Fatores financeiros; Custo do Frete.
- 8 Quais as restrições são identificadas na relação empresa com os consumidores finais?
 Fatores logísticos; Fatores financeiros; Custo do Frete.
- 9 Transporte do etanol da distribuidora até o posto:
 Responsabilidade da empresa; Responsabilidade da distribuidora.

APÊNDICE VI

QUESTIONÁRIO 6

QUESTIONÁRIO APLICADO AO SIFAEG

Código da Empresa: _____

Data da Fundação da Instituição: _____

QUESTÕES:

Sobre a instituição:

1. Qual histórico da formação da instituição? _____

2. O que representa a cadeia de produção do etanol, para o Estado de Goiás e quais os elos que a compõe? _____

3. A SIFAEG possui alguma ligação com a ANP – Agência Nacional de Petróleo?
() Sim;() Não.
4. Qual o seu papel, dentro do contexto produtivo do etanol?
() Cooperação;
() Controle de política do setor sucroenergético em Goiás;
() Negociador;
() Representante dos interesses das empresas produtoras de etanol;
5. Existe alguma relação com os órgãos ambientais?
() Sim;() Não.
6. Existe alguma relação com os órgãos trabalhistas?
() Sim;() Não.
7. Existe alguma relação com as demais instituições envolvidas com o setor sucroenergético?
() Sim;() Não.
Quais _____

8. Qual o elo da CP do etanol que define as regras de funcionamento da cadeia produtiva?
() Governo Federal;
() Governo Estadual;
() Produtor de Etanol;
() Distribuidoras de combustíveis;
() Postos de Abastecimento;
() Consumidor.

APÊNDICE VII

Roteiro da Entrevista realizada no SINDIPOSTO

Código da Empresa: _____

Data da Fundação da Instituição: _____

QUESTÕES:

Sobre a instituição:

1. Qual histórico da formação da instituição? _____

2. O que representa a cadeia de produção do etanol, para o Estado de Goiás e quais os elos que a compõe? _____

3. O SINDIPOSTO possui alguma ligação com a ANP – Agência Nacional de Petróleo?
() Sim; () Não.
4. Qual o seu papel, dentro do contexto produtivo do etanol?
() Cooperação;
() Controle de política do setor sucroenergético em Goiás;
() Negociador;
() Representante dos interesses das empresas produtoras de etanol;
5. Existe alguma relação com os órgãos ambientais?
() Sim; () Não.
6. Existe alguma relação com os órgãos trabalhistas?
() Sim; () Não.
7. Existe alguma relação com as demais instituições envolvidas com o setor sucroenergético?
() Sim; () Não.
Quais? _____
8. Qual o elo da CP do etanol que define as regras do jogo?
() Governo Federal;
() Governo Estadual;
() Produtor de Etanol;
() Distribuidoras de combustíveis;
() Postos de Abastecimento;
() Consumidor.

APÊNDICE VIII

CURVAS DE TENDÊNCIA USINA A

Polinômio que representa a curva de tendência do volume de transporte de cana-de-açúcar é:

$$y = - 9E-10x^6 + 6E-07x^5 - 0,0001x^4 + 0,0182x^3 - 1,1873x^2 + 36,251x + 202,5$$

$$R^2 = 0,5476$$

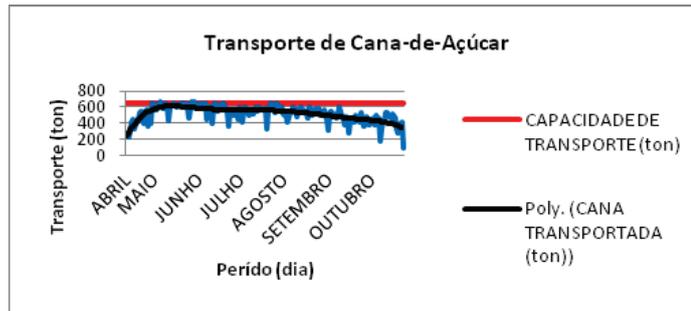


FIGURA 1 – TRANSPORTE DE CANA-DE-AÇÚCAR COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA A NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina A

Polinômio que representa a curva de tendência do volume de transporte de cana-de-açúcar (média mensal) é:

$$y = 4,7839x^3 - 73,659x^2 + 310,84x + 202,88$$

$$R^2 = 0,9129$$

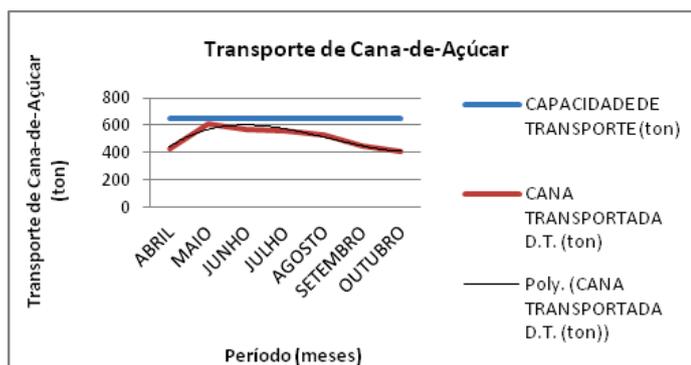


FIGURA 2 - TRANSPORTE DE CANA-DE-AÇÚCAR COM CURVA DE TENDÊNCIA (MÉDIA MENSAL) NA USINA A NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina A

Polinômio que representa a curva de tendência referente ao processamento de cana-de-açúcar é:

$$y = -9E-10x^6 + 6E-07x^5 - 0,0002x^4 + 0,0192x^3 - 1,2492x^2 + 37,927x + 189,38$$

$$R^2 = 0,5$$

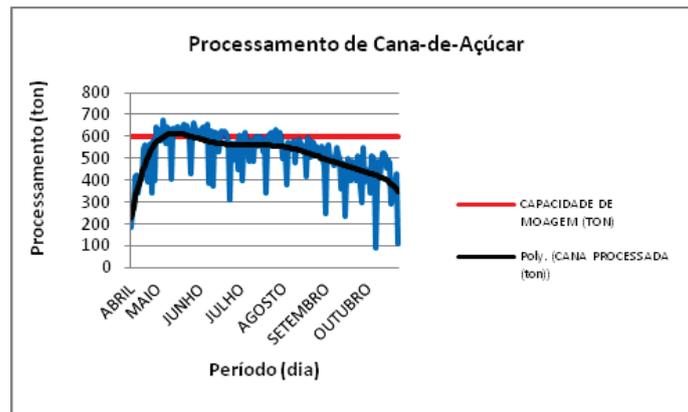


FIGURA 3 - PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR COM A CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA A NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina A

Polinômio que representa a curva de tendência do volume de processamento de cana-de-açúcar (média mensal) é:

$$y = 10,084x^3 - 135,77x^2 + 503,08x + 46,634$$

$$R^2 = 0,7168$$

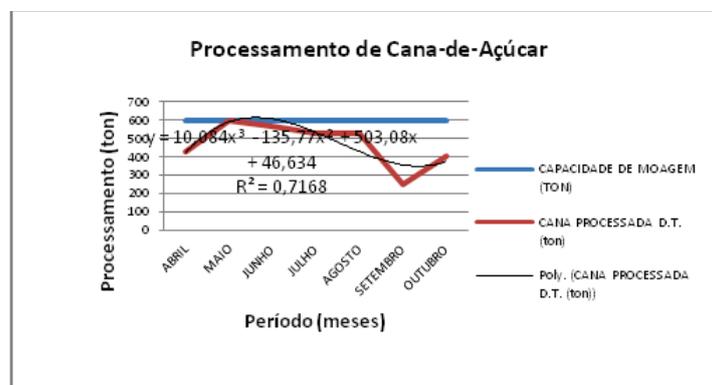


FIGURA 4 - PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR COM A CURVA DE TENDÊNCIA (MENSAL) NA USINA A NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina A

Polinômio que representa a curva de tendência a produção de etanol é:

$$y = 1E-08x^6 - 3E-06x^5 - 2E-05x^4 + 0,0819x^3 - 8,3934x^2 + 252,64x + 17614$$

$$R^2 = 0,3499$$

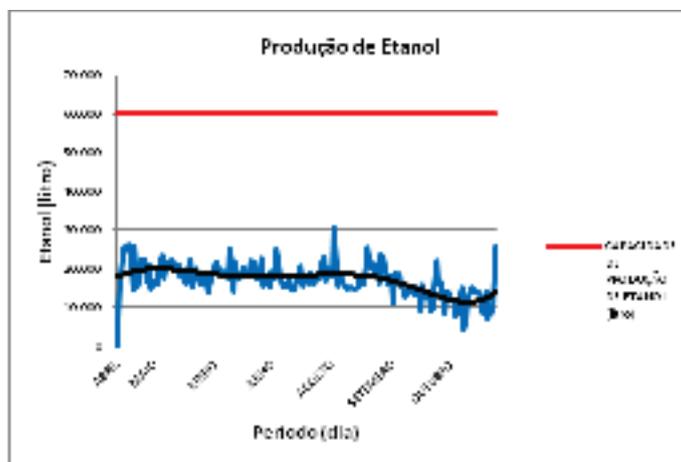


FIGURA 5 – PRODUÇÃO DE ETANOL COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA A NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina A

Polinômio que representa a curva de tendência do volume de processamento

de cana-de-açúcar (média mensal) é:

$$y = -0,6569x^3 + 4,6319x^2 - 12,35x + 200,9$$

$$R^2 = 0,9369$$

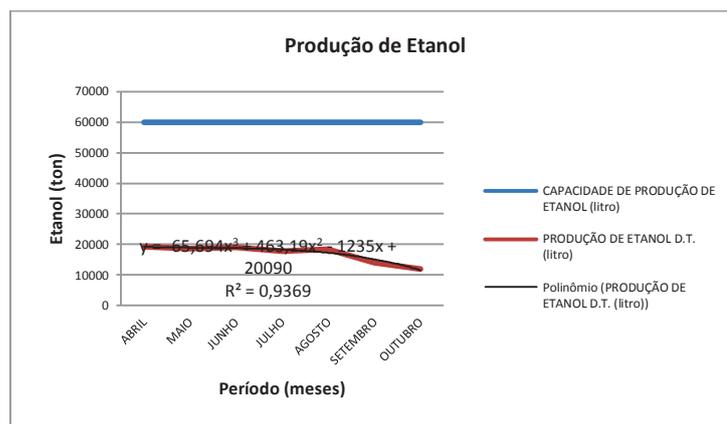


FIGURA 6 – PRODUÇÃO DE ETANOL COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA A NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina A

APÊNDICE IX

CURVAS DE TENDÊNCIA USINA B

Polinômio que representa a curva de tendência é:

$$y = -1E-09x^6 + 7E-07x^5 - 0,0001x^4 + 0,0126x^3 - 0,6438x^2 + 18,172x + 119,9$$

$$R^2 = 0,3179$$

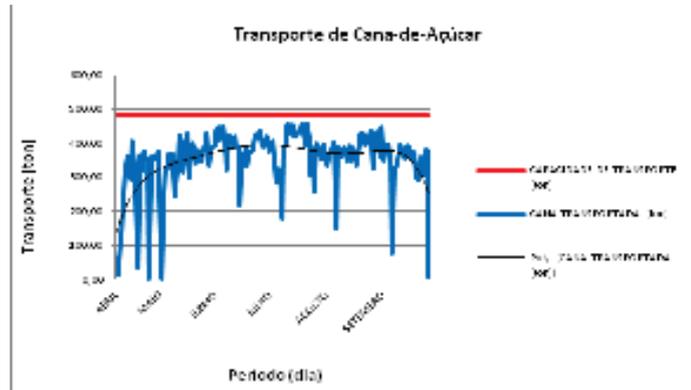


FIGURA 1 – TRANSPORTE DE CANA-DE-AÇÚCAR COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA B NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina B

Polinômio que representa a curva de tendência da capacidade de transporte

(média mensal) é:

$$y = -14,724x^2 + 115,88x + 166,95$$

$$R^2 = 0,9802$$

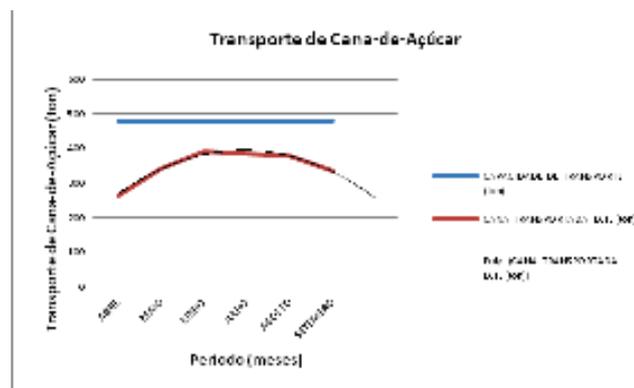


FIGURA 2 – TRANSPORTE DE CANA-DE-AÇÚCAR COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA B NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina B

Polinômio que representa a curva de tendência do processamento de cana-de-açúcar é:

$$y = -1E-09x^6 + 7E-07x^5 - 0,0001x^4 + 0,0145x^3 - 0,7504x^2 + 20,82x + 99,96$$

$$R^2 = 0,3155$$

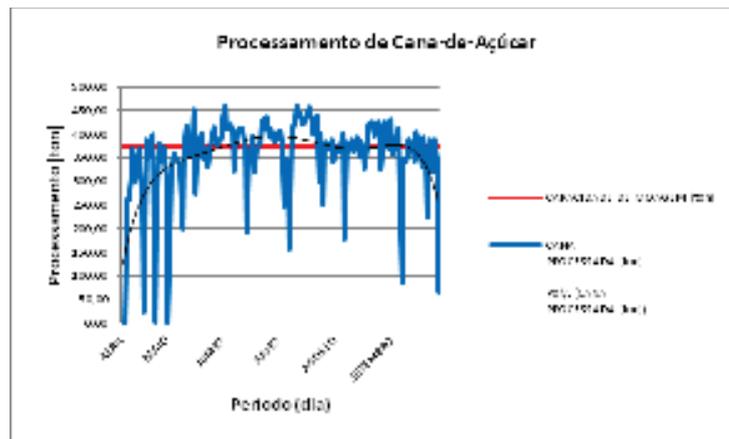


FIGURA 3 - PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR COM A CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA B NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina B

Polinômio que representa a curva de tendência do processamento de cana-de-açúcar (média mensal) é:

$$y = -14,115x^2 + 111,92x + 169,84$$

$$R^2 = 0,9526$$

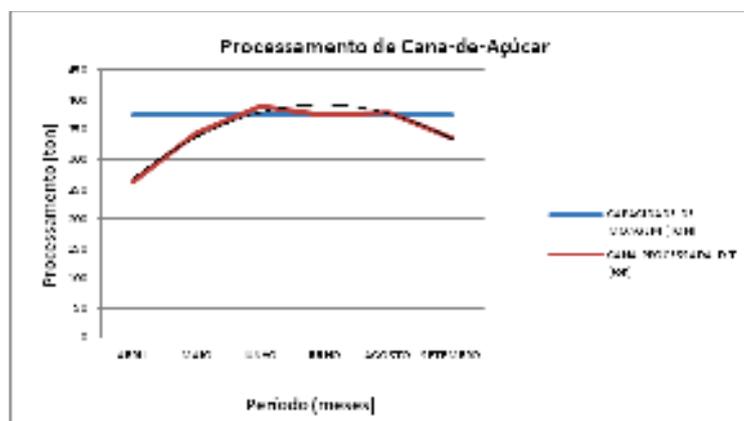


FIGURA 4 - PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR COM A CURVA DE TENDÊNCIA (MÉDIA MENSAL) NA USINA B NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina B

Polinômio que representa a curva de tendência referente a produção de etanol é:

$$y = -1E-07x^6 + 7E-05x^5 - 0,014x^4 + 1,3512x^3 - 68,999x^2 + 1989,7x + 4664,2$$

$$R^2 = 0,4547$$

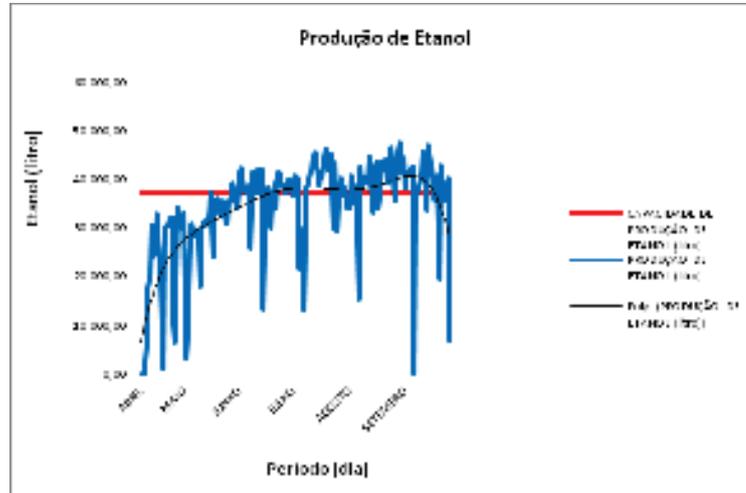


FIGURA 5 – PRODUÇÃO DE ETANOL COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA B NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina B

Polinômio que representa a curva de tendência produção de etanol (média

mensal) é:

$$y = -15,09x^2 + 136,46x + 88,018$$

$$R^2 = 0,9882$$

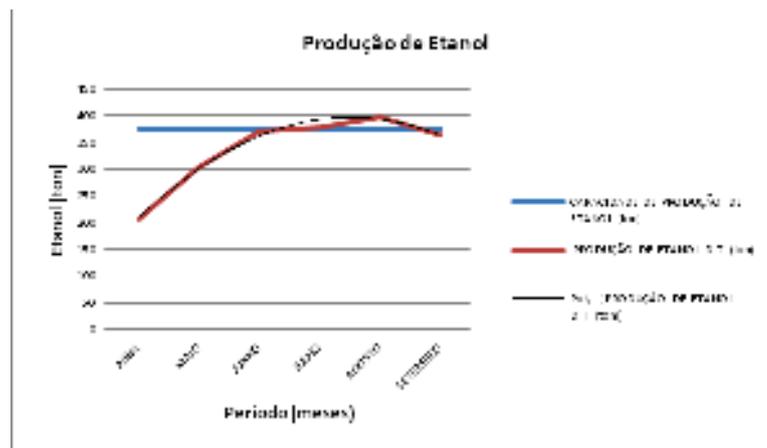


FIGURA 6 – PRODUÇÃO DE ETANOL COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA B NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina B

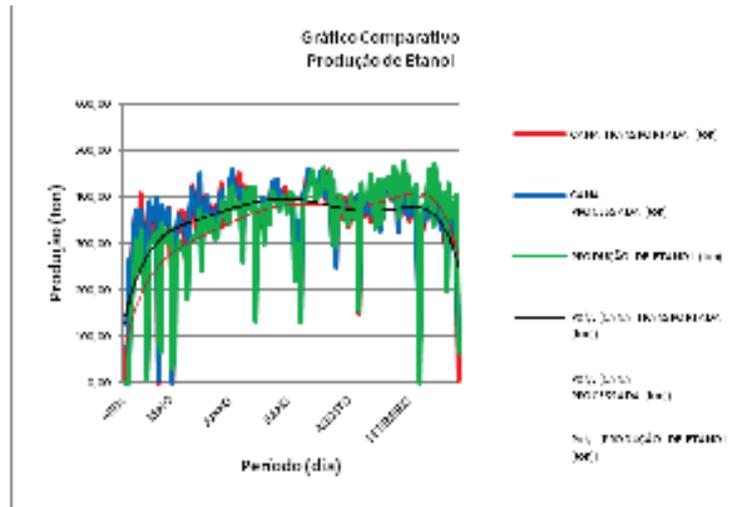


FIGURA 7 – COMPARATIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA E PROCESSADA, PRODUÇÃO DE ETANOL, COM CURVAS DE TENDÊNCIA NA USINA B NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina B

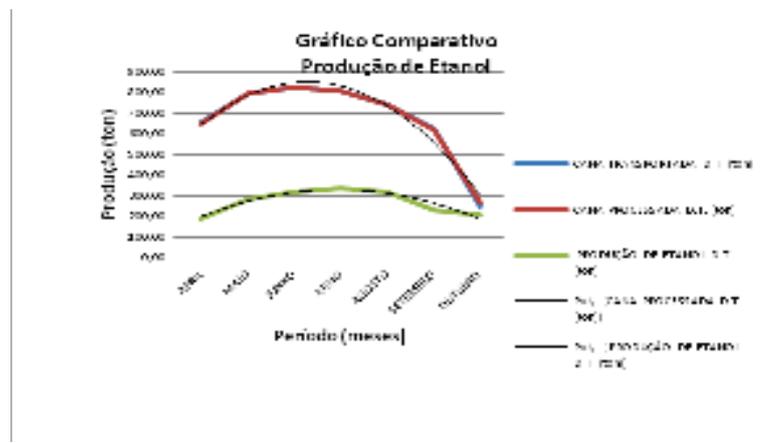


FIGURA 8 – COMPARATIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA E PROCESSADA, PRODUÇÃO DE ETANOL, COM CURVAS DE TENDÊNCIA NA USINA B NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina B

APÊNDICE XI

CURVAS DE TENDÊNCIA USINA C

Polinômio que representa a curva de tendência referente ao transporte é:

$$y = -2E-10x^6 + 5E-08x^5 - 4E-06x^4 - 0,0002x^3 - 0,012x^2 + 5,1998x + 617,61$$

$$R^2 = 0,2538$$

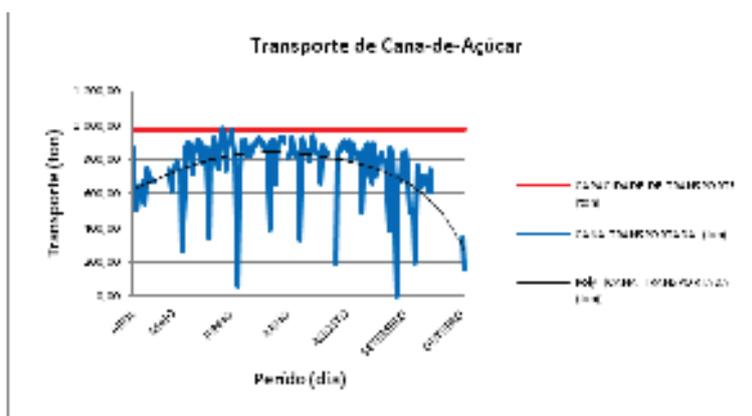


FIGURA 1 – TRANSPORTE DE CANA-DE-AÇÚCAR COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA C NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina C

Polinômio que representa a curva de tendência referente ao transporte de cana-de-açúcar (média mensal) é:

$$y = -40,614x^2 + 266,16x + 418,61$$

$$R^2 = 0,9649$$

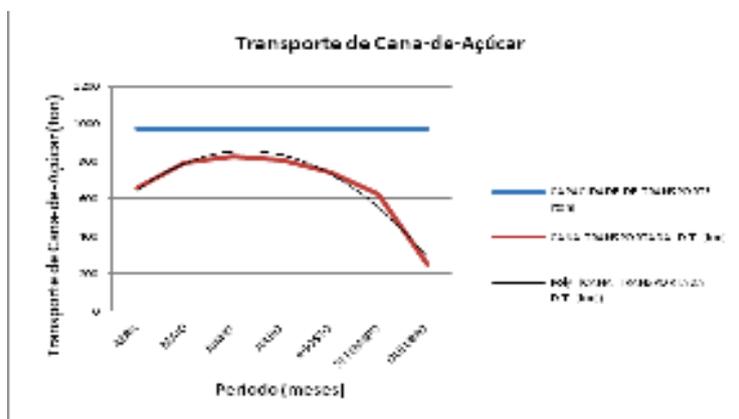


FIGURA 2 – TRANSPORTE DE CANA-DE-AÇÚCAR COM CURVA DE TENDÊNCIA (MÉDIA MENSAL) NA USINA C NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina C

Polinômio que representa a curva de tendência referente ao processamento de cana-de-açúcar é:

$$y = -2E-10x^6 + 9E-08x^5 - 1E-05x^4 + 0,001x^3 - 0,082x^2 + 7,05x + 602,46$$

$$R^2 = 0,2554$$

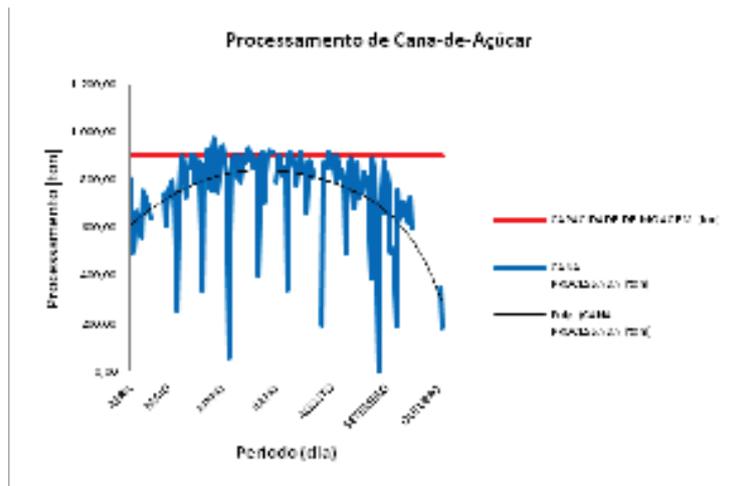


FIGURA 3 - PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR COM A CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA C NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina C

Polinômio que representa a curva de tendência referente ao processamento de cana-de-açúcar (média mensal) é:

$$y = -39,78x^2 + 261,89x + 420,92$$

$$R^2 = 0,9704$$

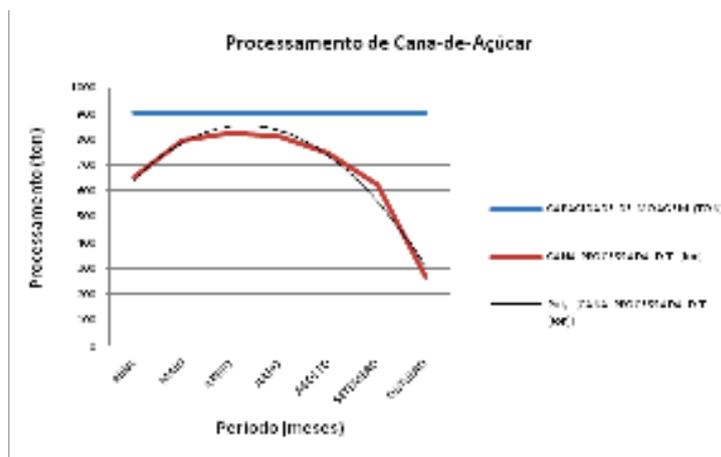


FIGURA 4 - PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR COM A CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA C NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina C

Polinômio que representa a curva de tendência do volume de produção de etanol é:

$$y = -3E-08x^6 + 2E-05x^5 - 0,007x^4 + 0,907x^3 - 56,74x^2 + 1738,5x + 7714,4$$

$$R^2 = 0,4353$$

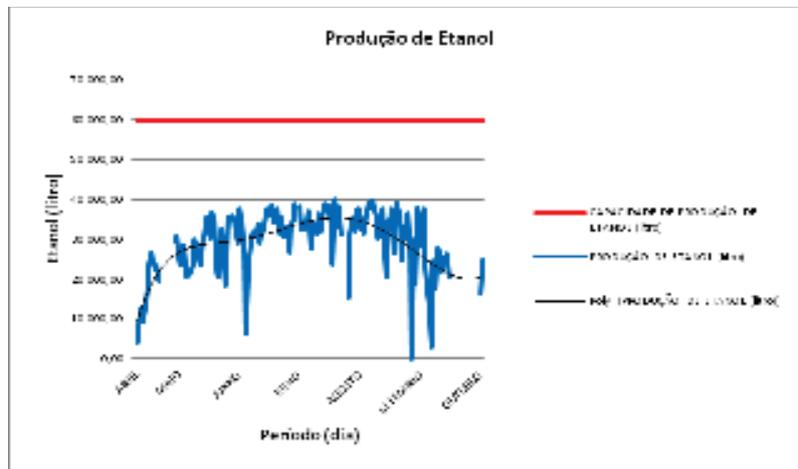


FIGURA 5 – PRODUÇÃO DE ETANOL COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA C NA SAFRA 2010/2011
Fonte: Usina C

Polinômio que representa a curva de tendência do volume de produção de etanol (média mensal) é:

$$y = -15,158x^2 + 119,21x + 94,567$$

$$R^2 = 0,9111$$

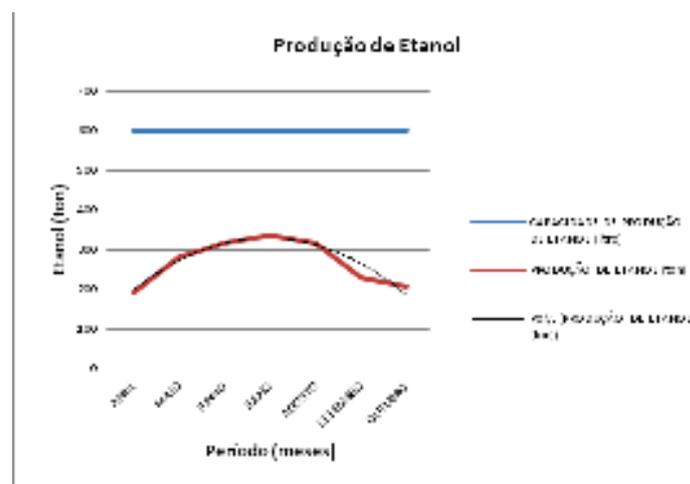


FIGURA 6 – PRODUÇÃO DE ETANOL COM CURVA DE TENDÊNCIA NA USINA C NA SAFRA 2010/2011
Fonte: Usina C

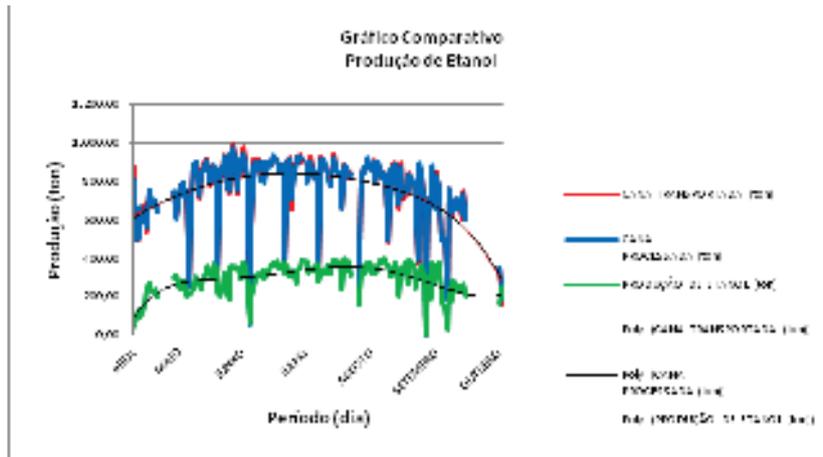


FIGURA 7 – COMPARATIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA E PROCESSADA, PRODUÇÃO DE ETANOL, COM CURVAS DE TENDÊNCIA NA USINA C NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina C

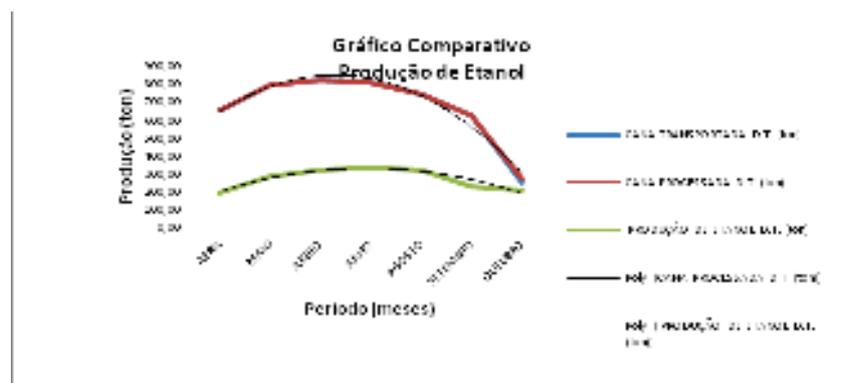


FIGURA 8 – GRÁFICO COMPARATIVO CANA-DE-AÇÚCAR TRANSPORTADA E PROCESSADA, PRODUÇÃO DE ETANOL, COM CURVAS DE TENDÊNCIA (MÉDIA MENSAL) NA USINA C NA SAFRA 2010/2011

Fonte: Usina C

ANEXOS

ANEXO 1- LOCALIZAÇÃO DAS BASES DE DISTRIBUIÇÃO DE COMBUSTÍVEIS



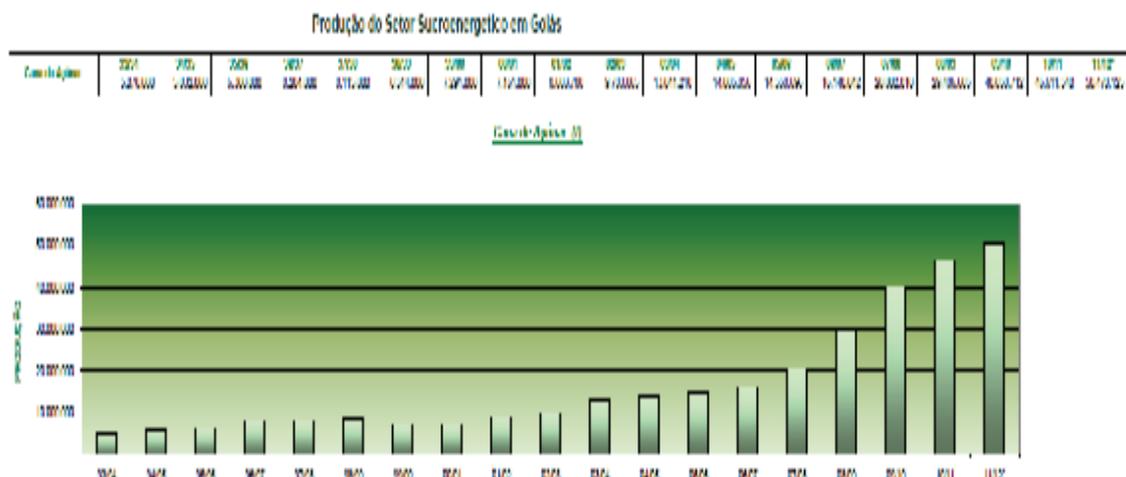
Fonte: Sindicom (2011)

ANEXO 2 - DESEMPENHO DO SETOR SUCROENERGÉTICO, EM GOIÁS, SAFRA 2010/2011

DESEMPENHO DO SETOR SUCROENERGÉTICO DE GOIÁS SAFRA 2010/2011				
PRODUTO	UNI			DESEMPENHO
		PREVISTO	REALIZADO	(%)
CANA	t	48.079.862	46.611.540	96,95
AÇÚCAR	t	1.841.458	1.798.457	97,66
ETANOL ANIDRO	m ³	681.461	659.432	96,77
ETANOL HIDRATADO	m ³	2.207.754	2.236.566	101,31
ETANOL TOTAL	m ³	2.889.215	2.895.998	100,23
ATR	t	6.869.431	6.834.148	99,49
ATR/TONELADA DE CANA	kg	142,88	146,62	2,62
LITROS DE ETANOL/TONELADA CANA	l	60,09	62,13	3,39
QUILOS DE AÇÚCAR / TONELADA CANA	kg	38,30	38,58	0,74

Fonte: SIFAEG (2011)

ANEXO 2a - PRODUÇÃO DE ETANOL NO ESTADO DE GOIÁS SAFRA 2010/2011



Fonte: SIFAEG (2011).

ANEXO 3 – FATORES DE MULTIPLICAÇÃO PARA TRANSFORMAÇÕES ESTEQUIOMÉTRICAS

Álcool	Etanol	Anidro	Hidratado
Graus INPM	100,0	99,3	93,2
Massa específica (kg/m ³)	789,3	791,5	809,3
ART em álcool (L/kg ART)	0,64755	0,65030	0,67763
Sacarose em álcool (L/kg)	0,68163	0,68453	0,71329
Álcool em ART (kg ART/L álcool)	1,54428	1,53775	1,47574
Álcool em sacarose (kg/L álcool)	1,46707	1,46086	1,40195

ANEXO 3a – FATORES DE MULTIPLICAÇÃO PARA TRANSFORMAR O VOLUME DOS PRINCIPAIS TIPOS DE ÁLCOOL OU ETANOL (ÁLCOOL ABSOLUTO)

Volume conhecido	Para obter-se etanol	Para obter-se anidro	Para obter-se hidratado
	-----Multiplicar por-----		
Etanol (100°INPM)	-----	1,00425	1,04645
Anidro (99,3°INPM)	0,99577	-----	1,04202
Hidratado (93,2°INPM)	0,95562	0,95968	-----

ANEXO 4 – TEOR ALCOÓLICO EM °INPM (%M/M) E °GL (%V/V a 15°C) EM FUNÇÃO DAS MASSAS ESPECÍFICAS E DENSIDADES

%P	m.e. 15°C	m.e. 15,56°C	m.e. 20°C	D ^{15°C/15°C}	$\frac{D^{15°C/15°C}}{15°C/15°C}$	D ^{20°C/20°C}	%V 15°C
100,0	0,7936	0,7931	0,7893	0,7943	0,7939	0,7907	100,0
99,9	39	34	96	46	42	10	99,94
99,8	42	37	0,7900	49	45	14	99,88
99,7	45	41	03	52	48	17	99,82
99,6	48	44	06	55	51	20	99,75
99,5	52	47	09	58	54	23	99,69
99,4	55	50	12	62	57	26	99,63
99,3	58	53	15	65	61	29	99,57
99,2	61	56	18	68	64	32	99,51
99,1	64	59	21	71	67	35	99,45
99,0	67	62	24	74	70	38	99,39
98,9	70	65	27	77	73	41	99,32
98,8	73	68	30	80	76	44	99,26
98,7	76	71	33	83	79	47	99,20
98,6	79	74	36	86	82	51	99,14
98,5	82	77	40	89	85	54	99,07
98,4	85	81	43	92	88	57	99,01
98,3	88	84	46	95	91	60	98,95
98,2	91	87	49	98	94	63	98,88
98,1	94	90	52	0,8001	97	66	98,82
98,0	98	93	55	05	0,8000	69	98,76
97,9	0,8000	96	58	07	03	72	98,70
97,8	03	99	63	10	06	75	98,63
97,7	06	0,8002	64	13	09	78	98,57
97,6	09	05	67	16	12	81	98,50
97,5	12	08	70	19	15	84	98,44
97,4	15	11	73	22	18	87	98,37
97,3	18	14	76	25	21	90	98,31
97,2	21	17	79	28	24	93	98,25
97,1	24	20	82	31	27	96	98,18
97,0	27	23	85	34	30	99	98,12
96,9	30	26	88	37	33	0,8002	98,05
96,8	33	28	90	40	36	05	97,99
96,7	36	31	93	43	39	08	97,92
96,6	39	34	96	46	42	10	97,85
96,5	42	37	99	49	45	13	97,79
96,4	45	40	0,8002	52	48	16	97,72
96,3	48	43	05	55	51	19	97,66
96,2	51	46	08	58	54	22	97,59
96,1	54	49	11	61	57	25	97,52
96,0	57	52	14	64	60	28	97,46
95,9	59	55	17	67	62	31	97,39
95,8	62	58	20	69	65	34	97,32
95,7	65	60	22	72	68	37	97,26
95,6	68	63	25	75	71	39	97,19
95,5	71	66	28	78	74	42	97,12
95,4	74	69	31	81	77	45	97,06
95,3	77	72	34	84	80	48	96,99
95,2	79	75	37	87	82	51	96,92
95,1	82	78	40	89	85	54	96,85
95,0	85	80	42	92	88	57	96,79
94,9	88	83	45	95	91	59	96,72
94,8	91	86	48	98	94	62	96,65
94,7	94	89	51	0,8101	97	65	96,58
94,6	96	92	54	04	99	68	96,51
94,5	99	95	56	06	0,8102	71	96,44
94,4	0,8102	97	59	09	05	74	96,38
94,3	05	0,8100	62	12	08	76	96,31
94,2	08	03	65	15	11	79	98,24
94,1	11	06	68	18	14	82	96,17
94,0	13	09	71	21	16	85	96,10
93,9	16	11	73	23	19	88	96,03
93,8	19	14	76	26	22	90	95,96
93,7	22	17	79	29	25	93	95,89
93,6	25	20	82	32	28	96	95,82
93,5	27	23	84	34	30	99	95,75
93,4	0,8130	0,8125	0,8087	0,8137	0,8133	0,8102	95,68
93,3	33	28	90	40	36	04	95,61
93,2	36	31	93	43	39	07	95,54
93,1	39	34	96	46	42	10	95,48
93,0	41	36	98	48	44	13	95,41
92,9	44	39	0,8101	51	47	15	95,34
92,8	47	42	04	54	50	18	95,26
92,7	50	45	07	57	53	21	95,19

(continuação)

%P	m.c. 15°C	m.c. 15,56°C	m.c. 20°C	D ^{15°C/15°C}	D ^{15°C/15°C} 15°C/15°C	D ^{20°C/20°C}	%V 15°C
92,6	52	47	09	59	55	24	95,12
92,5	55	50	12	62	58	26	95,05
92,4	58	53	15	65	61	29	94,98
92,3	61	56	17	68	64	32	94,91
92,2	63	58	20	70	66	35	94,84
92,1	66	61	23	73	69	37	94,77
92,0	69	64	26	76	72	40	94,70
91,9	72	67	28	79	75	43	94,63
91,8	74	69	31	81	77	46	94,56
91,7	77	72	34	84	80	48	94,48
91,6	80	75	37	87	83	51	94,41
91,5	82	78	39	90	85	54	94,34
91,4	85	80	42	92	88	56	94,27
91,3	88	83	45	95	91	59	94,20
91,2	90	86	47	98	94	62	94,12
91,1	93	88	50	0,8200	96	65	94,05
91,0	96	91	53	03	99	67	93,98
90,9	99	94	56	06	0,8202	70	93,91
90,8	0,8201	96	58	08	04	73	93,83
90,7	04	99	61	11	07	75	93,76
90,6	07	0,8202	64	14	10	78	93,69
90,5	09	04	66	16	12	81	93,62
90,4	12	07	69	19	15	83	93,54
90,3	15	10	72	22	18	86	93,47
90,2	17	13	74	25	20	89	93,40
90,1	20	15	77	27	23	92	93,32
90,0	23	18	80	30	26	94	93,25
89,9	25	20	82	33	28	97	93,18
89,8	28	23	85	35	31	0,8200	93,10
89,7	31	26	88	38	34	02	93,03
89,6	33	28	90	41	36	05	92,96
89,5	36	31	93	43	39	07	92,88
89,4	39	34	96	46	42	10	92,81
89,3	41	36	98	48	44	13	92,73
89,2	44	39	0,8201	51	47	15	92,66
89,1	47	42	04	54	50	18	92,59
89,0	49	44	06	56	52	21	92,51
88,9	52	47	09	59	55	23	92,44
88,8	54	50	11	62	58	26	92,36
88,7	57	52	14	64	60	29	92,29
88,6	60	55	17	67	63	31	92,21
88,5	62	57	19	70	65	34	92,14
88,4	65	60	22	72	68	36	92,06
88,3	68	63	24	75	71	39	91,99
88,2	70	65	27	77	73	42	91,91
88,1	73	68	30	80	76	44	91,84
88,0	75	71	32	83	79	47	91,76
87,9	78	73	35	85	81	50	91,69
87,8	81	76	38	88	84	52	91,61
87,7	83	78	40	90	86	55	91,54
87,6	86	81	43	93	89	57	91,46
87,5	88	84	45	96	92	60	91,38
87,4	91	86	48	98	94	63	91,31
87,3	94	89	51	0,8301	97	65	91,23
87,2	96	91	53	03	99	68	91,16
87,1	99	94	56	06	0,8302	70	91,08
87,0	0,8301	97	58	09	05	73	91,01
86,9	0,8304	0,8299	0,8261	0,8311	0,8307	0,8276	90,93
86,8	07	0,8302	63	14	10	78	90,85
86,7	09	04	66	16	12	81	90,78
86,6	12	07	69	19	15	83	90,70
86,5	14	09	71	22	17	86	90,62
86,4	17	12	74	24	20	88	90,55
86,3	19	15	76	27	23	91	90,47
86,2	22	17	79	29	25	94	90,39
86,1	25	20	81	32	28	96	90,31
86,0	27	22	84	34	30	99	90,24
85,9	30	25	87	37	33	0,8301	90,16
85,8	32	27	89	39	35	04	90,08
85,7	35	30	92	42	38	06	90,01
85,6	37	32	94	45	40	09	89,93
85,5	40	35	97	47	43	11	89,85
85,4	42	38	99	50	46	14	89,77
85,3	45	40	0,8302	52	48	17	89,69