

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS
ESCOLA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
MESTRADO EM FINANÇAS E ECONOMIA EMPRESARIAL

Ivan Pedro Carvalho de Azevedo e Silva

***Risk Management* no setor sucroalcooleiro no
Brasil**

Dissertação de Mestrado

2015
FGV / EPGE – RJ

Ivan Pedro Carvalho de Azevedo e Silva

***Risk Management* no setor sucroalcooleiro no
Brasil**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora da Escola de Pós Graduação em Economia da Fundação Getúlio Vargas, como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre em Finanças e Economia Empresarial.

Orientador: Edson Daniel Lopes Gonçalves

Área de Pesquisa: Setor Sucroalcooleiro

2015
FGV / EPGE – RJ

Silva, Ivan Pedro Carvalho de Azevedo e
Risk management no setor sucroalcooleiro no Brasil / Ivan Pedro Carvalho de
Azevedo e Silva. – 2015.
71 f.

Dissertação (mestrado) - Fundação Getulio Vargas, Escola de Pós-Graduação
em Economia.

Orientador: Edson Daniel Lopes Gonçalves.

Inclui bibliografia.

1. Administração de risco. 2. Indústria açucareira. 3. Álcool – Indústria. 4.
Biocombustíveis. I. Gonçalves, Edson Daniel Lopes. II. Fundação Getulio Vargas.
Escola de Pós- Graduação em Economia. III. Título.

CDD – 338.5



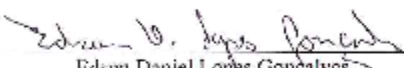
IVAN PEDRO CARVALHO DE AZEVEDO E SILVA

**“ RISK MANAGEMENT NO SETOR SUCROALCOOLEIRO NO
BRASIL ”**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Economia Empresarial e Finanças da Escola de Pós-Graduação em Economia para obtenção do grau de Mestre em Economia Empresarial e Finanças.

Data da defesa: 18/05/2015

ASSINATURA DOS MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA


Edson Daniel Lopes Gonçalves
Orientador (a)


Rafael Moura Azevedo


Rafael Chaves Santos

Dedico aos meus pais.

Agradecimentos

Agradeço à minha mulher Natália Gusmão.

Resumo

CARVALHO DE AZEVEDO E SILVA, Ivan Pedro. Gestão de Risco de Mercado no setor sucroalcooleiro no Brasil 50 f. Tese (Mestrado em Ciências Econômicas) – Botafogo, Faculdade Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.

O presente trabalho tem como objetivo contextualizar a crise econômica do setor sucroalcooleiro no Brasil nos últimos anos, com ênfase nas técnicas utilizadas de Risk Management para as commodities agrícolas. Tal estudo está baseado na apresentação e análise, quantitativa e qualitativa, dos principais aspectos econômicos ocorridos no Setor Sucroalcooleiro a partir de 2003 . Os principais destaques deste trabalho são: i) Contextualização da crise no setor sucroalcooleiro no Brasil nos últimos anos; ii) Análise quantitativa e qualitativa das principais séries de dados do setor ; iii) Análise das principais técnicas utilizadas para Gestão de riscos em empresas do setor de commodities, ; iv) Estudo de Caso.

Palavras-Chave: Setor Sucroalcooleiro, Gestão de Risco, etanol, açúcar, bioenergia.

Abstract

The present article aims to contextualize the economic crisis that sugarcane sector is passing through in Brazil in the last years emphasizing the risk management's techniques used in agricultural commodities. This study is based on quantitative and qualitative presentation and analysis of the main economic aspects occurring in the sugarcane sector since 2003. The highlights of this article are: i) contextualization of sugarcane's sector crisis in Brazil in recent years; ii) Quantitative and qualitative analysis of key industry's data series; iii) Analysis of the principals techniques used for risk management in commodity sector companies; iv) Case Study.

Key words: Sugarcane sector, risk management, ethanol, sugar, bioenergy.

Sumário

1. Introdução	13
2. Aspectos Produtivos e Econômicos do Setor Sucroalcooleiro	15
2.1 Produção de Cana de Açúcar	15
2.2 Custo de Produção da Cana	20
2.2.1 Produtividade da Cana de Açúcar	22
2.3 Setor do Etanol.....	25
2.4 Setor do Açúcar	29
2.5 Endividamento do Setor Sucroalcooleiro.....	31
3. Risk Management no setor agrícola.....	35
3.1 Adaptação do modelo <i>VaR</i> (<i>Value at Risk</i>) no setor de commodity.....	37
3.2 Principais técnicas de risco utilizadas no setor sucroalcooleiro	40
3.2.1 Estratégias de <i>Hedge</i>	42
3.2.2 Exposição Volumétrica	47
3.2.3 Value at Risk (VaR)	52
3.3 Simulação de Cenários econômicos	57
3.3.1 Movimento browniano geométrico	57
3.3.2 Decomposição de Cholesky.....	59
4. Estudo de Caso	62
5. Considerações Finais	71
6. Bibliografia	72

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Alocação da produção de cana de açúcar entre Etanol e Açúcar	19
Gráfico 2: Área Plantada com cana de açúcar, 1980-2012	23
Gráfico 3: Média Histórica da produtividade agrícola da região Centro-Sul (valores em toneladas de cana de açúcar por hectare).....	23
Gráfico 4: Licenciamento anual de autoveículos novos no Brasil por tipo de combustível	27
Gráfico 5: Vendas de Etanol (hidratado e anidro) e gasolina tipo A (desconsidera o etanol anidro adicionado à mesma)	28
Gráfico 6: Evolução da Produção, Consumo e Porcentagem do Estoque Mundial de Açúcar no Mundo	30
Gráfico 7: Endividamento do setor em bilhões de reais Fonte: DATAAGRO	32
Gráfico 8: Endividamento do Setor em percentual do faturamento Fonte: DATAGRO	33
Gráfico 9: Cenário do dólar para cada trimestre Fonte: Própria	65
Gráfico 10: Cenários para o açúcar para cada trimestre Fonte: Própria	65
Gráfico 11: Cenários para o preço do etanol no 1 trimestre Fonte: Própria	66
Gráfico 12: Histograma do Fluxo de Receita Operacional do ano-safra 15/16 Fonte: Própria	66
Gráfico 13: Histograma do FRO no 1 trimestre do ano-safra 15/16 Fonte: Própria	67
Gráfico 14: Histograma do FRO no 2 trimestre do ano-safra 15/16 Fonte: Própria	67
Gráfico 15: Histograma do FRO no 3 trimestre no ano-safra 15/16 Fonte: Própria	68
Gráfico 16: Histograma do FRO no 4 trimestre no ano-safra 15/16 Fonte: Própria	68
Gráfico 17: Novo histograma do FRO considerando 100% dos físicos do açúcar hedgeados Fonte: Própria	70
Gráfico 18: Novo histograma do FRO considerando 100% da receita em dólar hedgeada Fonte: Própria	70

Índice de Tabelas

Tabela 1: Moagem de cana de açúcar e produção de açúcar e etanol – safra 2013/2014	17
Tabela 2: Variação dos custos de produção entre a safra 2008/2009 e 2013/2014	21
Tabela 3: Histórico da qualidade da matéria-prima (kg de ATR por tonelada de cana de açúcar), número de novas unidades produtoras e unidades produtoras fechadas, por safra, na região Centro-Sul Fonte: Única	24
Tabela 4: Licenciamento anual de auto veículos novos no Brasil por tipo de combustível.....	27
Tabela 5: Exportação Anual de Açúcar no Brasil	31

Índice de Figuras

Figura 1: Processo industrial da transformação de cana de açúcar em Etanol e Açúcar	16
Figura 2: Impacto da decisão estratégica CFaR.....	39
Figura 3: Fluxo Operacional da comercialização do físico de açúcar	41
Figura 4: Exposição Volumétrica Exemplo 1	48
Figura 5: Gráfico Exposição Líquida Exemplo 1.....	48
Figura 6: Exposição Volumétrica Exemplo 2	49
Figura 7: Exposição Volumétrica Exemplo 2	49
Figura 8: Exposição Volumétrica da commodity dólar.....	50
Figura 9: Gráfico Exposição Volumétrica da commodity Dólar.....	51
Figura 10: VaR por fator de risco e considerando os exemplos 1 e 2	54
Figura 11: VaR percentual	55
Figura 12: Relatório de Hedge por tela - Safra 15/16 Fonte: Empresa de grande porte do setor sucroalcooleiro	Error! Bookmark not defined.

1. Introdução

A plantação de cana de açúcar tem uma participação histórica na agricultura brasileira. O início do cultivo da cana em solo brasileiro ocorreu em 1532, a partir da plantação da primeira muda por Martim Affonso de Souza na capitania hereditária de São Vicente, atual região Centro-Sul do Brasil. Após o ciclo histórico do açúcar, um longo caminho foi traçado desde o Programa Nacional do Álcool (ProÁlcool) até o início da produção de carros *flex fuel* e contínua desregulamentação do setor sucroalcooleiro. Atualmente este setor representa uma ampla e consolidada fatia da economia brasileira com alta geração de renda e emprego. Na safra 2013/2014, o PIB setorial da cana de açúcar somou R\$ 94,6 bilhões o que representa aproximadamente 2% do PIB brasileiro (4,8 trilhões de reais), e 31% do PIB da agricultura no ano de 2013.

O legado histórico do ciclo do açúcar, o ProÁlcool, e a contínua produção dos carros *flex fuel* e internacionalização do setor deixaram como herança amplos mercados interno e externo para o açúcar e etanol. Além disso, no que concerne ao etanol e energia biomassa (a partir da queima do bagaço de cana), existe um estímulo ao crescimento e consolidação do mercado devido à preocupação global na redução da dependência do petróleo como combustível, pela busca por um crescimento sustentável atrelado à responsabilidade ambiental e combate ao aquecimento global. No início da década de 2000 tais evidências levaram o mercado a crer que o Brasil, com clima e solo favoráveis e alta produtividade, se tornaria líder mundial no setor sucroalcooleiro.

No entanto, a partir de 2008 com a escassez de liquidez e deterioração econômica mundial, o setor sucroalcooleiro enfrenta uma das piores crises da sua história. Tal crise permanece nos dias atuais e tomou proporções significativas como o fechamento de 58 usinas nos últimos seis anos. As dificuldades se espalham por toda a cadeia produtiva da cana, e só no ano de 2014 as metalúrgicas de Sertãozinho em Ribeirão Preto demitiram 2.400 trabalhadores. Os fatores causais são diversos, internos e externos, e englobam tanto a política pública quanto a iniciativa privada.

Dado a contextualização do setor sucroalcooleiro, o presente estudo tem como objetivo exemplificar as principais práticas de *Risk Management* no mercado de bens agrícolas. A volatilidade nos preços das commodities agrícolas e moeda estrangeira podem afetar severamente o resultado e fluxo de caixa da empresa com impactos negativos na política de investimento e capacidade de pagamento de dívidas. Políticas adequadas de hedge cambial e de variação das cotações das commodities, assim como utilização de ferramenta analítica tal como o *CfaR (Cash Flow at Risk)* para tomada de decisões gerenciais podem garantir a sobrevivência da empresa em um cenário econômico adverso tal qual o setor sucroalcooleiro tem passado nos últimos anos.

2. Aspectos Produtivos e Econômicos do Setor Sucroalcooleiro

2.1 Produção de Cana de Açúcar

A cana de açúcar possui um longo ciclo agrônômico, cerca de 7 anos. A cadeia produtiva da cana-de-açúcar organiza-se por meio de dois setores de atuação: o agrícola e o industrial. O subsistema agrícola ocupa-se exclusivamente do processamento da matéria-prima. Abrange as etapas de preparo do solo, plantio, tratos culturais, colheita e transporte até a usina. Na cadeia produtiva industrial, a partir da moagem da cana são produzidos o açúcar e o etanol, e posteriormente com a queima do bagaço é possível gerar a energia de biomassa. O processo e tecnologia de produção do açúcar e etanol é muito semelhante em todas as usinas brasileiras. A unidade industrial normalmente é dividida em recepção/preparo/moagem, tratamento do caldo, fábrica de açúcar, destilaria de etanol, utilidades, disposição de efluentes e estocagem dos produtos.

A Figura 1 ilustra o diagrama em blocos do processamento da cana de açúcar. Após o esmagamento da cana por rolos trituradores (moagem), 70% da cana de açúcar vira caldo, do qual é extraído o açúcar e o etanol, e 30% é bagaço utilizado para geração de energia. O caldo misto de cana passa por tratamentos químicos com esterilização, fermentação e destilação, até transformar-se em caldo tratado. Este caldo é destinado para as fábricas de refinaria do açúcar e destilarias para produção do etanol. Existem dois tipos de etanol. O etanol hidratado com 96% de álcool o qual é vendido nos postos de combustível e utilizado nos carros bi flex. E o etanol anidro com 99,5% de álcool, resultado do processo de desidratação do etanol hidratado, utilizado na mistura com a gasolina comum e aditiva. O açúcar pode ser classificado em Açúcar Cristal, Açúcar Branco, Açúcar Refinado e Açúcar VHP.

Importante ressaltar a autossuficiência energética das usinas de processamento de cana de açúcar. As usinas são altamente eficientes energeticamente, porque a enorme sobra de resíduos de bagaço e palha permite que estes sejam utilizados como combustível nas caldeiras geradoras de vapor de eletricidade para o processo. Essas caldeiras frequentemente

são usadas em cogeração de energia elétrica que é vendida às empresas distribuidoras. Em função disso a razão de eficiência energética (energia produzida dividida por energia consumida) da produção de etanol é de 8,3, muitas vezes superior às razões obtidas na produção de etanol a partir de outras matérias-primas (SZWARC, 2006).

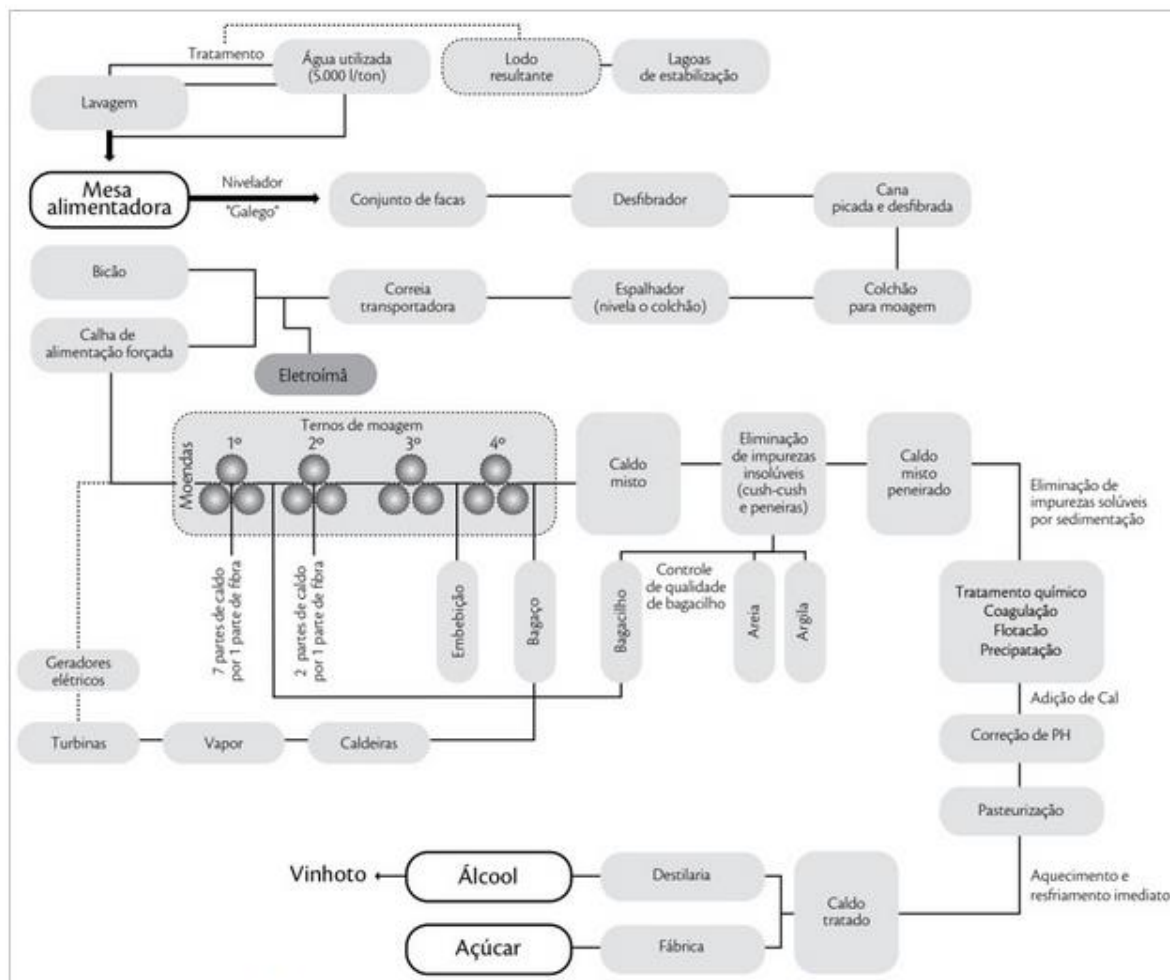


Figura 1: Processo industrial da transformação de cana de açúcar em Etanol e Açúcar

Fonte: NovaCana

O Brasil não é só o maior produtor da cultura, seguido por Índia e China, como também o maior produtor de açúcar e etanol de cana-de-açúcar. A produção de cana de açúcar no país está concentrada nas regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste, sendo que a primeira representa cerca de 91% da moagem total de cana no ano-safra 2013/2014, conforme apresentado na Tabela 1 abaixo. O Brasil apresenta dois períodos distintos de safra de acordo com a região, sendo de Setembro a Março no Norte-Nordeste e de Abril a Novembro no Centro-Sul.

Tabela 1: Moagem de cana de açúcar e produção de açúcar e etanol – safra 2013/2014

Fonte: Única Data

Estados	Cana-de-açúcar	Açúcar	Etanol (mil m³)			
	mil toneladas	mil toneladas	Anidro	Hidratado	Total	
Região Centro-Sul	Espírito Santo	3,770	123	110	72	182
	Goiás	62,018	1,891	1,055	2,824	3,879
	Mato Grosso	16,989	418	532	572	1,104
	Mato Grosso do Sul	41,496	1,368	614	1,618	2,231
	Minas Gerais	61,042	3,411	1,246	1,411	2,657
	Paraná	42,216	3,037	492	996	1,488
	Rio de Janeiro	2,008	84	0	85	85
	Rio Grande do Sul	73	0	0	5	5
	Santa Catarina	0	0	0	0	0
	São Paulo	367,450	23,963	6,958	6,986	13,944
Região Norte-Nordeste	Acre	89	0	0	5	5
	Alagoas	21,652	1,728	316	194	511
	Amapá	0	0	0	0	0
	Amazonas	269	15	0	5	5
	Bahia	3,206	94	109	65	174
	Ceará	129	0	0	9	9
	Maranhão	2,206	11	155	13	168
	Pará	819	32	29	9	38
	Paraíba	5,150	77	199	140	339
	Pernambuco	15,130	1,182	196	121	317
	Piauí	851	52	31	1	32
	Rio Grande do Norte	2,158	123	33	24	57
	Rondônia	188	0	0	11	11
	Roraima	0	0	0	0	0
	Sergipe	2,276	105	37	69	106
	Tocantins	2,334	0	111	85	196
Região Centro-Sul		597,061	34,295	11,008	14,568	25,575
Região Norte-Nordeste		56,458	3,419	1,215	752	1,968
Brasil		653,519	37,713	12,223	15,320	27,543

O setor sucroalcooleiro, por ser uma atividade industrial, está sujeito à característica intrínseca da cana de açúcar que é a sazonalidade de produção. Segundo Bressan Filho (2010), como o período de colheita ocorre somente em alguns meses do ano-safra e o consumo durante os 12 meses, é necessário a formação de estoque durante o período de colheita para regularizar a oferta no período entressafra. As destilarias e caldeiras estão desligadas e não há produção no período entressafra. Assim, da mesma forma que essa atividade industrial depende da sazonalidade da produção, o ciclo econômico está subordinado ao ciclo agrônômico da lavoura. Isso implica que uma safra que apresente resultados econômicos ruins por motivos climáticos e/ou nível de preços só poderá se recuperar no ano-safra seguinte. Uma sequência de anos-safra ruins pode resultar em danos econômicos irrecuperáveis para os produtores e comprometer a continuidade da atividade do restante da cadeia. Exemplo dessa condição é o fechamento de 56 usinas nos últimos 6 anos e demissão de 2.400 metalúrgicos em Sertãozinho no ano de 2014, segundo dados do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (Caged) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

O longo ciclo agrônômico da cana de açúcar, que varia entre 6 a 7 anos proporcionando 5 anos de colheita, representa uma mobilidade limitada no uso da terra e substituição da lavoura. Assim, com intuito de aguardar o final do ciclo agrônômico para análise dos resultados econômicos, as usinas mantêm o cultivo de cana para produção do etanol e açúcar mesmo diante de dificuldades de preço e redução de margem de lucro. Ou seja, mesmo diante de uma crise econômica intensa e persistente o produtor teria que desfazer o negócio de forma lenta e gradual. Outro ponto é que a cana de açúcar, exclusivamente utilizada para produção de etanol, álcool e energia, deve ser colhida e processada enquanto estiver madura, dentro do período viável da safra. Tal condição requer que as usinas de produção realizem o planejamento da atividade independente do preço dos produtos finais e de rentabilidade.

Condicionado pelas características agrícolas da cana, a única flexibilidade do produtor com usina mista é a alocação da moagem de cana entre os produtos açúcar e etanol. O *mix* de produtos é realizado de acordo com a vantagem econômica do etanol e açúcar. Conforme apresentado no gráfico 1, desde o ano-safra 2004/2005 o destino da cana de açúcar

na região Centro-Sul tem girado em torno de 50%, com uma certa vantagem para o etanol classificando as usinas como mais “alcooleiras” nestes últimos anos.

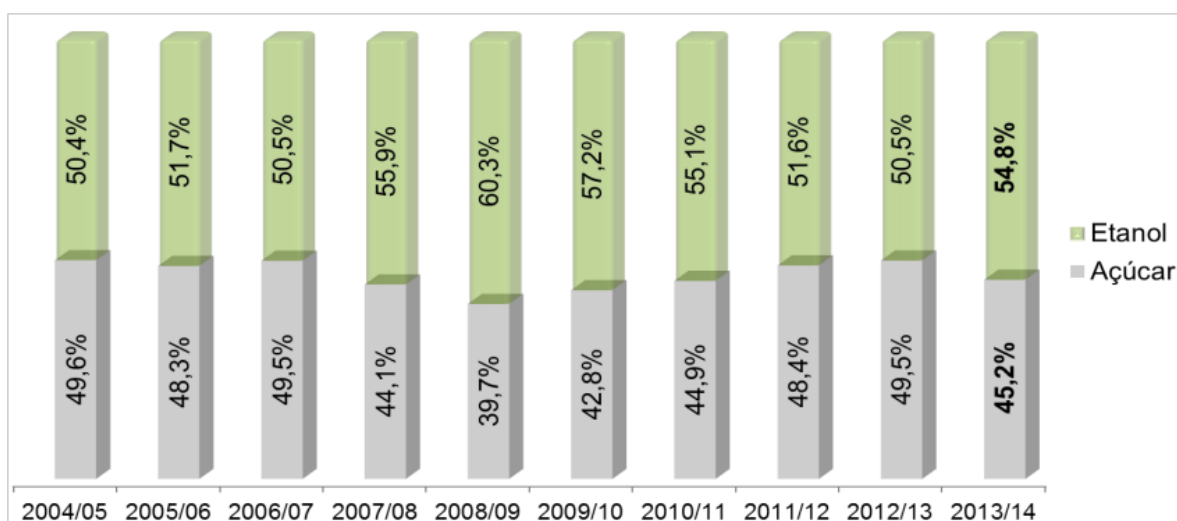


Gráfico 1: Alocação da produção de cana de açúcar entre Etanol e Açúcar

Fonte: Única

Segundo Czinar (2013), além da paridade dos preços do etanol e açúcar, os compromissos de venda e financiamento também são levados em consideração no processo decisório das usinas. Ao trocar a produção de açúcar por etanol, por exemplo, é preciso considerar o custo do *washout* (custo por deixar de entregar o volume de açúcar contratado), o qual varia de acordo com as partes envolvidas e atuais condições de mercado do açúcar. Outro ponto é que comumente os bancos exigem como garantia de empréstimo em moeda estrangeira o contrato de exportação. Em uma situação oposta de troca de álcool por açúcar, é preciso considerar a necessidade de caixa da empresa no período já que o mercado de etanol possui uma liquidez maior do que o mercado de açúcar. Além disso, é estabelecido na resolução 67/2011 da ANP (Agência Nacional do Petróleo) que, em função da composição da gasolina C ser constituída de percentual de etanol anidro, as usinas alcooleiras devem

possuir um estoque mínimo de biocombustíveis e ter garantias e comprovação de capacidade para o atendimento ao mercado de biocombustíveis.

A comercialização do açúcar e etanol acontece de forma distinta devido às condições gerais do seu comércio. O açúcar é um bem comercializável e possui uma dinâmica independente com a formação de preços e regularização da oferta e demanda ajustada com as exportações e importações entre os países. Considerando a competitividade do país e ausência de barreiras de entrada, o estoque formado na produção doméstica é destinado ao mercado interno ou exportação de acordo com a estratégia comercial dos agentes envolvidos. A decisão do volume comercial destinado ao mercado interno e/ou externo é baseado no comportamento dos mercados globais e preços relativos, refletidos nas cotações presentes e futuras das bolsas de mercadoria e futuros. Quanto ao etanol, este é um produto não comercializável. É possível utilizar esta classificação, pois apesar do produto ser competitivo e consumido no mercado internacional, a demanda externa é bem inferior comparativamente a oferta e demanda interna. Assim, para este produto, o preço não é formado pela dinâmica dos mercados globais mas, sim, pelo volume de produção e consumo doméstico, formação de estoques, e política públicas adotadas (Bressan Filho, 2010).

2.2 Custo de Produção da Cana

Os custos de produção do setor sucroalcooleiro podem ser divididos no custo da agricultura e no custo industrial. Os custos agroindustriais e a matéria-prima utilizada para geração de açúcar e etanol normalmente são apontados como vantagem competitiva do setor sucroalcooleiro brasileiro. O baixo custo de produção da cana de açúcar está associado ao ambiente de produção favorável que permite obter altos índices de produtividade ao longo dos ciclos, à disponibilidade de terras agricultáveis a preços relativamente baixos, aos avanços tecnológicos introduzidos pelo Brasil na produção de açúcar e etanol, às economias de escala geradas pelo alto volume de produção e ao crescente índice de mecanização.

No entanto nos últimos anos, em uma comparação da safra de 2008/2009 com a safra 2013/2014 feita em um estudo da *Markestrat* (2014) ocorreu um aumento de 28% nos custos

de produção operacional da indústria causado, principalmente, pelos aumentos expressivos da mão-de-obra e matéria-prima, respectivamente em 18% e 25%. Conforme apresentado na Tabela 2, os custos de produção agrícola e os custos de produção industrial aumentaram 33,5% e 28%, respectivamente, entre as safras 2008/2009 e 2013/2014. De acordo com Farina (2014), na base do aumento de custos está o atendimento à agenda ambiental e às maiores exigências trabalhistas, além das despesas financeiras decorrentes dos investimentos realizados na produção.

Outros fatores que contribuíram para o aumento do custo são os desperdícios com gasto em transporte por falta de integração entre as usinas e o aumento dos custos de manutenção e da capacidade ociosa. Dessa forma, o Brasil deixou de ocupar a liderança de menor custo de produção de cana de açúcar do mundo em 2011, perdendo para países como Austrália, África do Sul e Tailândia.

Tabela 2: Variação dos custos de produção entre a safra 2008/2009 e 2013/2014

Fonte: Markestrat adaptado

Itens	Unidade	Safra 2008/2009	Safra 2013/2014	Crescimento entre 2008/2009 e 2013/2014
Impostos Agregados	US\$ (Bilhões)	7.3	8.5	16.4%
Custo de Produção Agrícola	US\$ (Bilhões)	25.7	34.3	33.5%
Custo de Produção Industrial	US\$ (Bilhões)	33.9	43.4	28.0%
Produtividade Agrícola	Toneladas/há	81	74.8	-7.7%

2.2.1 Produtividade da Cana de Açúcar

Segundo Vitti e Prado (2012), a produtividade de cana-de-açúcar em seus ciclos agrícolas, depende das condições químicas e físico-hídricas das camadas superficiais dos solos, juntamente com as condições climáticas, formando os chamados ambientes de produção. O manejo básico da cultura nos ambientes considera que é feito corretamente o preparo do solo e plantio, o controle das ervas daninhas e o manejo fitossanitário; época de plantio e colheita, além da escolha varietal em relação aos ambientes; doses adequadas de corretivos e fertilizantes; controle local evitando erosão e que não ocorram impedimentos químicos, físicos e biológicos no solo que limitem o desenvolvimento do sistema radicular. Esses ambientes originais se alteram muito favoravelmente quando é feito manejo intensivo com a aplicação de vinhaça, torta de filtro, com a adubação verde, irrigação semiplena e plena; e também se alteram muito desfavoravelmente quando as condições climáticas são anormais, com má distribuição de chuva, seca prolongada e geadas.

O aumento da produtividade da cana de açúcar normalmente é estimulado pelo investimento em tecnologia de produção, mecanização e renovação dos canaviais, fatores climáticos favoráveis, e estudos sobre o desenvolvimento das mudas de cana. Os dados do Ministério da Agricultura apontam que nos últimos 10 anos somente 77 novas variedades de cana foram lançadas no mercado, ante 1.576 de milho e 743 de soja. Além disso, conforme apresentado no gráfico 2 abaixo, a área plantada de cana de açúcar devido ao sistema extensivo de produção cresceu nos últimos 10 anos cerca de 87%, causando redução na produtividade por hectare. Nota-se que com o aumento da área plantada, o índice de tonelada de cana colhida por hectare (ton/ha) está em nível inferior do que há duas décadas atrás, saindo do índice de produtividade de 96 ton/há para 80ton/ha. Estes valores podem ser observados no gráfico 3 apresentado em seguida.

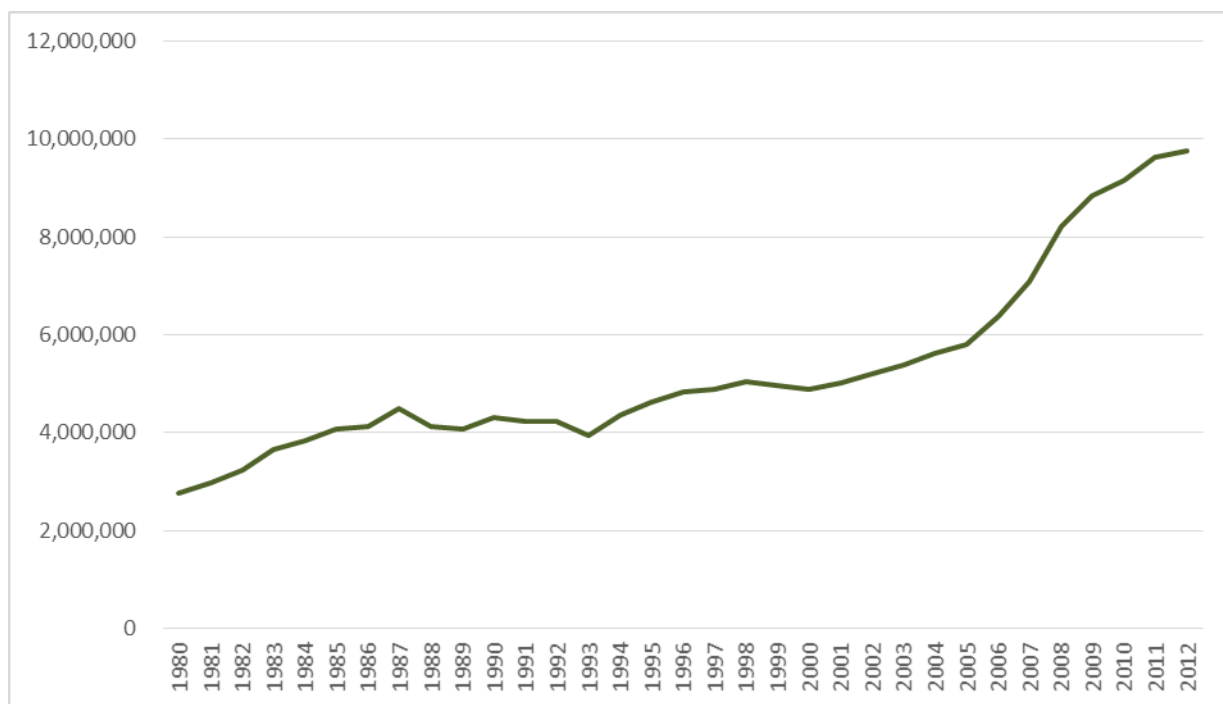
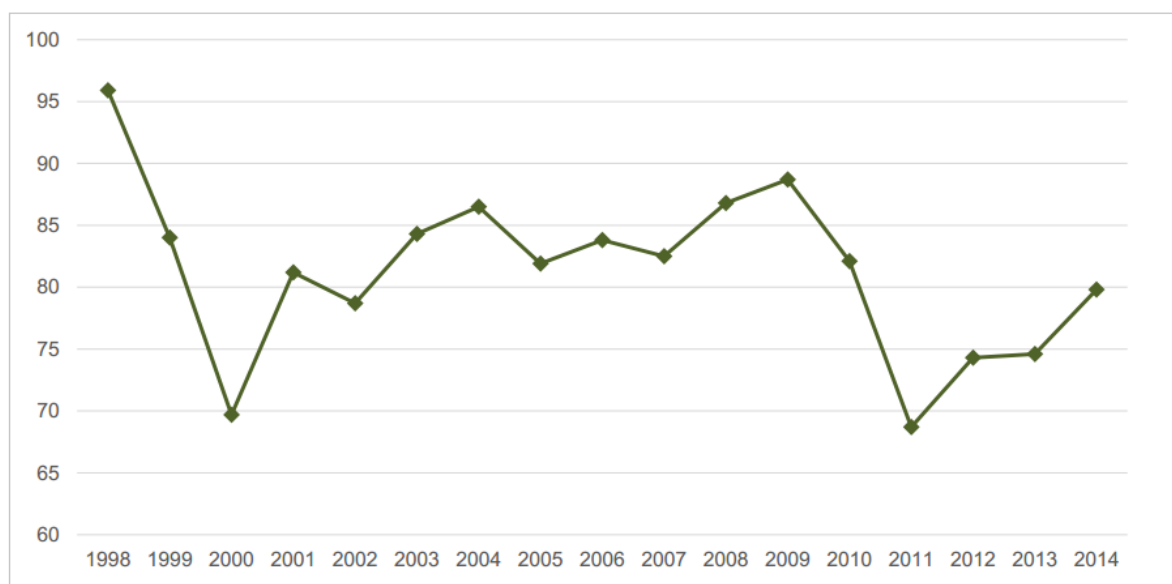


Gráfico 2: Área Plantada com cana de açúcar, 1980-2012

Fonte: Única



**Gráfico 3: Média Histórica da produtividade agrícola da região Centro-Sul
(valores em toneladas de cana de açúcar por hectare)**

Fonte: Única

Outro índice de produtividade e qualidade da cana é o ATR (Açúcar total recuperado) por tonelada de cana. O ATR foi criado pelo CONSECANA-SP (Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo), como forma de mensurar o valor da cana de açúcar pela quantidade de açúcar disponível na matéria-prima subtraída das perdas no processo industrial, e nos preços do açúcar e etanol vendidos pelas usinas no mercado interno e externo. Conforme observado na tabela 3 abaixo, a taxa do ATR por tonelada de cana reduziu de 143,5 kg/ton para 135 kg/ton. Destaca-se para a queda do nível de ATR a falta de renovação dos canaviais que compromete a qualidade do solo para plantação da cana e quebra de safra causada por severa estiagem nestes últimos anos.

Tabela 3: Histórico da qualidade da matéria-prima (kg de ATR por tonelada de cana de açúcar), número de novas unidades produtoras e unidades produtoras fechadas, por safra, na região Centro-Sul

Fonte: Única

Safra	ATR médio da safra (kg ATR/ ton. cana-de-açúcar)	Número de novas unidades	Número de unidades fechadas
2007/2008	143,63	22	2
2008/2009	140,11	29	2
2009/2010	129,56	21	3
2010/2011	140,50	10	5
2011/2012	137,54	3	14
2012/2013	135,57	2	13
2013/2014	133,32	2	9
2014/2015p	135,00	1	10

2.3 Setor do Etanol

O mercado de etanol teve dois momentos relevantes de estímulos patrocinados pelo governo, o primeiro foi o programa PROALCOOL e o segundo a produção dos veículos do tipo flex. O Programa Nacional do Álcool surgiu como uma resposta ao primeiro choque do petróleo em 1973, agravado com uma nova crise em 1979. O programa foi financiado pelo governo a partir de 1975 e tinha como objetivo reduzir a dependência brasileira em relação ao petróleo via substituição em larga escala da gasolina pelo álcool produzido pela cana de açúcar. Segundos dados da ANP (Agência Nacional do Petróleo), entre 1983 e 1988, 90% dos veículos comercializados no Brasil tinham motor à álcool.

Durante a década de 90, os preços do petróleo voltaram a cair no mercado internacional e o etanol foi perdendo competitividade frente à gasolina provocando redução do consumo e recuo da produção do etanol. Podemos dizer que a desregulamentação do setor e falta de política pública também contribuíram para a retração do setor sucroalcooleiro durante toda década de 90. Segundo Barros e Moraes (2002), durante os anos 90 o setor sucroalcooleiro sentiu a necessidade de aprender a lidar com as regras impostas pela economia de mercado após viver sob amparo do Estado desde os anos 1930. A alteração do ambiente institucional trouxe a necessidade de articulação e coordenação entre os agentes da cadeia, significando uma drástica mudança dos papéis até então exercidos, já que anteriormente o Estado assumia as funções de planejamento e comercialização dos produtos do setor. Nesse contexto, devido a maior dificuldade nas negociações e articulações entre os agentes, tornou-se mais complexa a implementação de políticas públicas que suportem este setor agrícola.

Segundo Farina (2013), o mercado de etanol é um caso clássico onde apenas o bom funcionamento dos mercados é insuficiente para incentivar os investimentos necessários para gerar o consumo ótimo do produto ambientalmente correto. Isso porque o etanol gera externalidade positiva que é a qualidade do ar e combate ao aquecimento global, caracterizados como bem público. O ar que todos respiram é igual, e neste caso não é possível excluir um determinado consumidor do benefício de ter menos CO₂ na atmosfera, e isso gera o fenômeno da não-rivalidade. Outro ponto é que em sua maioria o consumidor não quer ter

um custo adicional no preço do combustível devido a qualidade do ar já que é possível usufruir deste sem ter que pagar, fenômeno conhecido na economia como efeito carona. Sendo assim, como o benefício ambiental não está incluído na disposição a pagar do consumidor, o preço de mercado será inferior ao que seria necessário para estimular os investimentos na produção do etanol. Como consequência temos um sub-investimento em combustíveis renováveis que reduzem a emissão de CO₂, e um superinvestimento em combustíveis fósseis, já que os consumidores também não consideram a externalidade negativa como poluição do ar nos preços.

A partir de 2003, com o início do governo Lula, políticas públicas voltaram a agenda do governo federal causando o retorno do aumento do consumo doméstico e produção do etanol. Dentre as políticas públicas de apoio ao etanol, destacam-se as políticas de parcerias para comercialização, incentivo ao consumo doméstico e regulamentação governamental para produção dos carros com tecnologia *flex-fuel*. Importante ressaltar que, em paralelo ao aumento de produção de carros *bi-flex*, os produtores de açúcar e etanol apostaram na transformação da matriz energética e investiram maciçamente na construção de novas usinas e aumento de produção.

Conforme apresentado na tabela 4 e gráfico 4 abaixo, é possível verificar o aumento na participação dos veículos *flex* e movidos à álcool na venda de auto veículos novos no Brasil, com salto de 7% no ano 2003 para 94% no ano 2013. Com os dados ilustrados na tabela 5, percebe-se que a venda de etanol anidro e hidratado aumentou cerca de 173% no período 2003 a 2009, enquanto no período seguinte de 2010 a 2013 as vendas deste produto recuaram 14%. Em relação a gasolina, as vendas aumentaram 14% no período 2003 a 2009, e 74%, no período 2010 a 2013. A perda de fatia de mercado do etanol a partir de 2010 está associada à falta de competitividade causada pela manutenção de preços da gasolina. É importante lembrar que, segundo o Instituto Nacional de Eficiência Energética, o etanol hidratado vendido nos postos de abastecimento tem cerca de 30% menos energia por litro do que a gasolina, forçando, pela relação custo-benefício, que seu preço seja em torno de 70% do preço da gasolina.

Tabela 4: Licenciamento anual de auto veículos novos no Brasil por tipo de combustível

Fonte: Única – elaborado a partir dos dados publicados pela Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANEAVEA)

Para o ano de 2014 valores atualizados até o mês 01					
ANO	ELÉTRICO	ETANOL	FLEX	GASOLINA	TOTAL
2003		36.380	48.178	1.152.463	1.237.021
2004		50.950	328.379	1.077.945	1.457.274
2005		32.357	812.104	697.004	1.541.465
2006		1.863	1.430.334	316.561	1.748.758
2007		107	2.003.090	245.660	2.248.857
2008		84	2.329.247	217.021	2.546.352
2009		70	2.652.298	221.709	2.874.077
2010		50	2.876.173	280.704	3.156.927
2011		51	2.848.071	376.998	3.225.120
2012	117	52	3.162.874	273.913	3.436.956
2013	491	0	3.169.111	189.112	3.358.714
2014	93	0	265.570	17.064	282.727

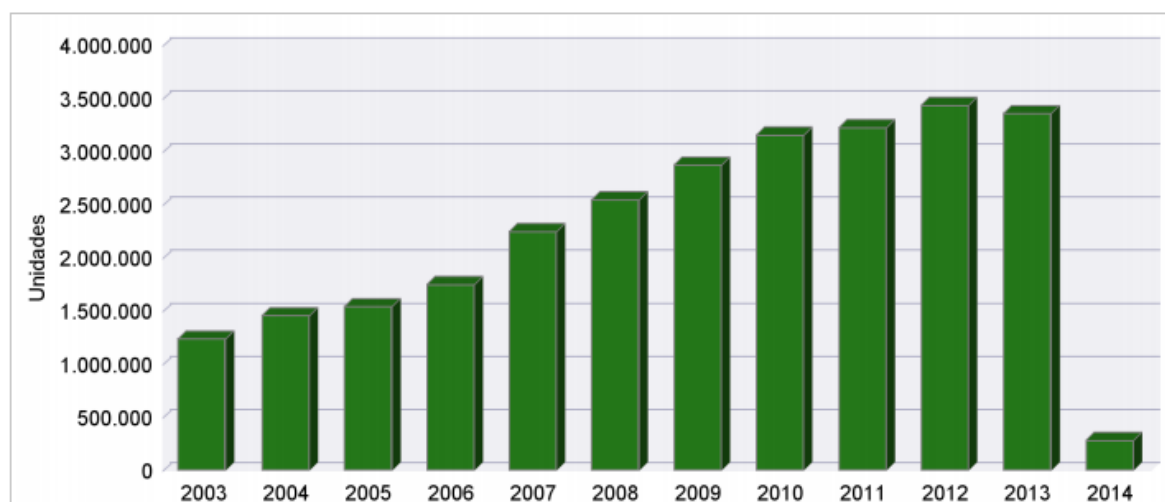


Gráfico 4: Licenciamento anual de autoveículos novos no Brasil por tipo de combustível

Fonte: Única - elaborado a partir dos dados publicados pela Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA)

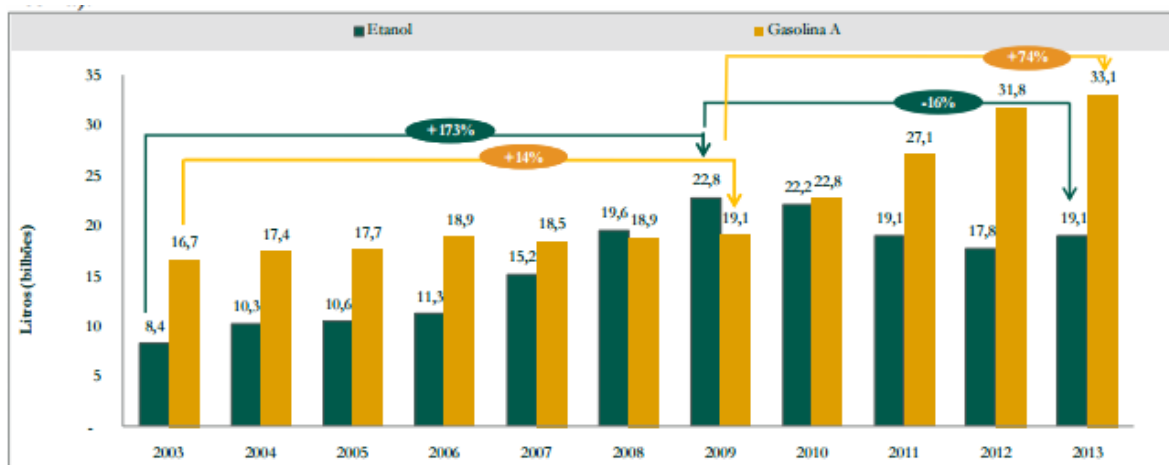


Gráfico 5: Vendas de Etanol (hidratado e anidro) e gasolina tipo A (desconsidera o etanol anidro adicionado à mesma)

Fonte: ANP (Gráfico retirado do estudo feito por Neves - 2014)

Em 2015 o ministro da Fazenda Joaquim Levy anunciou que será editado um decreto alterando as alíquotas de PIS/Cofins dos combustíveis e do retorno da Contribuição de Intervenção do Domínio Econômico (CIDE) sobre a gasolina em R\$ 0,12 e 0,10 por litro de gasolina, respectivamente. Além disso, no início de 2015 a ministra Katia Abreu assinou a portaria número 75 que fixa o percentual do etanol anidro à gasolina em 27% ante 25% a partir de Março. O conjunto de medidas é favorável aos produtores de cana já que aumenta a demanda pelo etanol e melhora a competitividade frente à gasolina.

Apesar do conjunto de medidas, a verdade é que atualmente o setor ainda vive uma crise longa e de alta intensidade. Os motivos são diversos e os que mais se destacam são a manutenção do preço da gasolina, aumento do custo de produção e baixa margem de lucro. Nos últimos anos, apesar da volatilidade do preço do petróleo no mercado internacional, o governo tem praticado a manutenção do preço da gasolina a fim de controlar a inflação no Brasil. Com a fixação da gasolina em nível reduzido, o etanol perde competitividade e o consumo é reduzido. Além disso com o aumento do custo industrial de produção, conforme citado na seção anterior, as margens de lucro com o etanol feito pela cana de açúcar são bastante reduzidas. Nesse contexto, podemos entender que o principal agravante da crise no setor do etanol não é a oferta, mas sim as margens de lucro. Segundo Bressan Filho (2010),

é preciso analisar se os atuais patamares de preço, que estão muito próximos dos custos de produção, remuneram a atividade produtiva de forma a assegurar a sustentabilidade do setor.

2.4 Setor do Açúcar

Feito a partir da cana ou beterraba açucareira, o açúcar é um produto presente no setor de alimentos e bebidas no mundo inteiro. Conforme observado no gráfico 7 abaixo, somente no ano de 2013 foram consumidos 170 milhões de toneladas de açúcar no mundo, com crescimento de 23% em relação ao ano de 2003. Os principais consumidores são a Índia, União Europeia, China, Brasil e EUA, com cerca de 50% do consumo mundial. Pelo lado da produção, também apresentado no gráfico 7, é observado uma oferta de 180 milhões de toneladas no ano de 2013, com elevação em torno de 21% em comparação ao ano de 2003. Os principais produtores de açúcar do mundo são Brasil, Índia, União Europeia, China, Tailândia e EUA.

Podemos observar no gráfico 7 que as reservas de açúcar têm se elevado desde 2011 e estão em 37% em 2013, resultado de três anos de produção acima da demanda no triênio 2011/2012/2013. O aumento de produção foi reflexo dos preços atraentes praticados no mercado internacional para o açúcar no período entre 2009 e 2011. Para os próximos anos, segundo Neves (2014), é preciso analisar algumas questões para compreender a futura dinâmica do mercado açucareiro. Dentre estas questões, podemos destacar: 1) o crescimento da renda/urbanização que puxa o mercado de produtos que utilizam o açúcar (como o refrigerante). Hoje em dia a China possui um consumo per capita de açúcar correspondente a 40% da média mundial. Caso este percentual se eleve é possível ter um crescimento do consumo maior do que a média histórica anual de 2,4%; 2) A Índia representa um dos principais causadores da volatilidade no preço do açúcar devido ao alto consumo e variação na produção. Dessa forma, resta saber se este país será capaz de expandir os canaviais para aumento de produção ou se consolidará como um grande importador de açúcar; 3) A adoção da mistura compulsória de etanol e gasolina já começa a ser praticada por países produtores

de açúcar como a Índia. O aumento no consumo interno do etanol pode alterar o *mix* de produção das usinas do setor e reduzir a produção de açúcar no mundo; 4) Quais serão as descobertas em novas plantas e tecnologias que poderão impulsionar a produtividade nos canaviais; 5) Como as mudanças climáticas poderão afetar a capacidade de produção nos diferentes países.

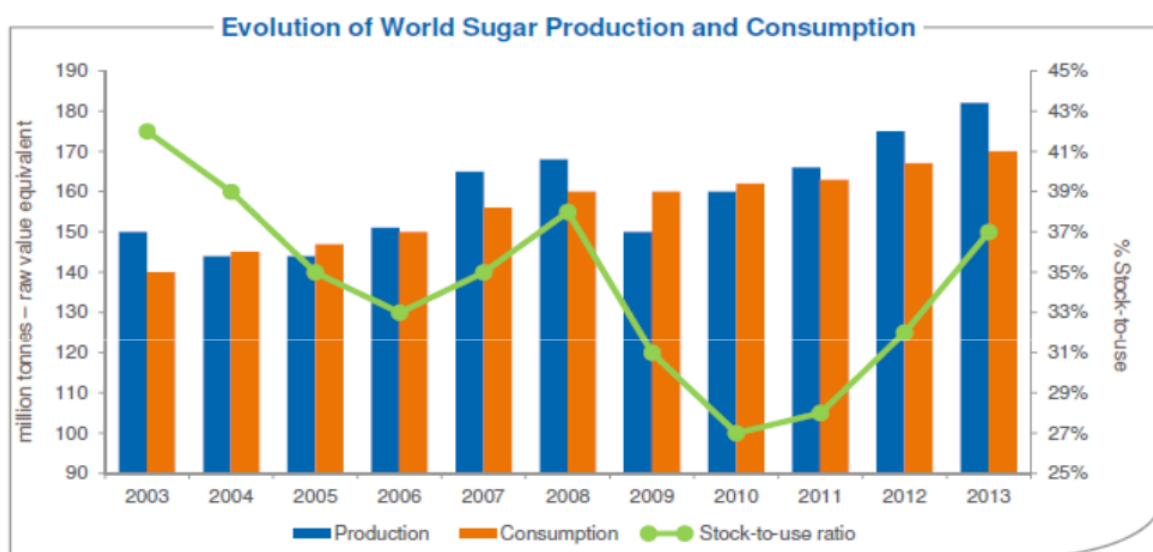


Gráfico 6: Evolução da Produção, Consumo e Porcentagem do Estoque Mundial de Açúcar no Mundo

Fonte: LMC International

Atualmente o Brasil é o maior exportador de açúcar, e é responsável por mais da metade do açúcar comercializado no mundo. De acordo com os dados da tabela 5, somente no ano de 2013 foram vendidos ao mercado externo cerca de 27 milhões de toneladas de açúcar. Em comparação com o ano de 2003 o Brasil apresentou um crescimento de 110% na quantidade de açúcar vendida ao mercado externo, gerando uma receita próxima a 12 bilhões de dólares em 2013.

Apesar do forte crescimento do volume exportado nos últimos anos, o setor voltou a enfrentar queda nas exportações no ano de 2014. Segundo Nassar e Bachion (2014), a expansão das exportações nos próximos anos irá depender unicamente do crescimento de volume, e não aumento dos preços. Além disso, acumula-se a crise financeira no setor e a falta de chuvas que provocou queda na moagem de cana de açúcar. De acordo com as suas

estimativas, as exportações de açúcar serão 12% menores do que o ano de 2013. Quanto ao valor exportado, este será 21% menor.

Tabela 5: Exportação Anual de Açúcar no Brasil

Fonte: Única

Exportação Anual Açúcar Brasil		
Ano	Quantidade (Ton)	US\$ mil (FOB)
2003	12,914,379.93	2,140,002.22
2004	15,763,925.19	2,640,227.40
2005	18,147,023.68	3,918,828.22
2006	18,870,133.17	6,166,960.18
2007	19,358,899.83	5,100,437.39
2008	19,472,457.71	5,482,964.69
2009	24,294,090.25	8,377,818.49
2010	27,999,821.26	12,761,682.67
2011	25,356,973.09	14,940,115.26
2012	24,342,170.77	12,844,573.47
2013	27,154,009.18	11,841,909.46

2.5 Endividamento do Setor Sucroalcooleiro

Atualmente o somatório das dívidas superam o faturamento anual das empresas sucroenergéticas, e as usinas de cana de açúcar atravessam uma crise que se arrasta desde 2008 e que deriva de uma combinação de elevados investimentos em aumento da capacidade produtiva, manutenção do preço reduzido da gasolina, e anos consecutivos de baixos preços do açúcar. Conforme apresentado no gráfico 7, o valor da dívida do setor atingiu 66 bilhões de reais no ano-safra 2013/14, o que corresponde a um aumento de 112% em relação ao ano-safra 2007/2008, ano no qual começou a crise econômica e de liquidez mundial. Em relação ao faturamento, com o gráfico 8 podemos ver que no ano-safra 2013/2014 as dívidas corresponderam a 112% do faturamento anual das empresas. Ou seja, seria preciso que toda

receita anual das empresas sucroenergéticas estivessem comprometidas para o pagamento de dívidas.

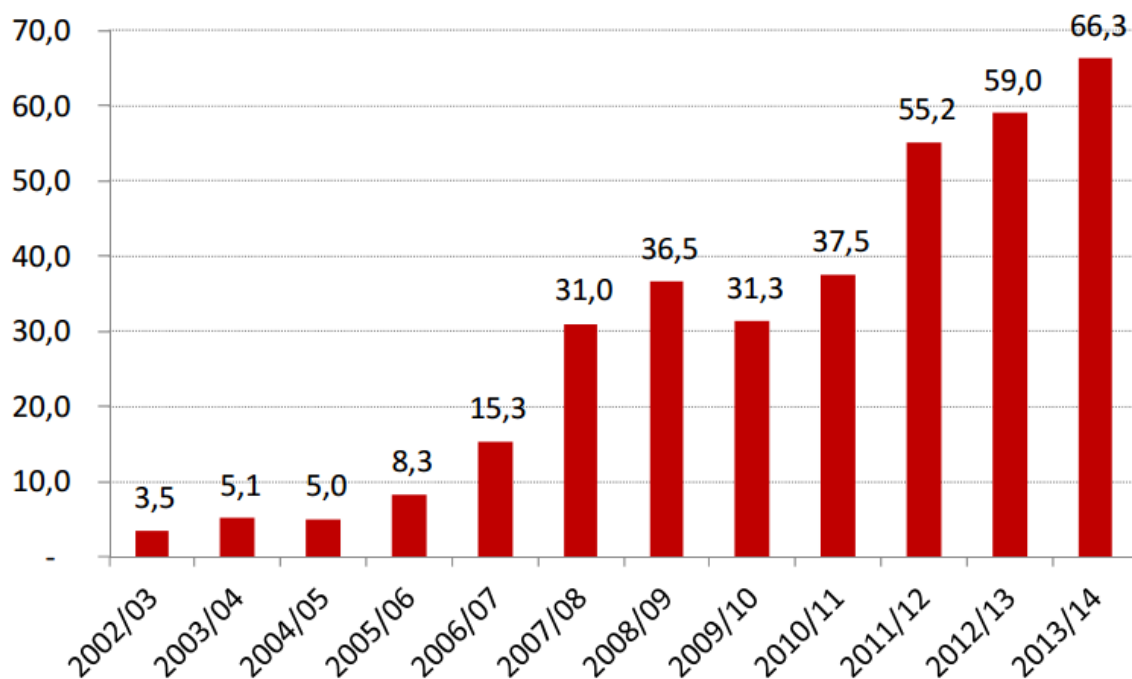


Gráfico 7: Endividamento do setor em bilhões de reais
Fonte: DATAAGRO

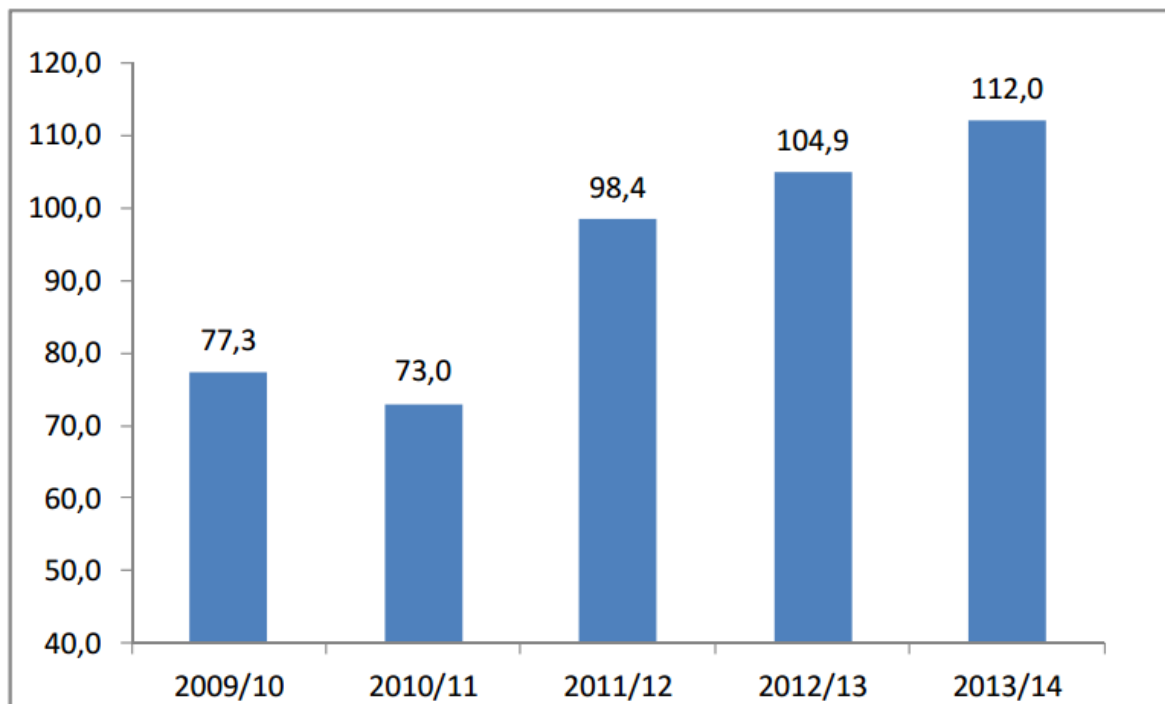


Gráfico 8: Endividamento do Setor em percentual do faturamento
Fonte: DATAGRO

Com problemas de rentabilidade baixa, preocupação climática e aumento dos custos de produção, muitas empresas acabam entrando com pedido de recuperação judicial por não conseguir renegociar as dívidas e alongar seus vencimentos. Assim, muitas empresas não conseguem emitir novos *bonds* no mercado e tem o seu rating de crédito rebaixado pelas agências reguladoras de risco. Segundo Mauro Storino (2015) não há espaço para novas captações por meio de emissão de dívida externa de muitas empresas do setor no curto prazo. Isso porque, com o risco de *default* elevado, os preços dos *bonds* tornam a captação inviável. Outro mecanismo que vem sendo utilizado pelas usinas muito alavancadas é a conversão de dívidas em ações. Nessa operação, os credores deixam de receber o principal adicionado do juros em troca de participação acionária. O Grupo Virgolino de Oliveira (GVO) que apresenta dificuldades de captação de crédito e com dívidas a vencer no curto prazo vem negociando este tipo de operação de conversão de dívida em ações. Sendo o jornal Valor, em matéria divulgada em 20 de Janeiro de 2015, o GVO deixou de pagar US\$ 8,5 milhões em juros referentes a emissão de bônus no dia 08/01. E ainda há outros vencimentos de cupom

em 28 de Janeiro e 9 de Fevereiro. A companhia emitiu mais US\$ 735 milhões e *bonds* no mercado externo nos últimos anos. Com a renegociação e conversão da dívida em participação acionária, é provável que o GVO tenha uma nova estrutura societária.

3. Risk Management no setor agrícola

Conforme apresentado no capítulo anterior, o setor sucroalcooleiro vive uma intensa crise causada, principalmente, pelas baixas margens de rentabilidade e alto endividamento financeiro. Outro fator agravante é a alta volatilidade nos preços das *commodities* agrícolas e financeiras no mercado internacional presente nos últimos anos, o que prejudica a previsão e causa preocupação em relação à geração de fluxo de caixa futuro das empresas. A rápida expansão no mercado asiático e americano, combinado com a participação dos fundos de hedge e especulação de mercado elevaram os preços das *commodities* à níveis históricos. Da mesma forma estas forças, em um momento de recessão econômica global e deterioração no cenário de crédito e liquidez, causaram uma queda nos preços das *commodities* repentinamente. A volatilidade no preço das *commodities* não só ameaça a sobrevivência de algumas empresas, como também coloca todo setor e cadeia produtiva em risco.

A falta de previsibilidade da projeção de caixa pode causar dificuldade no financiamento de projetos futuros e capacidade de pagamento de dívidas, prejudicando os planos de crescimento e saúde financeira da empresa. Em outras palavras, a alta volatilidade das principais variáveis econômicas que afetam o negócio da empresa dificulta a previsão do fluxo de caixa e coloca em risco alguns índices de performance já definidos pelos executivos, como a meta de geração de Receita, fluxo financeiro, e até mesmo o *rating* de crédito da empresa.

Atualmente as empresas, principalmente as de *commodities* agrícola que negociam com alto volume no mercado físico e financeiro, já utilizam técnicas adaptadas e comumente encontradas nas instituições financeiras para melhor gestão e controle de risco de sua posição financeira, como as dívidas e derivativos. Com o passar do tempo, modelos como o *Value at Risk (VaR)* começaram a ser amplamente utilizados para mitigação do risco de alta volatilidade das variáveis econômicas nas posições em aberto de *commodities*, tais como os contratos físicos de produto agrícola.

Há aproximadamente uma década estes modelos vem sendo utilizados no mundo corporativo com dois objetivos. Primeiro, estes modelos já estão incorporados no processo

de tomada de decisão de diversas áreas de alto nível corporativo, de forma a possibilitar que a empresa obtenha ganhos adequados aos riscos incorridos. Nessa visão, através da relação risco versus retorno, é possível utilizar as métricas do tipo *VaR* para obter ganhos financeiros com diversificação e melhor alocação da carteira mantendo o nível de risco inalterado (Fronteira de Markowitz). Inicialmente as métricas de risco eram utilizadas nas empresas para reportar o impacto das flutuações das variáveis de mercado nas obrigações financeiras da empresa. Com o maior entendimento e popularização do conceito de risco, os modelos como o *Value at Risk (VaR)* começaram a ser amplamente utilizados para gestão e controle de risco das posições em aberto de commodities, tais como os contratos físicos de *commodity* agrícola. Dessa forma esses modelos foram sendo incorporados em diversas áreas como estratégia de compra e venda de contratos, estratégias de hedge, decisão de alocação da carteira, decisões de investimento, estrutura financeira e gestão de fluxo de caixa. A segunda forma de utilização desse modelo seria para as empresas que enxergam a exposição à flutuação dos preços de *commodities* e moedas com extremo desconforto necessitando controlar e analisar de perto essa posição. Sob esse conceito, a preocupação na gestão de risco é referente à todo processo do negócio da empresa e às métricas utilizadas vão além do *VaR* e englobam o *Cash Flow at Risk*, *Earning at Risk* e *Profit at Risk*. Nesse caso, os modelos de risco são utilizados não com objetivo de obter lucro adequado ao risco incorrido, mas, sim, proteger a operação principal do negócio corporativo contra qualquer flutuação inesperada das variáveis de mercado como as *commodities* e moedas.

Conforme Price WaterHouse Coopers (2009), assim como a volatilidade, outros fatores como as mudanças globais no padrão de negócio, aumento na regulação, risco geopolítico, e o efeito da contraparte e risco de crédito, também demandaram das empresas certas modificações e aprimoramento na definição das estratégias e gestão do negócio. Nesse contexto, é importante para as empresas definirem o objetivo a ser atingido com as mudanças nas estratégias de negociação e *hedge*. A questão crucial é definir se o objetivo em relação à volatilidade de mercado é a mitigação do risco ou atingir lucros extraordinários. Essa definição é de suma importância para informar com clareza aos investidores e executivos da empresa qual deve ser o comportamento da empresa em um cenário e ambiente econômico altamente volátil.

Nesta parte do trabalho, serão apresentadas as principais práticas de gestão de risco realizadas pelas empresas sucroenergéticas. Serão analisados o processo para implantação de uma gestão de risco eficiente e as métricas, *Value at Risk (VaR)* e *Cash Flow at Risk (CFaR)*, e procedimentos e técnicas utilizados nas políticas de *hedge*, fixação de preços e controle do risco financeiro e exposição volumétrica dos contratos físico.

3.1 Adaptação do modelo *VaR (Value at Risk)* no setor de commodity

O modelo *VaR* foi popularizado nos anos 90 nas instituições financeiras, com a publicação do *RiskMetrics*. O objetivo era mensurar o risco de mercado das posições financeiras através da quantificação de um valor máximo e potencial de perda dado um intervalo de tempo e confiança. Não levou muito tempo para que esta métrica fosse incorporada e adaptada nas empresas não financeiras, principalmente no setor de *commodities*, para cálculo de risco em posições de *commodity* tais como os contratos de físicos. Com o aumento da volatilidade neste mercado e crescimento intenso das empresas neste setor nos últimos anos surgiu uma forte demanda sobre inovação e desenvolvimento de modelos para previsão e estimativa do fluxo de caixa. Com uma maior previsibilidade na geração de fluxo de caixa futuro é possível construir com mais eficiência um plano de crescimento e garantir a capacidade de pagamento dos compromissos futuros.

A partir desse momento, tivemos grandes desenvolvimentos nesta área tais como:

- ✓ Identificação dos principais fatores de risco do negócio e técnicas de utilização dos instrumentos financeiros para estratégia de *hedge* de preços e moedas.
- ✓ Processos para fixação de preço juntamente com a contraparte.
- ✓ Inúmeras ferramentas e sistemas tecnológicos foram empregados para calcular e agregar o risco das posições financeiras e de *commodity*.
- ✓ Diversas metodologias para modelar a variação nos preços das *commodities* foram elaboradas. Podemos incluir a reversão a média combinada com a

volatilidade histórica, formação do preço a partir do mercado spot ou futuro, e grande variedade no cálculo das correlações

- ✓ Mudança no foco em apenas reportar o *VaR* agregado das posições financeiras, para se tornar uma ferramenta integrada para auxílio em tomadas de decisão em diversas áreas corporativas proporcionando políticas de *hedge* mais adequadas e otimização na alocação de produção.

O modelo *VaR* está baseado na ideia de quanto a empresa pode perder financeiramente dado a atual posição de *commodity* e *netting* com os instrumentos financeiros, e como e quanto podemos criar mais valor mantendo o mesmo patamar de risco. Podemos expandir essa visão e nos questionar quanto e como evoluem as métricas mais relevantes da empresa como o fluxo de caixa, lucratividade e capacidade de pagamento no tempo. Em outras palavras, a pergunta que deve ser feita é como a volatilidade das variáveis de mercado afetam o negócio principal de uma empresa. Uma grande diferença seria que para analisar as principais métricas do negócio em risco é preciso considerar uma escala de tempo de médio-prazo ao longo do tempo, que seria o tempo necessário para implementar mudanças estratégicas para execução do negócio. Isso é totalmente diferente do tempo necessário para se desfazer uma posição financeira específica no mercado com objetivo de reduzir o *VaR* de uma posição de *commodity*.

Com auxílio do exemplo abaixo na Figura 8, temos um maior esclarecimento de como a técnica do *CFaR* alinhada à uma decisão estratégica, para projeção do fluxo de caixa futuro, pode viabilizar o pagamento de dívidas e o financiamento de projetos (McKinsey, 2013).

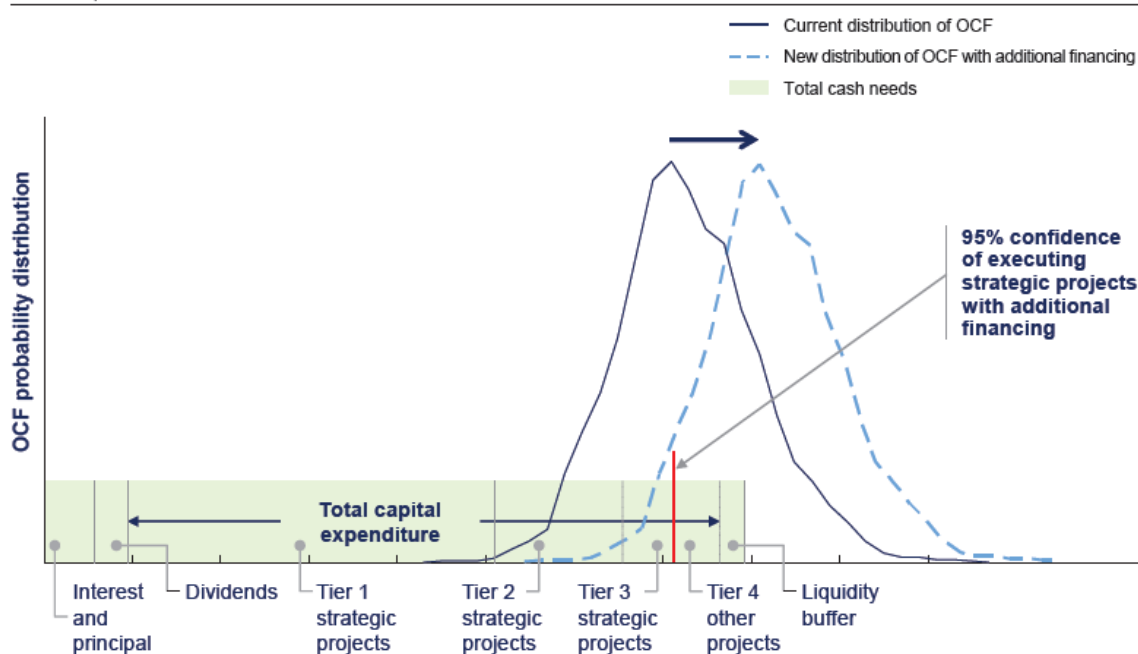


Figura 2: Impacto da decisão estratégica CFaR

Fonte: McKinsey 2013

Na figura acima, a curva sólida representa a distribuição de probabilidade do fluxo de caixa operacional da empresa. No eixo horizontal, temos o capital necessário para o pagamento de dívidas, dividendos e financiamento de projetos. Percebemos que o pagamento de dívidas e dividendos e financiamento do projeto 1 estão seguros já que no gráfico a necessidade de capital destas atividades está localizada antes da curva do fluxo de caixa operacional. No entanto, os projetos 2,3,4 e 5 estão em risco pois o total de capital para financiamento está tomando uma grande parte da área da curva sólida. Para garantir o financiamento dos projetos 2 e 3 a um nível de 95% de confiança, a empresa deve traçar estratégias para ampliar a geração de caixa, conforme representado pela curva pontilhada.

De acordo com o estudo da PWC (2009), o passo anterior a execução de um programa de gestão de risco dos preços das *commodities* é a definição dos objetivos com relação à volatilidade dos preços. Além disso, a comunicação dos objetivos deve ser feita de forma clara e transparente a todos os setores da empresa e que impactam qualquer parte do ciclo de

negócio. O programa de gestão de risco deve estar totalmente alinhado com a expectativa financeira geral dos executivos e acionistas. Como exemplo das expectativas de alguns índices financeiros, podemos citar: I) Reduzir a volatilidade da geração de receita e proteger uma base em valor para o fluxo de caixa; II) Garantir que uma determinada garantia de dívida não seja quebrada; III) Proteger financeiramente uma porção fixa da produção; IV) Atingir os índices financeiros planejados.

Após a definição dos objetivos, os executivos de alto escalão definem o apetite ao risco da empresa, que compreende a natureza e magnitude de risco que a empresa está disposta a enfrentar. A medida de apetite de risco será utilizada como base para monitoramento, estabilização e até mesmo modificação na política de *hedge* utilizada. Feito isso, ainda é apontada a tolerância ao risco que seria um valor específico que funciona como um limite para a estratégia de risco implementada. Para definição da tolerância ao risco é preciso analisar a sensibilidade da geração de receita, fluxo de caixa, ou índice financeiro em relação as mudanças nos preços das *commodities*. Finalmente, considerando diversos cenários econômicos, o resultado final seria analisar qual seria o impacto na geração do fluxo e caixa e fazer a comparação com o planejamento orçado.

3.2 Principais técnicas de risco utilizadas no setor sucroalcooleiro

Nas empresas sucroalcooleiras, a cada final de ano-safra é elaborado um plano de produção de cada *commodity*, açúcar e etanol, para o próximo ano-safra. O plano de produção é feito para cada usina da empresa e destinado a um determinado canal de vendas, que pode ser o mercado interno ou externo. A partir do plano de produção e alocação do *mix* de produtos (açúcar e etanol) é elaborado o Plano de Vendas, considerando a capacidade de estocagem dos produtos e as tendências do mercado. O planejamento de vendas pode ser dividido em orçamento inicial e *forecast*. O orçamento é o planejamento inicial das vendas mensais e é utilizado como meta e parâmetro para a realização das vendas do ano-safra corrente. O ano-safra inicia em abril do ano corrente e termina em março do ano subsequente. O orçamento normalmente é feito até o último dia de março do ano corrente e permanece constante ao longo do ano-safra. O *forecast* é o orçamento inicial com a atualização de vendas

mensais incorridas e a revisão do planejamento das vendas para os próximos meses. Tais variações no planejamento das vendas são por conta de ajustes provenientes de fatores climáticos e mercadológicos. A partir do plano de vendas, a área comercial da empresa negocia com seus clientes e parceiros a venda dos contratos físicos. Dessa forma, o fluxo operacional da comercialização do físico de açúcar está ilustrado abaixo na figura 9.

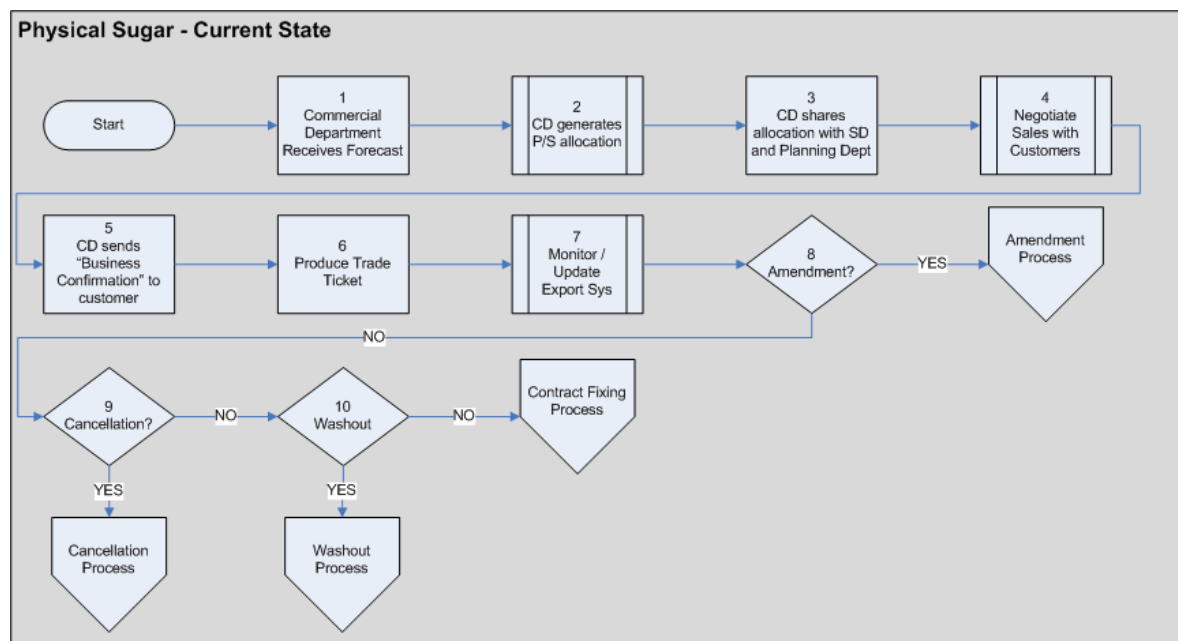


Figura 3: Fluxo Operacional da comercialização do físico de açúcar

Fonte: Documento interno de empresa de grande porte no setor

A política de hedge para proteção do fluxo de caixa operacional em relação a variação do preço das *commodities* agrícolas e financeiras é realizada a partir dos contratos de físicos realizados. A porcentagem dos contratos a serem *hedgeados* é uma decisão estratégica da empresa. Normalmente os instrumentos financeiros utilizados para hedge são os futuros, *swaps* e opção.

No decorrer da safra, a medida que a data do embarque vai se aproximando, ocorre a fixação de preço dos contratos de físicos através de negociação entre as contrapartes. É comum neste mercado que após a fixação do preço do físico ocorra o desfazimento do *hedge*

inicial. Dessa maneira, o processo de fixação de preço do contrato de físico normalmente é feito de três maneiras: *Against Actual (AA)*, *BEO* e *SEO*.

Para efeitos de risco de mercado, é comum o entendimento de que somente os fluxos operacionais decorrentes dos contratos não *hedgeados* ou fixados estão sujeito a flutuação dos preços das *commodities* agrícolas. Já em relação à flutuação da moeda estrangeira, considerando uma moeda de referência em Reais por exemplo, é preciso analisar o risco de mercado com base na posição financeira em dólar considerando todos os contratos de físicos, *hedgeados/não hedgeados* e fixados/não fixados.

3.2.1 Estratégias de *Hedge*

Antes de definir os instrumentos e estratégias de risco utilizadas, temos que realizar a identificação dos fatores/variáveis de mercado que impactam no fluxo operacional dos contratos de físicos. Para tal, iremos nos basear na fórmula de cálculo do fluxo financeiro do acordo comercial, conforme apresentado abaixo.

$$\text{Fluxo Operacional Açúcar em BRL} = \left((PF + PN) * \left(1 + \frac{PP}{100} \right) - DL \right) * QTD * \frac{BRL}{USD}$$

$$\text{Fluxo Operacional Etanol em BRL} = PF * QTD$$

Onde:

PF = Preço Fixado. É o preço acordado entre as contrapartes, e que normalmente segue a média ponderada dos preços dos futuros comprados no processo de Against Actual

PN = Prêmio Nominal. Refere-se a uma média dos prêmios recebidos nas negociações do açúcar branco (US\$/tonelada) sobre o valor de referência do açúcar bruto no mercado internacional (para a finalidade presente, o valor base de referência internacional é a cotação do mercado de futuros de açúcar da ICE NY, contrato no. 11), ponderada pelos respectivos volumes. Os valores dos prêmios negociados serão obtidos junto às usinas exportadoras, acompanhados dos respectivos volumes de açúcar exportado a cada mês.

PP = Prêmio Percentual (de Polarização). Prêmio fixo em 4,05% sobre a cotação de bolsa, equivalente a açúcar com polarização de 99,3%

DL = Prêmio/Desconto Logístico

QTD = Quantidade. Volume, normalmente em toneladas, do embarque de açúcar.

Antes do preço ser fixado, o ativo de referência para precificação e cálculo do fluxo financeiro para o açúcar é o SUGAR 11 negociado na bolsa ICE de Nova Iorque e referente a tela do embarque, e para o etanol é o futuro negociado na Bolsa de mercadorias e futuros no Brasil (BM&F). Neste caso, o fluxo operacional futuro é representado conforme abaixo:

$$FOA \text{ em BRL} = \left[\left((P_{tela} + PN) * \left(1 + \frac{PP}{100} \right) - DL \right) * QTD * \frac{BRL}{USD} \right]$$

$$FOE \text{ em BRL} = P_{BMF} * QTD$$

Onde:

P_{tela} = Projeção do mercado para o preço do açúcar na tela especificada.

P_{bmf} = Preço do mercado futuro BMF na data especificada

Assumindo que:

$$P_{tela} = P_{a_{spot}} * (1 + ra_{t+n})$$

$$P_{BMF} = P_{e_{spot}} * (1 + re_{t+n})$$

$$\frac{BRL}{USD} = P_{c_{spot}} * (1 + rc_{t+n})$$

$P_{a_{spot}}$ = Preço à vista do açúcar

$P_{e_{spot}}$ = Preço à vista do etanol

$P_{c_{spot}}$ = Preço à vista do câmbio

Ra = Retorno do açúcar

Re = Retorno do etanol

Rc = Retorno do câmbio

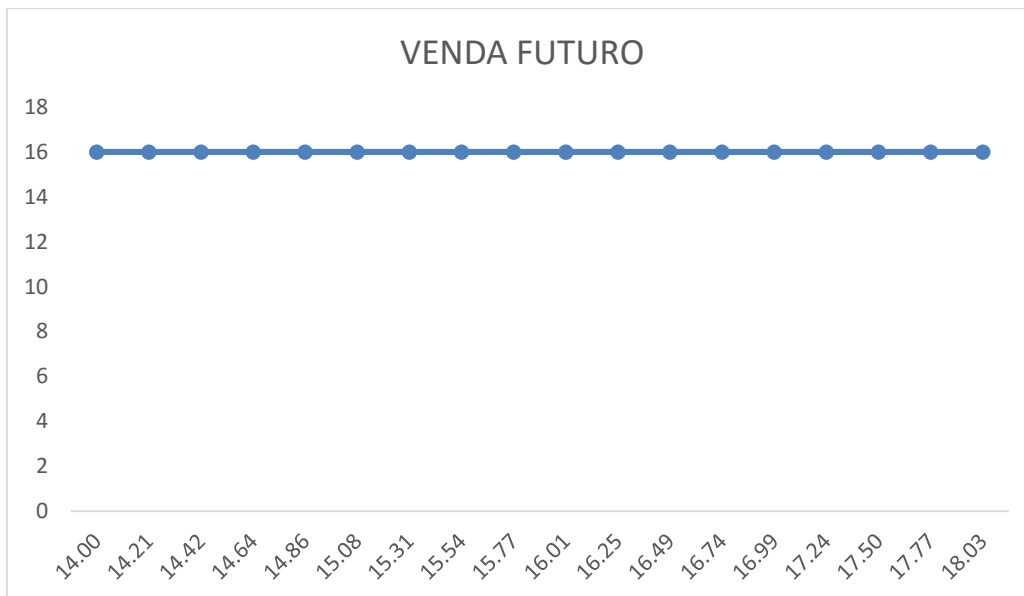
Considerando as variáveis de prêmio nominal e percentual, desconto logístico, e quantidade como constantes e definidas em contrato, temos que:

$$\partial FOA = \frac{\partial FOA}{\partial ra_{t+n}} * \Delta ra_{t+n} + \frac{\partial FOA}{\partial rc_{t+n}} * \Delta rc_{t+n}$$

$$\partial FOE = \frac{\partial FOE}{\partial re_{t+n}} * \Delta re_{t+n}$$

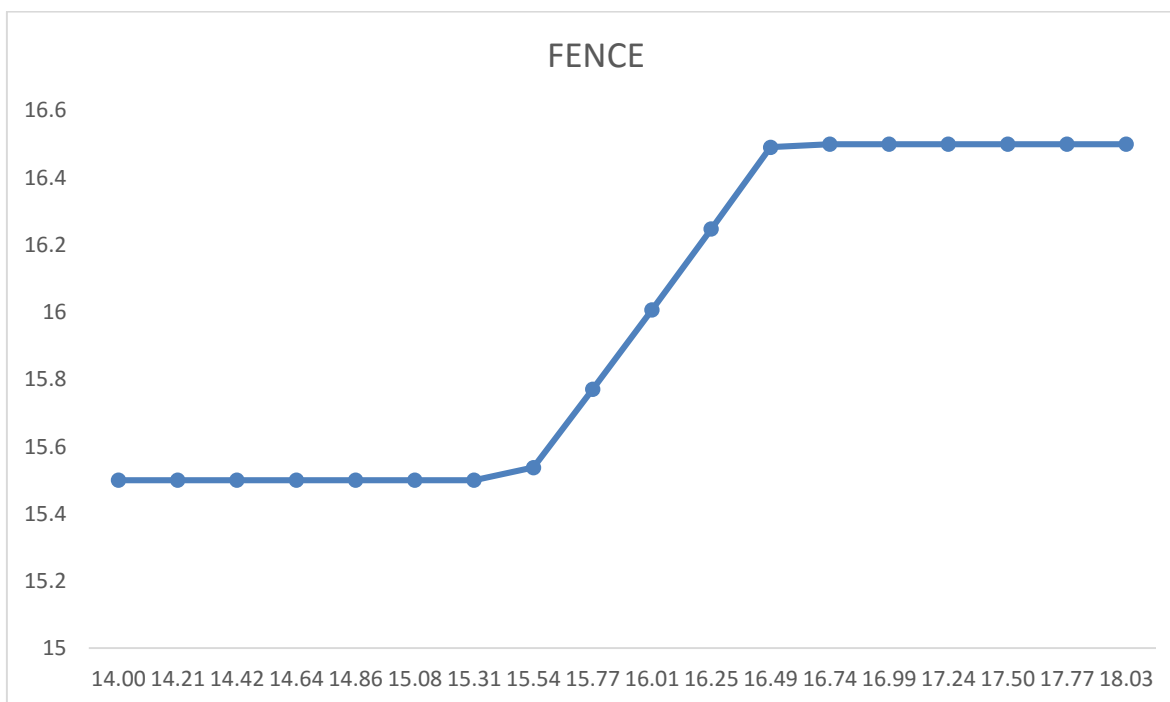
Assim, temos que os fatores de risco que impactam no fluxo operacional do açúcar e etanol são o retorno do açúcar, retorno do etanol e retorno do câmbio. Segue abaixo a representação gráfica dos principais instrumentos financeiros e estratégias de *hedge* para mitigação do risco de mercado da flutuação dessas variáveis no fluxo operacional da empresa sucroalcooleira.

I) Físico + Venda de Futuro



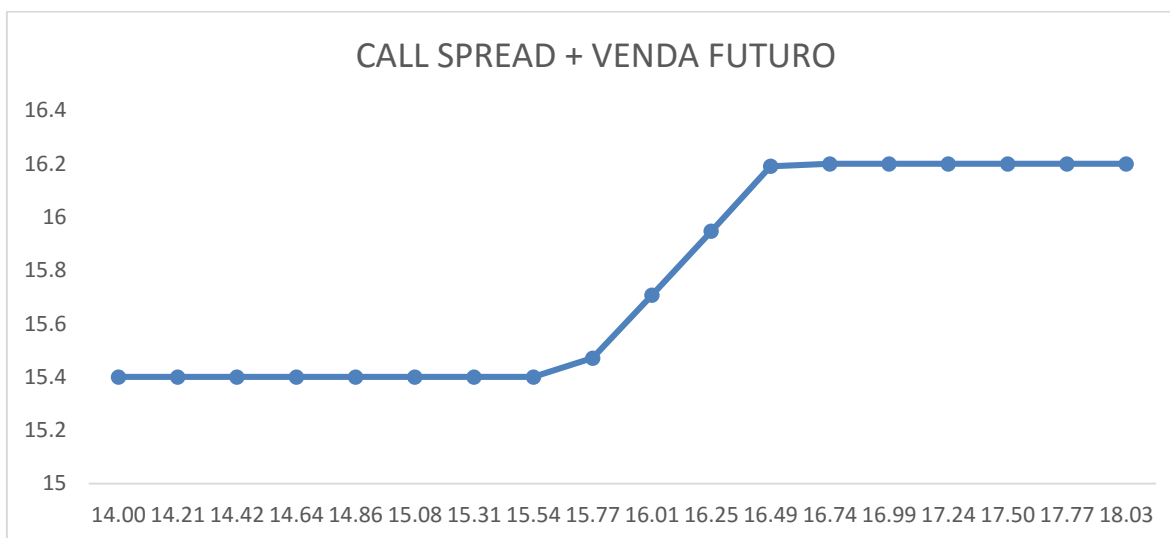
No eixo vertical temos o preço final para o contrato de venda do físico de *commodity* resultante da estratégia de *hedge*, e no eixo horizontal tem os preços à vista da commodity. Nesta estratégia de *hedge* o objetivo da equipe de risco é travar a venda do físico no preço de venda do futuro de *commodity* negociado em bolsa. No gráfico 9, a estratégia seria travar o preço do físico em 16 dólares, preço negociado para o futuro da *commodity* na bolsa no dia da operação.

II) Físico + FENCE



A composição da estratégia de opções denominada FENCE envolve a compra de uma opção do tipo *Put* e venda de opção do tipo *Call*, onde o *strike* (preço de exercício) da *Call* é maior do que o da *Put*. Dessa forma é possível estipular uma trava de alta e baixa para o preço de venda do físico do açúcar, sendo que o limite inferior é o *strike* da *Put* e o limite superior é o *strike* da *call*. No intervalo entre os *strikes* das duas opções, a venda do físico está sujeita a flutuação do mercado, e podemos considerar que esta é uma flutuação aceitável e previamente estipulada pela empresa.

III) Físico + *Call Spread* + Venda Futuro



Nesta estratégia temos a venda e compra de opções do tipo *call*, sendo que o *strike* da *call* vendida é superior ao da *call* comprada. Além disso, ocorre a venda do futuro de açúcar que trava de fato o preço de venda do físico. Nesta estratégia, o interessante seria aproveitar um repentino aumento nos preços através de uma trava de alta formada pelas opções do tipo *Call*, e com a venda do futuro limitar o preço de venda do físico em caso do preço à vista da *commodity* ser superior ao *strike* da *call* vendida ou inferior ao *strike* da *call* comprada. No intervalo entre os *strikes* das duas opções, a venda do físico está sujeita a flutuação do mercado, e podemos considerar que esta é uma flutuação aceitável e previamente estipulada pela empresa.

3.2.2 Exposição Volumétrica

O conceito de exposição volumétrica diz respeito à quantidade de *commodity* agrícola ou financeira que está sujeita a flutuação de preço. Neste caso, é preciso considerar a exposição líquida que seria a quantidade de *commodity* acordada em contrato subtraída da quantidade fixada nas negociações entre contrapartes e o volume *hedgado* com os derivativos. No exemplo 1, temos um contrato com previsão de três embarques: o primeiro referenciado a tela H15 e com quantidade 200 toneladas, o segundo referenciado à tela N15 (30/06/2015) com quantidade 100 toneladas e o terceiro referenciado à tela V15 (30/09/2015) com 170 toneladas. Imaginando que no decorrer do tempo o primeiro embarque foi fixado o preço e câmbio, e que foi realizado uma venda no mercado futuro em 30 toneladas para a tela N15 (SBN5). Neste caso, teríamos uma exposição volumétrica de 70 toneladas para a tela N15 e 170 toneladas para a tela V15. Em um segundo exemplo, temos um contrato de físico de etanol com entrega de 200 metros cúbicos de etanol hidratado para o dia 30/04/2015. O volume *hedgado* pela equipe de risco da empresa é de 150 metros cúbicos, o equivalente a venda de 5 contratos de futuro de etanol na bolsa de mercadoria e futuro (BM&F). Neste caso, a exposição volumétrica do etanol é igual a 50 metros cúbicos com data de entrega em 30/04/2015.

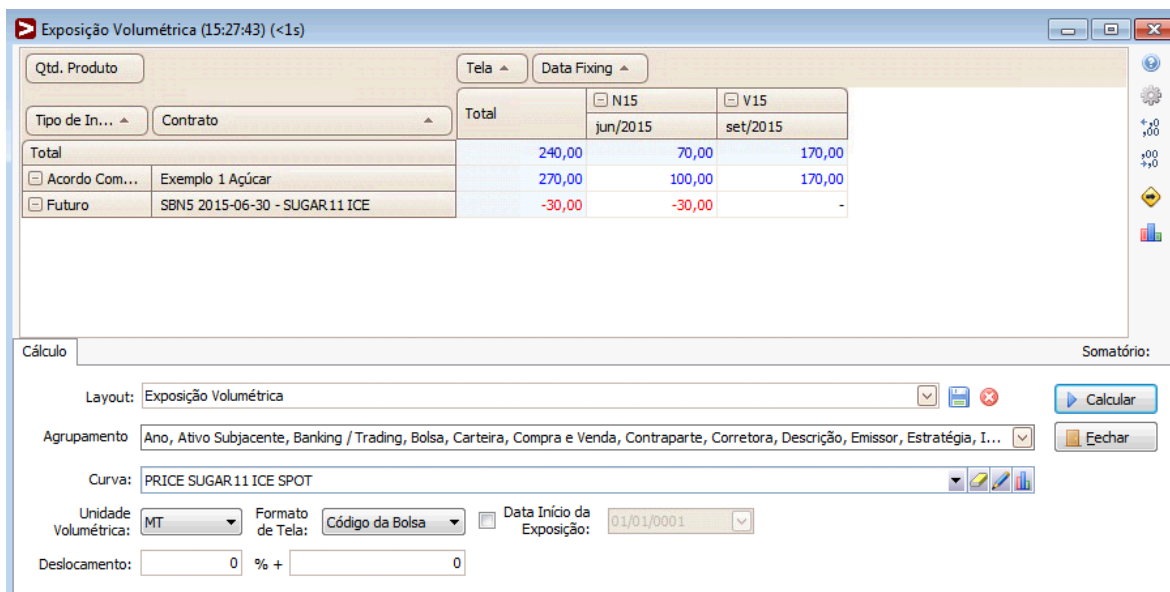


Figura 4: Exposição Volumétrica Exemplo 1

Fonte: Sistema Accenture RiskControl (ARC)

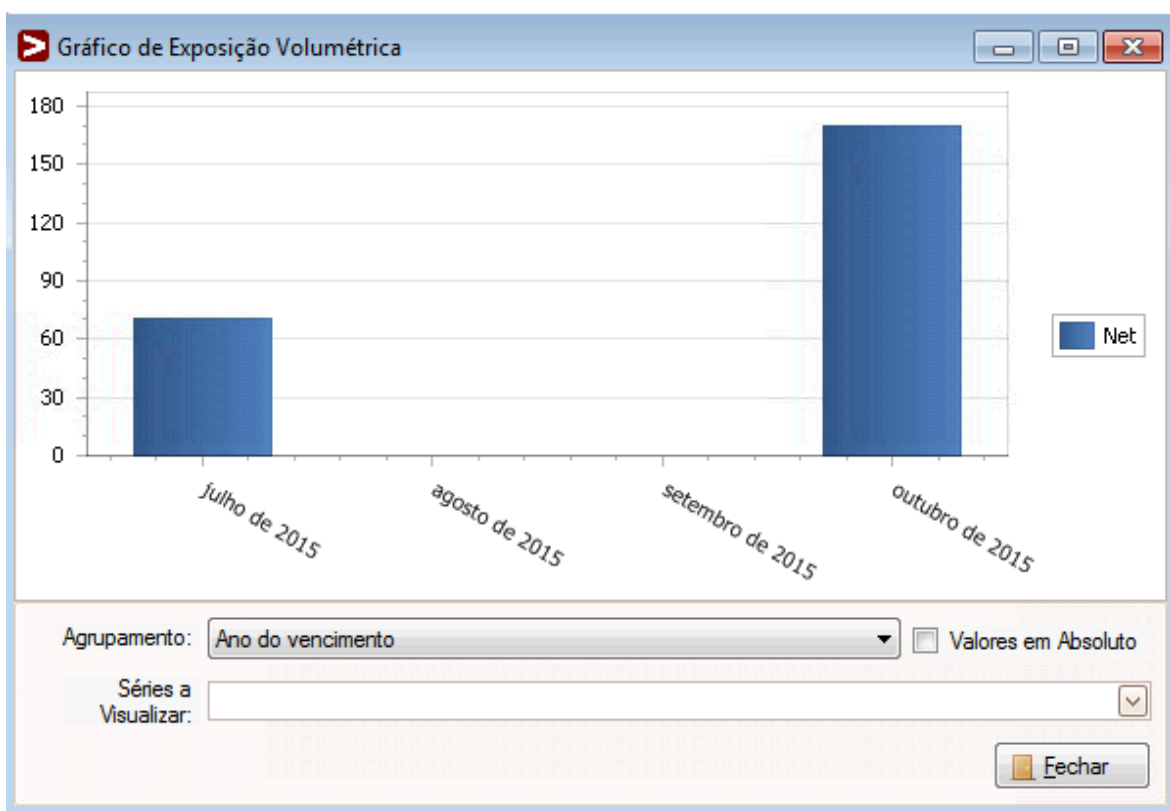


Figura 5: Gráfico Exposição Líquida Exemplo 1

Fonte: Sistema Accenture RiskControl (ARC)

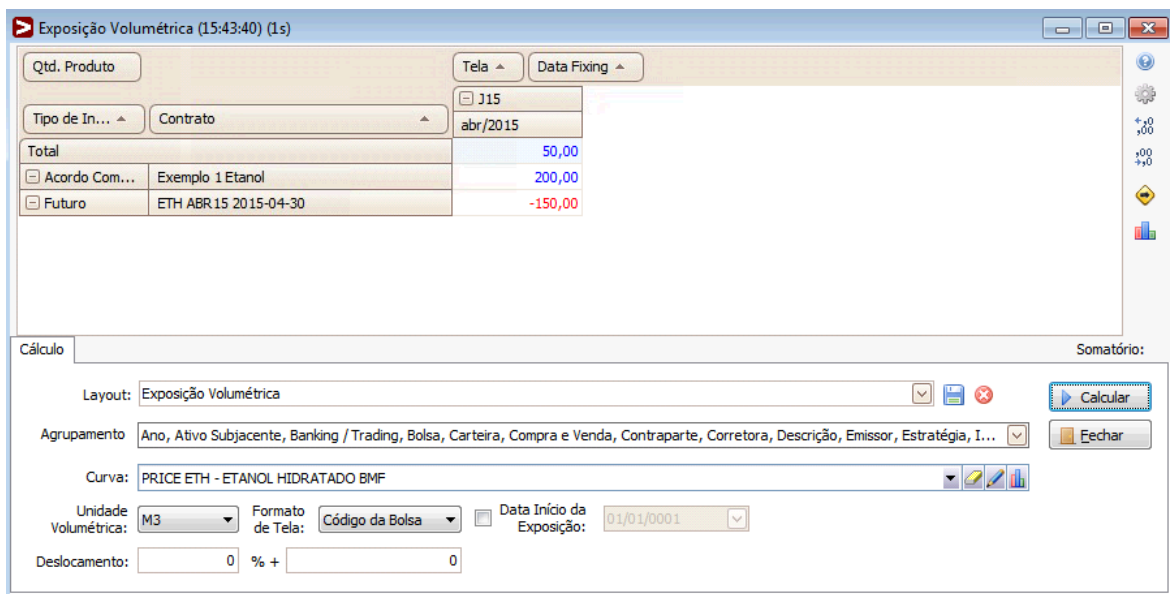


Figura 6: Exposição Volumétrica Exemplo 2

Fonte: Sistema Accenture RiskControl (ARC)

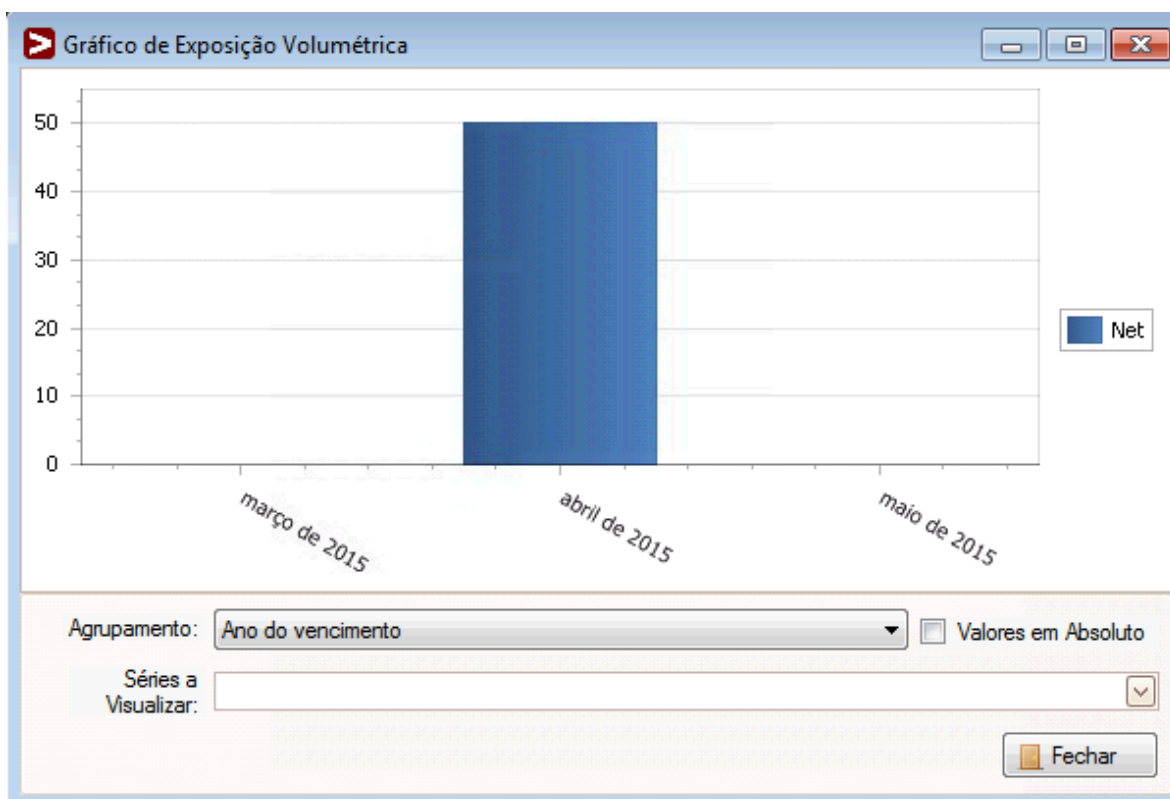


Figura 7: Exposição Volumétrica Exemplo 2

Fonte: Sistema Accenture RiskControl (ARC)

Nos exemplos acima foram representados a exposição volumétrica em relação às *commodities* agrícolas. No entanto, foi demonstrado na fórmula (1) na seção anterior que o câmbio também é um fator de risco para os contratos de físicos negociados em dólar. Neste exemplo é o caso dos físicos de açúcar. Assim, para cálculo da exposição volumétrica financeira, é preciso alocar os fluxos financeiros provenientes do contrato de açúcar no tempo. Importante ressaltar que a quantidade de dólar exposta é referente aos embarques fixados/não fixados, *hedgedos*/ não *hedgedos*. As figuras abaixo representam esta análise.

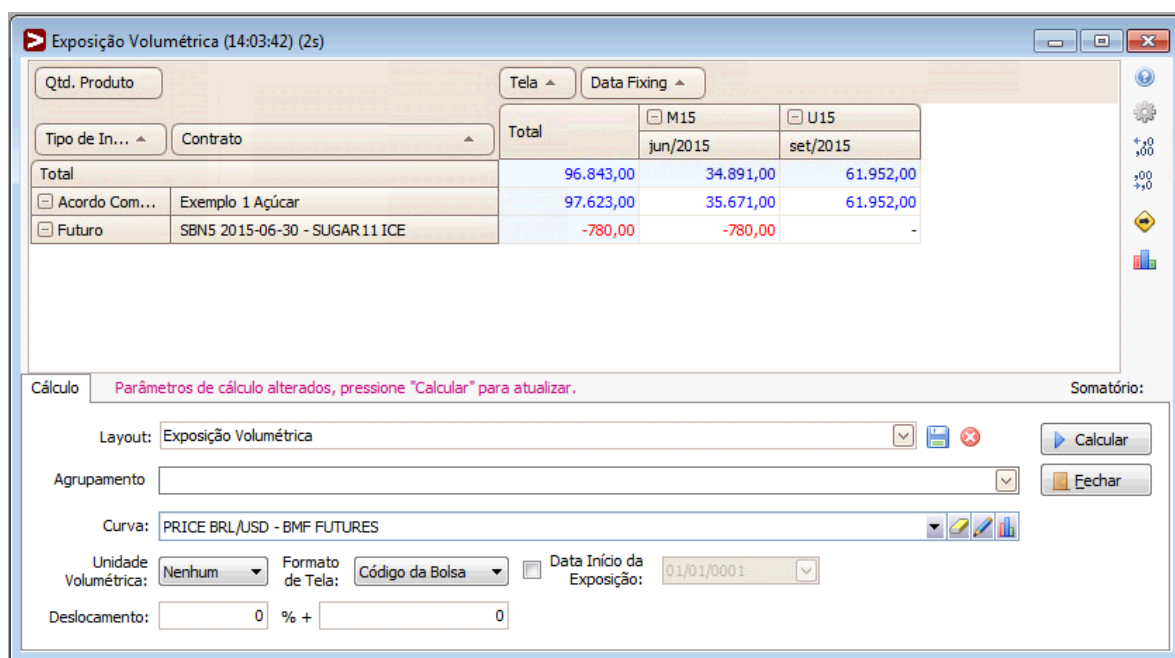


Figura 8: Exposição Volumétrica da commodity dólar

Fonte: Sistema Accenture RiskControl (ARC)

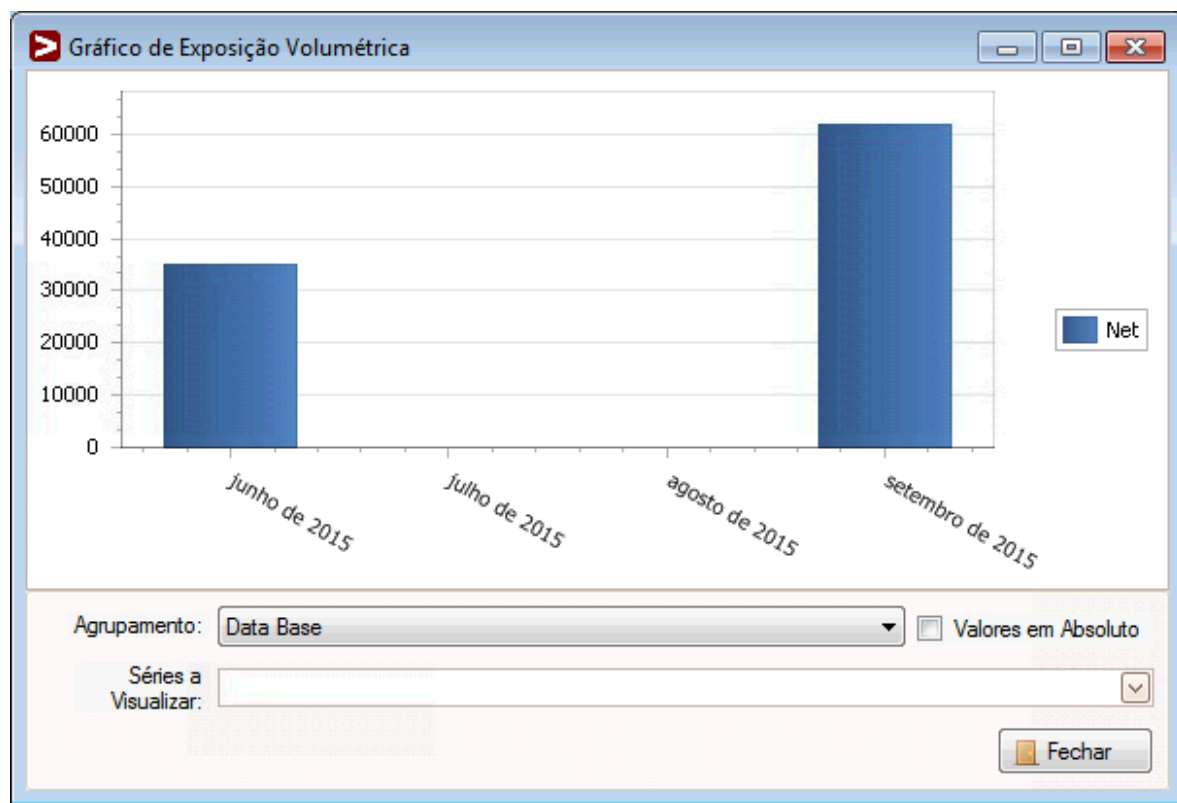


Figura 9: Gráfico Exposição Volumétrica da *commodity* Dólar

Fonte: Sistema Accenture RiskControl (ARC)

3.2.3 Value at Risk (VaR)

A partir da análise de exposição volumétrica é possível calcular o valor em risco por *commodity* agrícola e financeira e o valor agregado. Para isso, é utilizado o modelo *VaR*, publicado ao mundo em 1994 no documento *RiskMetrics* pelo J.P Morgan, o qual mensura o valor máximo de perda dado um intervalo de confiança e tempo. O *VaR* é um modelo paramétrico, pois pressupões que os retornos são normalmente distribuídos, assim como a carteira/posição que contém estes fatores de risco. O retorno da carteira/posição é decomposto em fatores advindos da expansão de Taylor até primeira ordem. Assim, se pensarmos nos fluxos operacionais gerados pela venda de contratos de físico, temos:

$$dFOA + dFOE = dFOT = \frac{\partial FOT}{\partial ra_{t+n}} * \Delta ra_{t+n} + \frac{\partial FOT}{\partial rc_{t+n}} * \Delta rc_{t+n} + \frac{\partial FOT}{\partial re_{t+n}} * \Delta re_{t+n}$$

Onde:

$dV_c(t)$ = Valor total da carteira ou fluxo operacional em t

$\frac{\partial FOT}{\partial ra_{t+n}}$ = Exposição do fluxo operacional ao fator de risco açúcar. O valor da exposição da carteira a um fator de risco é a soma das exposições dos ativos dessa carteira ao mesmo fator de risco.

As equações acima são as ditas “funções de mapeamento” para o fluxo operacional em questão. Como existe uma suposição quanto à distribuição dos retornos dos fatores de risco (distribuição normal com média e variância calculadas através de modelos), a distribuição da carteira como um todo será dada por:

$$dV_c(t + 1; t) \sim N(0, \sigma^2)$$

Onde:

$dV_c(t + 1; t)$ = Variável aleatória retorno total da carteira na data t+1, dadas as informações até o dia t

σ^2 = Variância da distribuição normal, sendo $\sigma^2 = EXP' \sum EXP$

$$EXP = \text{Vetor das exposições: } EXP = \frac{\partial FOA}{\partial ra_{t+n}} + \frac{\partial FOA}{\partial rc_{t+n}}$$

Σ = Matriz de variância e covariância dos fatores de risco

$$\Sigma = \begin{bmatrix} VAR(ra_{t+n}) & COVAR(ra_{t+n}, rc_{t+n}) & COVAR(ra_{t+n}, re_{t+n}) \\ COVAR(ra_{t+n}, rc_{t+n}) & VAR(rc_{t+n}) & COVAR(rc_{t+n}, re_{t+n}) \\ COVAR(ra_{t+n}, re_{t+n}) & COVAR(rc_{t+n}, re_{t+n}) & VAR(re_{t+n}) \end{bmatrix}$$

Onde:

$VAR(ra_{t+n})$ = Variância do retorno do açúcar

$VAR(rc_{t+n})$ = Variância do retorno do câmbio

$VAR(re_{t+n})$ = Variância do retorno do etanol

$COVAR(ra_{t+n}, rc_{t+n})$ = Covariância entre os retornos do açúcar e câmbio

$COVAR(ra_{t+n}, re_{t+n})$ = Covariância entre os retornos do açúcar e etanol

$COVAR(rc_{t+n}, re_{t+n})$ = Covariância entre os retornos do câmbio e etanol

Definindo VaR:

$$VaR(dVc(t+1); t)(5\%) = \max -\{x | [P(dVc(t+1); t) \leq x] \geq 5\%\}$$

Onde:

$VaR(dVc(t+1); t)(5\%)$ = VaR(5%) da carteira Vc para o dia t+1, dada as informações até o dia t.

$dVc(t+1; t)$ = variável aleatória retorno total da carteira na data t+1, dada as informações até o dia t.

$P(dVc(t+1; t) \leq x)$ = Evento no qual o retorno é menor que x

Para o cálculo do *VaR* é necessário se definir o nível de confiança desejado. O alfa utilizado acima foi de 5%, sendo um nível de confiança de 95%.

Dessa forma as empresas no setor sucroalcooleiro calculam o *VaR* por *commodity* agrícola/financeira e tela, e o *VaR* agregado. Este cálculo é de suma importância para mensuração do risco máximo incorrido e comparação com a política de risco da empresa. Dependendo do apetite de risco corporativo, os executivos podem decidir incrementar o volume de derivativos para *hedge* e/ou negociar a fixação de preços com as contrapartes. Conforme apresentado a seguir na Figura 10, segue análise do *VaR* para os exemplos 1 e 2 montados anteriormente.

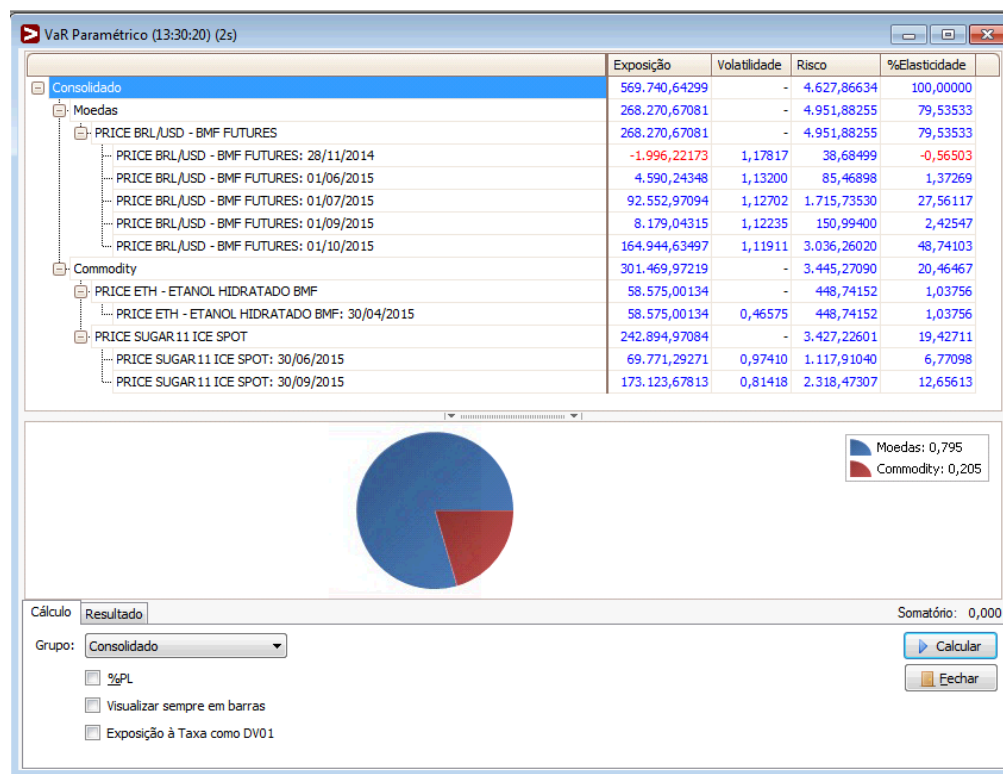


Figura 10: VaR por fator de risco e considerando os exemplos 1 e 2

Fonte: Sistema Accenture RiskControl (ARC)

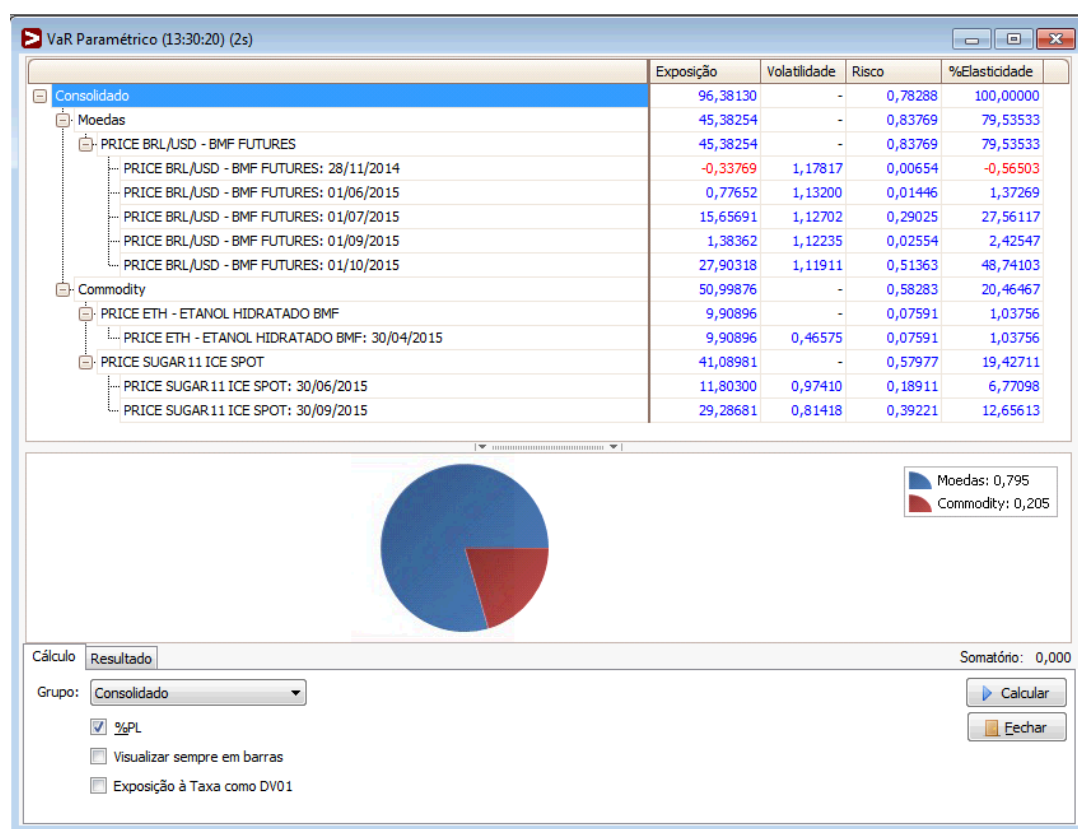


Figura 11: VaR percentual

Fonte: Sistema Accenture RiskControl (ARC)

Nas Figuras 10 e 11, é possível analisar em reais o risco por produto e tela dos embarques comerciais e derivativos de hedge, e o risco agregado de toda a posição. Nestes exemplos o risco da posição, considerando um intervalo de confiança de 95% e horizonte de tempo de 1 dia, está em torno de 0,80% do patrimônio líquido da posição. Outra análise interessante e utilizada é a elasticidade do *VaR*, fórmula apresentada abaixo, que seria a contribuição de cada fator de risco para o risco agregado da posição. Pelo gráfico em “pizza” apresentado na figura 14, vemos que o risco moedas é responsável pela parcela de 79,5% do risco da carteira, enquanto as *commodities* açúcar e etanol representam 20,5%. Interessante notar que o açúcar corresponde à 19,43% do risco total, enquanto o etanol corresponde à apenas 1,03%.

$$\epsilon_{r,VaR} = \frac{\partial VaR}{\partial r} * \frac{r}{VaR}$$

Importante ressaltar que estas análises auxiliam na tomada de decisão sobre medidas corretivas de *hedge* e fixação de preços, e até mesmo alocação de produtos para a próxima safra de cana de açúcar. Análises do tipo *VaR* e elasticidade devem ser comparadas com os níveis de risco previamente estipulados pela empresa e verificar se os números se encaixam dentro do apetite de risco corporativo.

3.3 Simulação de Cenários econômicos

Conforme discutido neste trabalho, a projeção do fluxo de caixa operacional é de extrema importância para planejamento estratégico e financeiro da empresa. Uma das premissas básicas para previsão do fluxo de caixa é a simulação dos cenários econômicos no futuro. Nesta seção serão brevemente apresentados técnicas físicas e estatísticas para a simulação destes cenários e modelagem dos preços futuros dos ativos financeiro, que são o movimento browniano geométrico e processo de Wiener, e a transformação de Cholesky.

3.3.1 Movimento browniano geométrico

Segundo Volchan (1999) o movimento browniano e o processo de Wiener são a continuidade de estudos no início do século XX sobre o comportamento e evolução dos preços de ativos financeiros. Para ser mais exato, no ano de 1900 o francês Louis Bachelier (1870-1947) já estudava as flutuações dos preços das ações negociadas na bolsa de Paris e propunha que a evolução dos preços era um processo aleatório. Bachelier sugeria que o preço da ação em um instante de tempo t , denotado por S_t , seria para cada $t > 0$, uma variável aleatória. Vale dizer que a evolução de uma variável aleatória segue uma distribuição de probabilidade. O conjunto $\{S_t, t \geq 0\}$ representa o processo estocástico, que neste caso é um conjunto de variáveis aleatórias indexadas ao tempo. De maneira geral, Bachelier propôs um modelo matemático no qual a evolução temporal dos preços é solução de uma equação diferencial estocástica, conforme apresentado abaixo.

$$dS_t = \mu(t)dt + \sigma(t)dW_t$$

Aqui $\mu(\cdot)$ e $\sigma(\cdot)$ são funções usuais enquanto que o processo estocástico $\{W_t, t \geq 0\}$, é tal que W_t tem distribuição normal com esperança $E[\Delta W_t] = 0$ e variância $E[(\Delta W_t)^2] = \Delta t$. Este é o chamado processo de Wiener.

É importante lembrar que o interesse de Wiener não era finanças, mas sim a compreensão de um fenômeno físico conhecido como movimento browniano. Este fenômeno

fora observado em 1827 pelo escocês Robert Brown que constatou ao microscópio que pequenos grãos de pólen em suspensão aquosa eram dotados de um movimento incessante com trajetórias muito irregulares. A explicação deste comportamento só ocorreu com os trabalhos de Einstein (1905) e Smoluchowsky (1906) , que usando argumentos probabilísticos conseguiram atribuir o fenômeno ao resultado de inúmeros choques aleatórios das moléculas de suspensão aquosa contra os grãos de polén obtendo também o efeito \sqrt{t} . O processo de Wiener frequentemente chamado também de movimento browniano é a formulação matemática deste fenômeno físico. Portanto o que Bachelier havia proposto era que o preço das ações evoluíam de forma aleatória e análoga ao movimento browniano.

O trabalho de Bachelier ficou esquecido por muitos anos e somente a partir de 1960, com a atenção do economista Paul Samuelson (Nobel em Economia), este foi difundido entre economistas e matemáticos. Nesta época já havia a desconfiança de que os preços variavam de forma aleatória devido à hipótese do mercado eficiente segundo a qual, num dado instante, somente o valor presente do ativo tem importância para a sua evolução futura. Ou seja, em um mercado eficiente o ativo é precificado imediatamente de acordo com o conjunto de novas informações do presente, sem qualquer interferência das informações e/ou acontecimentos do passado. Essa é a chamada propriedade Markoviana e é uma das características essenciais do movimento browniano.

Samuelson (1965) fez alguns ajustes na modelagem proposta por Bachelier ao perceber que segundo a equação apresentada acima, dito como movimento browniano “aritmético”, era possível ter preços negativos. Além disso observou que a variável de interesse para explicar a evolução dos preços é o retorno, denominado por $\Delta St / St$. Samuelson propôs então que o processo estocástico $\{St, t > 0\}$, agora chamado de movimento browniano “geométrico”, seja solução da equação diferencial estocástica.

$$\frac{dSt}{St} = \mu(t)dt + \sigma(t)dWt$$

3.3.2 Decomposição de Cholesky

A decomposição de Cholesky será utilizada neste trabalho para incorporar a matriz de correlação original dos fatores de risco aos retornos aleatórios gerados pelo método do movimento browniano geométrico.

Formalmente, a decomposição de Cholesky é um método direto de resolução de sistemas de equações lineares $Ax=b$. O objetivo é decompor a matriz A como $A=LL^T$ no caso da decomposição de Cholesky. A matriz L é uma matriz triangular inferior com elementos da diagonal principal estritamente positivos. Para tanto, exige-se muito mais da matriz A .

Uma matriz A é dita positiva definida se A é simétrica e se $x^T Ax > 0$, para todo $x \neq 0$.

Assim, são definidos alguns teoremas para aplicação da decomposição de Cholesky.

- I. Teorema 1 (a) *Se $A_{n \times n}$ é uma matriz simétrica, então A possui n autovalores reais e n autovetores ortonormais.*
(b) *Uma matriz simétrica A é positiva definida se, e somente se, seus autovalores são reais e positivos.*
(c) *Uma matriz simétrica A é positiva definida se, e somente se, cada uma de suas submatrizes principais tem determinante positivo.*
(d) *Uma matriz simétrica A é positiva definida se, e somente se, o processo de eliminação de Gauss pode ser realizado sem permutação de linhas ou colunas e tem todos os elementos pivots positivos.*
- II. Teorema 2 (Cholesky) *Uma matriz simétrica A é positiva definida se, e somente se, pode ser fatorada como LL^T , onde L é uma matriz triangular inferior com elementos positivos na diagonal.*

No estudo de caso a seguir, o ordenamento das linhas e colunas da matriz de correlação considerou as primeiras variáveis como dólar, açúcar e etanol. Dessa forma, o conceito econômico utilizado para realizar a decomposição de Cholesky foi que a variável dólar é causadora de efeito nas variáveis açúcar e etanol, e que a variável açúcar causa efeito no etanol.

4 Estudo de Caso

Neste capítulo será apresentado um estudo de caso a partir de um relatório financeiro do ano-safra 2015/16 de uma empresa de grande porte do setor sucroalcooleiro para projeção do fluxo de receita operacional e análise da capacidade de pagamento das dívidas de curto e longo prazo e estratégias de hedge e fixação dos contratos de físicos. A técnica utilizada para estimativa da receita operacional foi o *CFaR* suportada com a metodologia do movimento browniano geométrico e transformação de Cholesky para simulação dos retornos dos fatores de risco e para cálculo dos preços dos ativos.

O objetivo principal desta parte do trabalho é estimar o fluxo de receita operacional baseado em premissas e técnicas estatísticas para auxiliar na tomada de decisão dos executivos em estratégia de *hedges*, fixação dos preços em contratos dos físicos, pagamento de dívidas e financiamento de projetos com capital próprio. É importante ressaltar que a estimativa das despesas operacionais da empresa não está sendo considerada neste trabalho, e todas as análises estão baseadas na expectativa de receita para o ano-safra 2015/16 dos contratos de físicos estabelecidos até o dia 28/11/2014. Os dados de mercado referentes aos preços do açúcar, etanol e dólar foram capturados das curvas de mercado no dia 28/11/2014. Para o açúcar foi utilizado o preço dos contratos futuros de *SUGAR11* negociados na bolsa ICE de Nova Iorque. Quanto ao etanol e o dólar, os preços são referentes aos contratos futuros negociado na BM&F.

A base do estudo de caso é o relatório abaixo, representado na Figura 12. Neste relatório está apresentado a alocação da receita operacional e política de *hedge* por produto em cada trimestre (tela) do ano-safra 2015/16. A base de cálculo da receita operacional são os contratos de físicos negociados e firmados até o dia 28/11/2014. O mesmo vale para a política de *hedge*, realizada de acordo com os instrumentos e estratégias exemplificadas no capítulo anterior. Como principal análise do relatório de hedge por tela temos a relação do volume financeiro gerado pelos contratos de açúcar e etanol com o volume *hedgado* destas *commodities* e do dólar.

Hedge por Trimestre - Açúcar/Etanol ME/MI - Safra 15/16						
		K15	N15	V15	H16	Total
Receita Açúcar						
Safra 2015/16	Tons	260.793,88	465.540,10	603.527,20	380.279,74	1.710.140,91
	(MM)	USD 96,00	USD 174,85	USD 229,18	USD 150,38	USD 650,4
Receita Etanol						
Safra 2015/16	DM3	73.056.677				73.056.677
	(MM)	BRL 85,59				USD 85,6
Hedge Açúcar						
Açúcar (#11)	(MM)	USD 33,90	USD 63,27	USD 57,06	USD 17,52	USD 171,8
	% Fixado	35%	36%	25%	12%	26%
	cUS\$/lb Hedge	16,73	17,25	17,15	17,60	17,15
	cUS\$/lb MtM	16,23	16,56	16,68	17,30	16,72
Hedge Etanol						
Etanol	DM3	30.360.000,00				
	(MM)	BRL 35,57				BRL 35,6
	% Fixado	42%				42%
	R\$/M3 Hedge	1.251,89				1.251,89
	R\$/M3 MtM	1.255,00				1.255,00
Hedge Câmbio						
Derivativos	(MM)	USD 25,08	USD 53,62	USD 54,34	USD 16,96	USD 181,1
	% Fixado	26%	31%	24%	11%	32%
	R\$/US\$ Hedge	2,59	2,58	2,73	2,89	2,60
	R\$/US\$ MtM	2,68	2,72	2,80	2,90	2,81
Hedge Dívida						
BRL	(MM)	33,18	54,41	6,51	6,51	USD 100,6
	% Fixado	35%	31%	3%	4%	18%
	R\$/US\$	2,08	1,72	2,10	2,08	1,87
Receita em Reais						
BRL	BRL/Ton Hedge	1.032	822	1.003	1.065	969
	BRL/Ton (MtM)	1.049	977	1.070	1.153	1.064
Política Financeira						
Política Financeira	(+) over / (-) Under	23,27	14,76	20,61	43,04	USD 101,7
Mercado						
USD	R\$/US\$	2,68	2,72	2,80	2,90	2,81
Açúcar	cUS\$/lb	15,96	16,18	16,53	17,26	16,47
BRL	BRL/Ton	953	939	1.039	1.149	1.059,00
Estratégia Hedge						
Proporcional	%	47%	49%	59%	66%	60%

Figure 12: Relatório de Hedge por tela – Safra 15/16

Fonte: Empresa de grande porte do setor sucroalcooleiro

Dessa forma, conforme apresentado nas tabelas “Receita Açúcar” e “Receita Etanol”, está previsto que serão vendidos 1,7 milhões de toneladas de açúcar e 73 mil metros cúbicos de etanol. Isso é equivalente à 650 milhões de dólares e 85 milhões de reais, respectivamente.

É importante notar que nesta data de análise está previsto apenas a venda de etanol para o primeiro trimestre do ano-safra 15/16 (tela K5), pois normalmente estes contratos são vendas à vista. Nas tabelas “*Hedge Açúcar*” e “*Hedge Etanol*” vemos o volume *hedgado* de açúcar e etanol total neste ano-safra está em torno de 171 milhões de dólares e 35 milhões de reais. Isso equivale a dizer que 26% da receita em dólar dos físicos de açúcar estão protegidos contra a flutuação do preço do açúcar, e que 42% da receita em reais dos físicos de etanol estão protegidos contra a flutuação do preço do etanol. O preço médio do *hedge* ponderado pelo volume negociado de cada instrumento de derivativo negociado até a data de análise está em torno de 17,15 cUS\$/lb para o açúcar e 1.251,89 R\$/m3 para o etanol. No que concerne a receita total em dólar, equivalente a receita dos físicos de açúcar que é 650 milhões, as estratégias de *hedge* com inclusão das dívidas de curto prazo estão protegendo 32% deste valor da flutuação do câmbio.

As dívidas de curto prazo estão representadas neste relatório como *hedge*, pois funcionam como adiantamento de contrato de câmbio (ACC), o qual o banco adianta para a empresa a receita financeira em dólar proveniente do físico em troca de receber este mesmo volume financeiro com inclusão de juros no dia do embarque do contrato do físico. Assim, a empresa consegue adiantar o pagamento do contrato e converter a receita em dólar para reais pela cotação do câmbio negociada à vista. No relatório, vemos que na tabela “*Hedge Dívida*”, o montante gira em torno de 100.6 milhões de dólares para o ano-safra 2015/16. Somando este valor ao volume *hedgado* pelos derivativos de câmbio temos que 50% da receita total em dólar está protegida contra a flutuação do câmbio.

Neste contexto, foi projetado a receita operacional considerando a porcentagem fixada e não fixada do açúcar, dólar e etanol. A parte fixada destes contratos é baseada no preço médio calculado a partir das operações de derivativos negociados para estratégia de *hedge*. A parte não fixada foi calculada a partir da simulação de 1000 cenários econômicos para o retorno das variáveis de preço do açúcar, etanol e dólar. Estes cenários foram construídos a partir das premissas e técnicas estatísticas explicadas nos capítulos anteriores. Os cenários simulados para as variáveis econômicas e o histograma do Fluxo de receita operacional anual e trimestral estão apresentados abaixo.

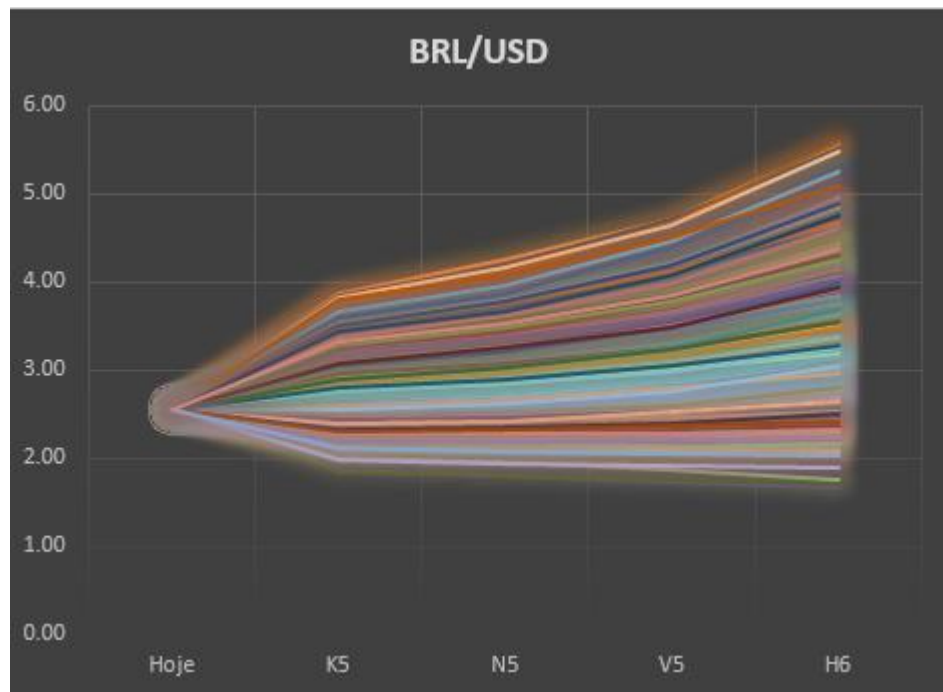


Gráfico 9: Cenário do dólar para cada trimestre
 Fonte: Própria

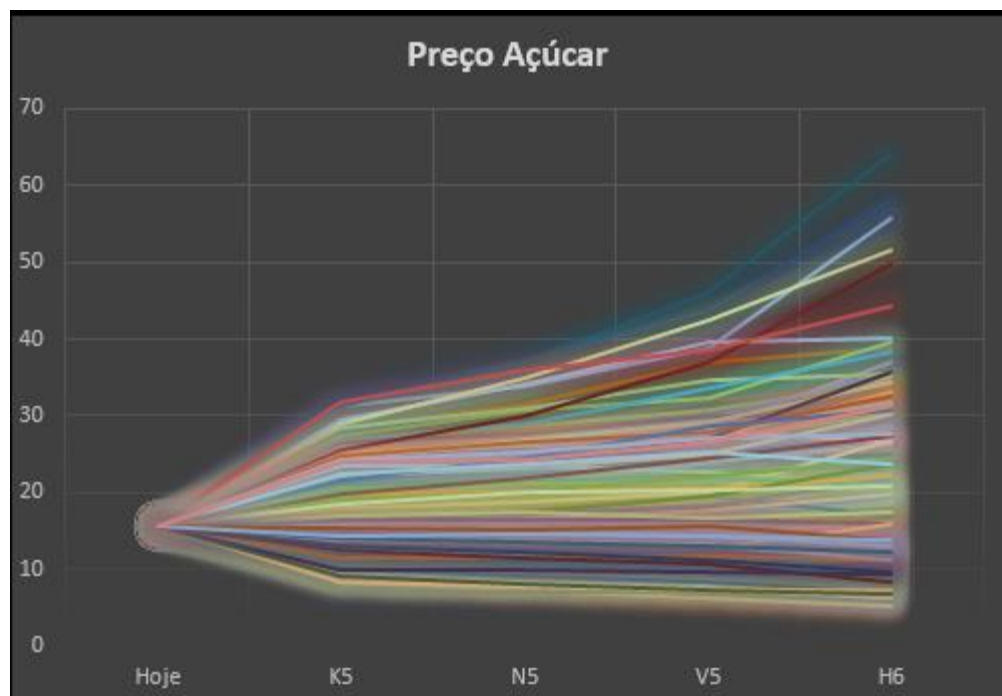


Gráfico 10: Cenários para o açúcar para cada trimestre
 Fonte: Própria

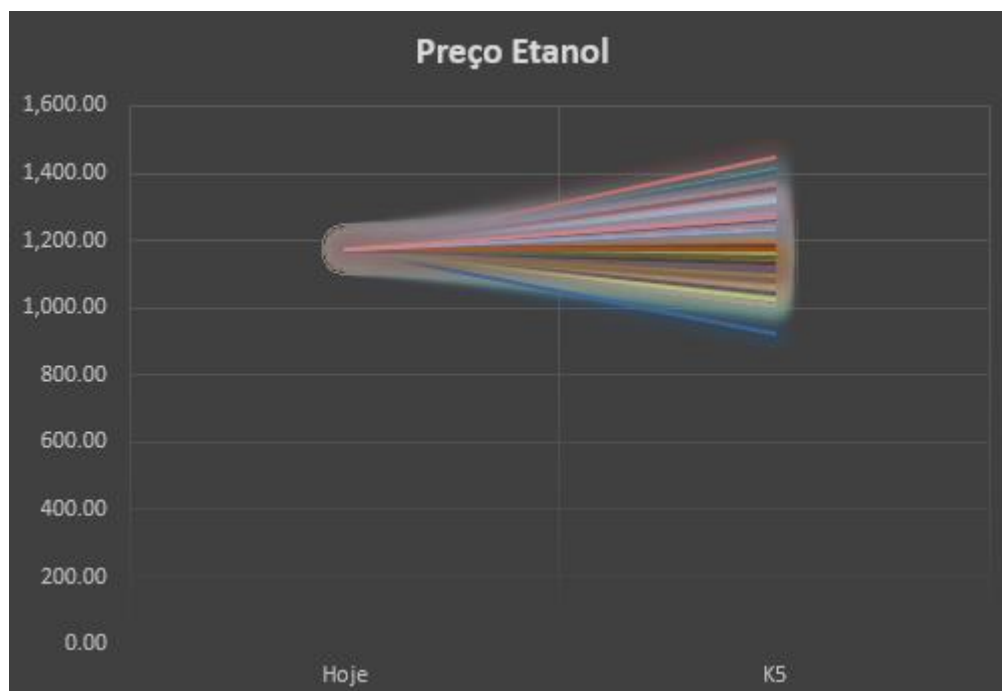


Gráfico 11: Cenários para o preço do etanol no 1 trimestre
Fonte: Própria

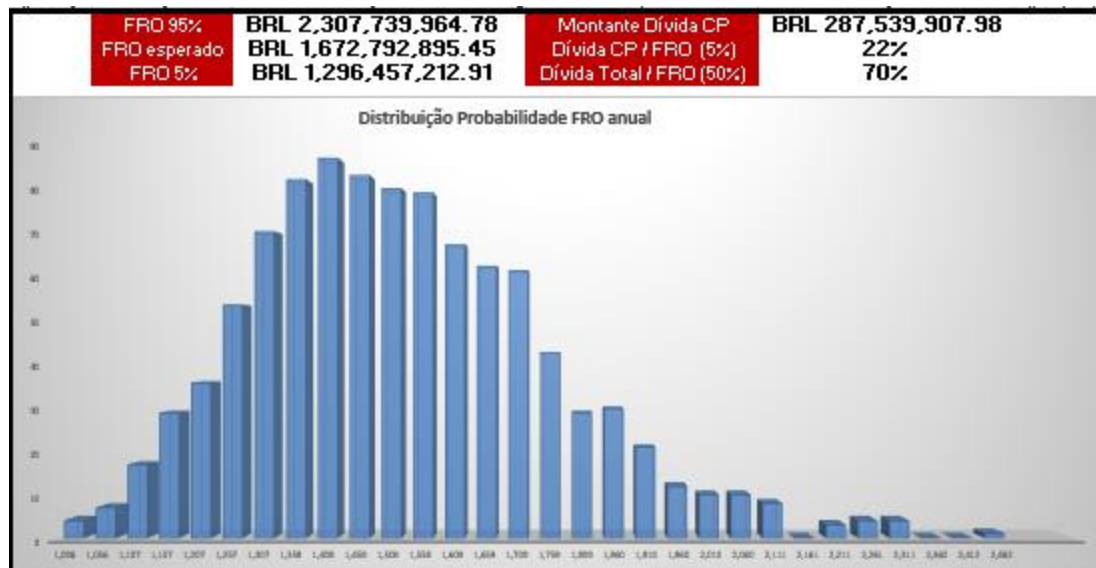


Gráfico 12: Histograma do Fluxo de Receita Operacional do ano-safra 15/16
Fonte: Própria

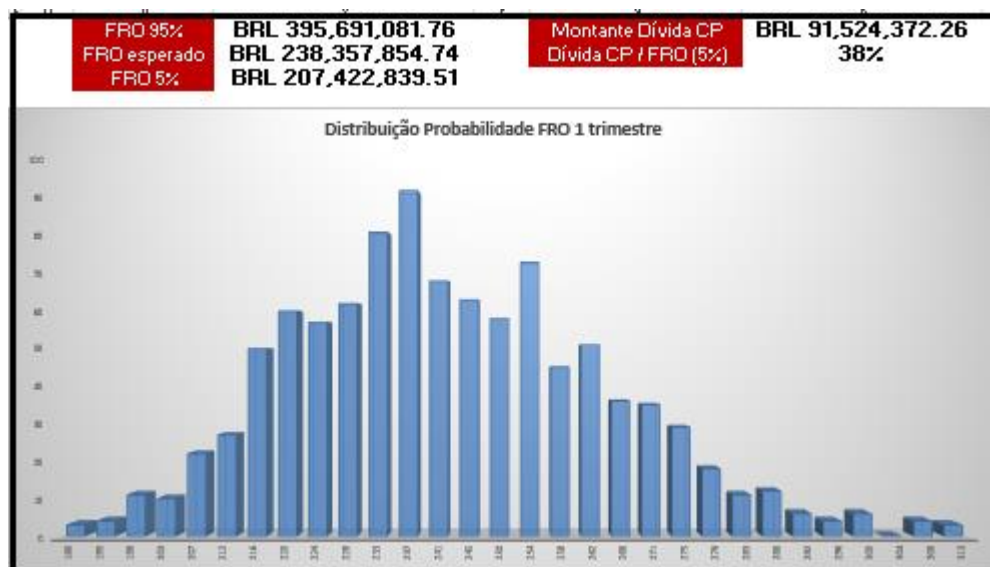


Gráfico 13: Histograma do FRO no 1 trimestre do ano-safra 15/16

Fonte: Própria

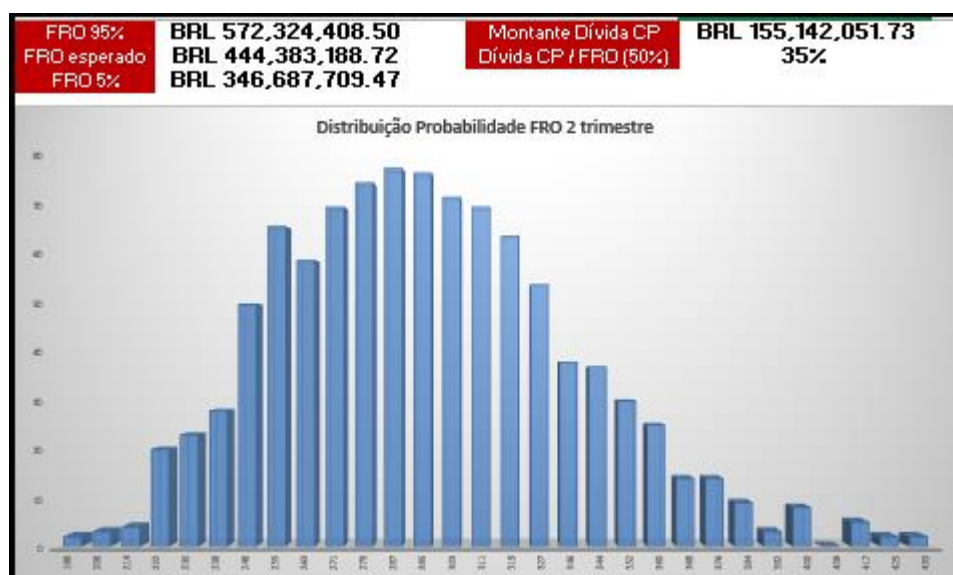


Gráfico 14: Histograma do FRO no 2 trimestre do ano-safra 15/16

Fonte: Própria

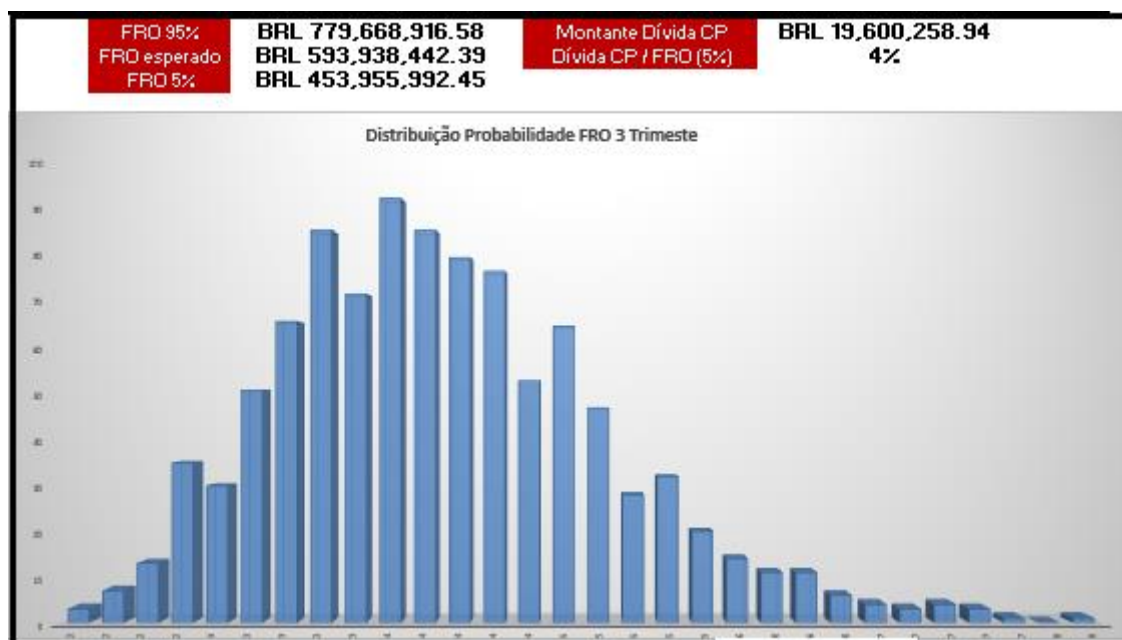


Gráfico 15: Histograma do FRO no 3 trimestre no ano-safra 15/16
Fonte: Própria

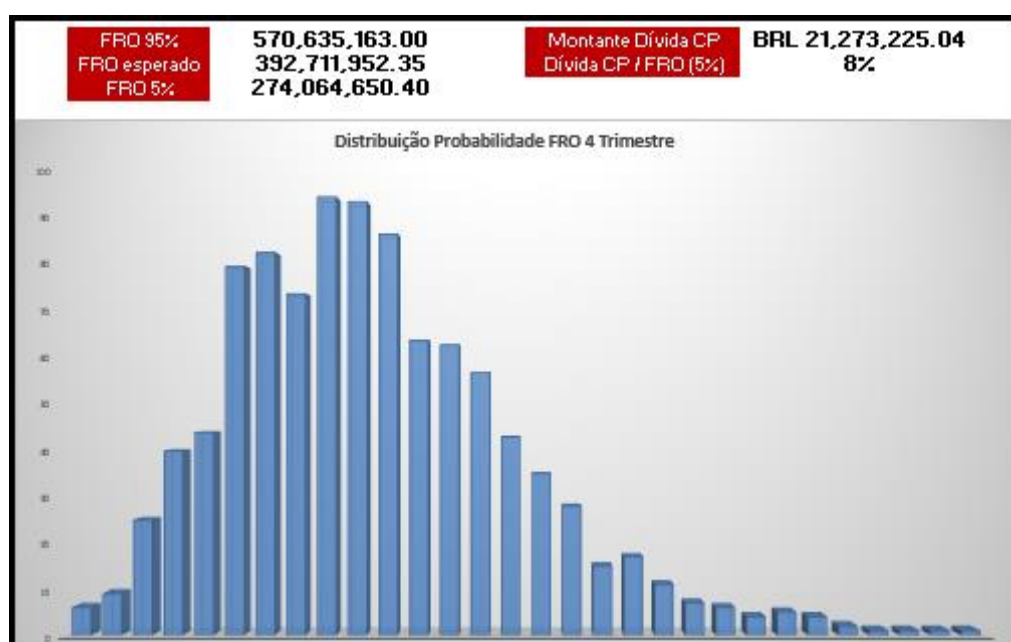


Gráfico 16: Histograma do FRO no 4 trimestre no ano-safra 15/16
Fonte: Própria

O histograma nos informa que com 95% de nível de confiança o somatório do fluxo de receita operacional será no mínimo de 1,29 bilhões de reais para o ano-safra 2015/16. Este seria o montante financeiro utilizado para pagamento das despesas operacionais, dívidas de curto prazo e financiamento dos projetos com capital próprio neste ano-safra. Interessante notar que, dado um nível de confiança de 95%, no final de cada trimestre a diferença mínima entre o FRO e as dívidas vincendas é positiva. Isso significa que a empresa não enfrentará dificuldades no curto prazo para manter a receita operacional acima do montante das dívidas. A razão entre a Receita operacional e as dívidas no curto prazo para cada trimestre são respectivamente 38%, 35%, 4% e 8%. Atualmente o valor de mercado da dívida total (CP + LP) da empresa está em torno de 1,46 bilhões de reais, o que corresponde a 70% da receita operacional esperada (percentil 50%).

Outra análise interessante que pode ser feita é uma análise de sensibilidade do FRO em relação à fixação dos preços das *commodities* com utilização de derivativos ou negociação direto com a contraparte. Atualmente, de acordo com o relatório de *hedge* (Figura 12), os derivativos de açúcar protegem em média cerca 26% do volume financeiro gerado pelos contratos de físico de açúcar. Se simularmos que 100% dos físicos de açúcar estão protegidos contra a flutuação do preço do açúcar e rodarmos novamente a análise do *CFaR*, vemos que o fluxo de receita operacional esperado (representado pelo percentil 50%) aumenta em média em torno de 15%, saindo de 1,67 para 1,92 bilhões de reais. O novo histograma com 100% dos físicos de açúcar protegidos está apresentado no gráfico 17. A razão para este aumento esperado da receita é a tendência de baixa no preço o açúcar presente nos cenários econômicos simulados. Se fizermos o mesmo exercício para o dólar, veremos que o hedge de 100% da receita em dólar não é vantajoso e resultará em uma perda de receita esperada. Assim como analisado pelo gráfico dos cenários simulados do preço do açúcar, vemos que nos cenários do dólar a tendência é de alta e a fixação da cotação BRL/USD neste momento não seria vantajoso para a empresa. O novo histograma com o dólar fixado resultaria em uma redução de 7% do FRO, saindo de 1.67 para 1.55 bilhões de reais, conforme apresentado no gráfico 18.

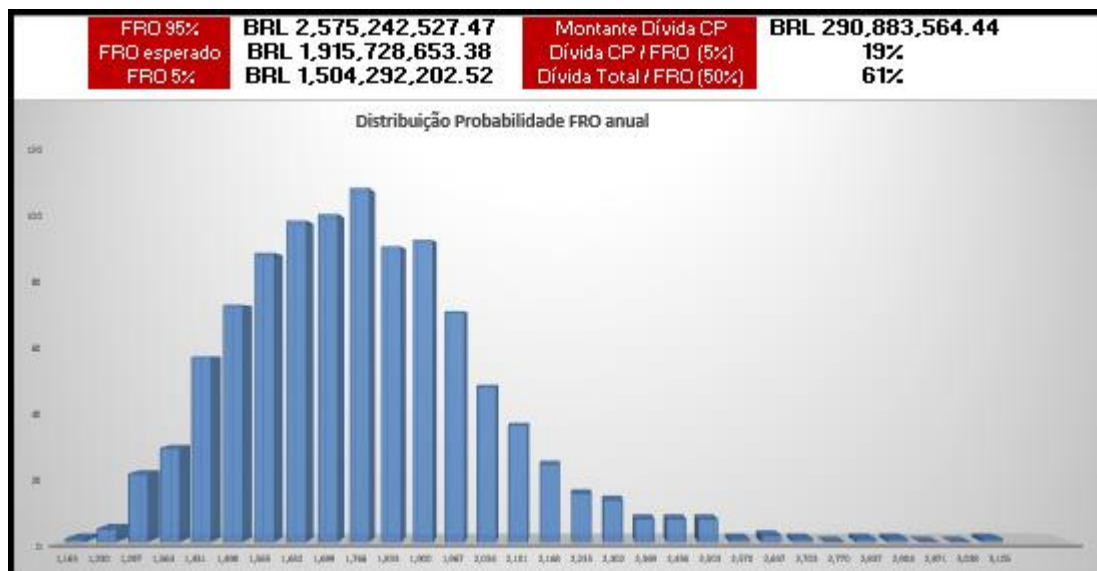


Gráfico 17: Novo histograma do FRO considerando 100% dos físicos do açúcar *hedgedos*
Fonte: Própria

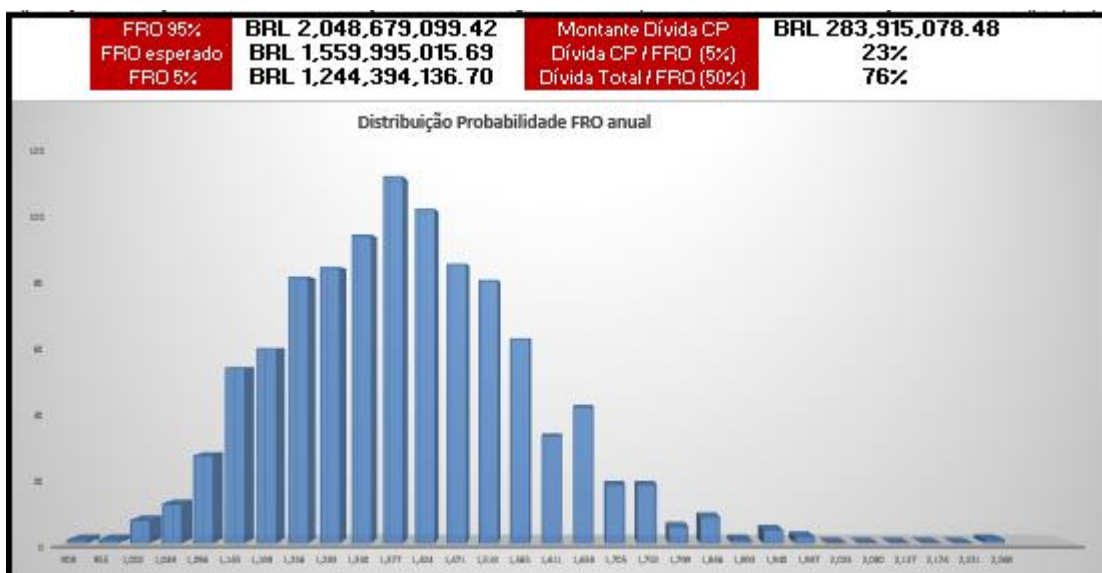


Gráfico 18: Novo histograma do FRO considerando 100% da receita em dólar *hedgeada*
Fonte: Própria

5. Considerações Finais

Neste trabalho foi exposto a intensidade da crise financeira do setor sucroalcooleiro no Brasil a partir da crise econômica mundial em 2008. As consequências tem sido graves em toda cadeia produtiva com a falência de empresas, fusões e incorporações, e demissões em massa. Desde então, os preços das *commodities* agrícolas e liquidez financeira reduziram significativamente, afetando a rentabilidade, financiamento de novos projetos tecnológicos, e rolagem de dívidas do passado. Com a falta de liquidez, as empresas não foram eficientes na renovação dos canaviais e contínua modernização das usinas, o que resultou na queda da produtividade da cana-de-açúcar a níveis inferiores ao de uma década atrás. No âmbito interno as principais causas que intensificaram ainda mais a crise no setor sucroalcooleiro envolve a falta de definição da matriz energética do Brasil e política de manutenção de preços da gasolina. O governo brasileiro não tem apresentado projetos de incentivo à produção e consumo de energia e combustível limpo, como a bioenergia e o etanol. A manutenção do preço da gasolina pressiona cada vez mais o mercado do etanol que ao enfrentar preços inferiores do combustível fóssil perde a sua competitividade e rentabilidade. Com a baixa rentabilidade e altos custos de produção as empresas enfrentam enorme dificuldade para pagamento das dívidas assumidas no passado. O alto grau de endividamento do setor tem sido o fator crucial para decretar a falência de muitas empresas.

Dado o contexto acima, este trabalho buscou expor as principais métricas de *risk management* praticadas nas empresas agrícolas e por fim, adaptá-las e inseri-las no conceito de *Cash Flow at Risk (CFaR)*. Para exemplificar o conceito do *CFaR* em conjunto com as métricas utilizadas nestas empresas, foi feito um estudo de caso a partir de um relatório financeiro e de *Hedge* de uma empresa de grande porte do setor. Neste estudo, a partir de técnicas estatísticas e simulação de diversos cenários aleatórios, foi construído a distribuição de probabilidade do fluxo de caixa operacional e do fluxo de pagamento das dívidas de curto prazo. A conclusão final é que o *CFaR*, como ferramenta analítica no setor sucroalcooleiro, se mostrou bastante eficiente para análise de capacidade de pagamento das dívidas de curto e longo prazo desta empresa, e para auxílio na decisão estratégia de fixação de preços dos contratos com derivativos para hedge ou negociação direta com a contraparte.

6. Bibliografia

- RiskMetrics Group (1999a). **CorporateMetrics™ Technical Document**. First Edition.
- Damodaran, A. (2007), **Strategic Risk Taking: A Framework for Risk Management**.
- Bressan Filho, Ângelo (2010), **Os fundamentos da Crise do setor sucroalcooleiro no Brasil**.
- Pergler, Martin. Rasmussem, Anders 2013. **Strategic commodity and cash-flow-at-risk modeling for corporates**. McKinsey Working Papers on Risk, Number 51
- PriceWhaterHouseCoopers 2009. **Navigation: Managing commodity risk through market uncertainty**.
- NovaCana (<http://www.novacana.com/n/etanol/marketing/sucroenergetico-supera-pib-100-paises-290514/>) - Acesso 10/02/2015
- Neves, Marcos. Trombin, Vinícius (2014). **A Dimensão do Setor Sucroenergético: Mapeamento e Quantificação da Safra 2013/2014**. Ribeirão Preto: Markestrat, Fundace, FEA-RP/USP 2014.
- ÚNICA. Dados estatísticos sobre as usinas de açúcar e álcool do Brasil,
<<http://www.unicadata.com.br/index.php?idioma=1>. Acesso em 10/02/2015
- ÚNICA (<http://www.unica.com.br/palavra-do-presidente/37475625920338415501/combustiveis-fosseis-estao-sujando-matriz-energetica-do-pais/>) – Acesso em 20/02/2015
- ÚNICA (<http://www.unica.com.br/colunas/9585364920319953218/control-de-preco-da-gasolina-e-aumento-de-custos-levaram-etanol-a-crise/>) – Acesso em 20/02/2015
- ÚNICA (<http://www.unica.com.br/colunas/21375871920322737930/10-anos-de-veiculos-flex-por-cento3A-pausa-para-reflexao/>) – Acesso em 20/02/2015
- ÚNICA (<http://www.unica.com.br/colunas/37407698920331483908/o-que-por-cento2C-afinal-por-cento2C-o-pais-espera-do-setor-sucroenergeticoa/>) – Acesso em 10/05/2015
- HULL, J (2011). **Options, futures and other derivatives**
- VITTI, ANDRÉ. PRADO, HELIO. **Produtividade da cana-de-açúcar em função do ambiente e disponibilidade hídrica**. Pesquisa e Tecnologia. Apta Regional
- MORAES, M.A.F.D. de **Desregulamentação da agroindústria canavieira: novas formas de atuação do Estado e desafios do setor privado**.
- CANAPLAN (<http://canaplan.com.br/noticias/setor-sucroenergetico/0000000213>). (Valor Econômico 05/01/2015) – Acesso em 11/05/2015

VOLCHAN, SÉRGIO. **Modelos Matemáticos em Finanças: Avaliação de Opções.** Matemática Universitária. Número 26/27 – Junho/Dezembro 1999 – pp. 67-111