

GESTÃO DO RISCO DE PREÇO DOS ÓLEOS
BASE COM FUTUROS E *FORWARDS*
Case Study: Negócio Lubrificantes da Galp Energia

por

Rita Joana Baptista Pinto

Orientada por:

Prof.^a Doutora Cláudia Ribeiro

Tese de Mestrado em Finanças

2008

FACULDADE DE ECONOMIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO
Mestrado em Finanças

GESTÃO DO RISCO DE PREÇO DOS ÓLEOS BASE COM
FUTUROS E *FORWARDS*

Case Study: Negócio Lubrificantes da Galp Energia

por

Rita Joana Baptista Pinto

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Finanças

Orientada por:

Prof.^a Doutora Cláudia Ribeiro

2008

NOTA BIOGRÁFICA

Rita Joana Baptista Pinto é licenciada em Engenharia Química em 2004, com média de 14 valores, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

No 5º ano lectivo realiza um Projecto de Investigação no âmbito da Reologia de Tintas na empresa CIN, S.A., nomeadamente no sector de decorativos. É atribuído o PRÉMIO CIN (Melhor Projecto de Investigação 2003/2004). Após a finalização do curso, continua o Projecto como estagiária.

Em 2005 torna-se membro efectivo da Ordem dos Engenheiros.

Em Maio de 2005 ingressa na Galp Energia como estagiária no Laboratório da Unidade de Lubrificantes. Actualmente, como efectiva, desempenha funções como Técnica de Qualidade.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos à Prof.^a Doutora Cláudia Ribeiro, professora e orientadora, pela sua enorme disponibilidade revelada, pela paciência, pelo acompanhamento e apoio na resolução dos diversos problemas, pela colaboração e pela transmissão de conhecimentos durante a realização da dissertação.

À Dr.^a Helena Oliveira, responsável pela Exportação, Desenvolvimento de Produtos e Laboratório da Galp Lubrificantes, pela orientação, pelo fundamental acompanhamento e reunião de elementos respeitantes ao negócio dos Lubrificantes da Galp Energia e pela disponibilidade manifestada durante a elaboração da dissertação.

Ao Prof. Doutor Vitorino pela sua disponibilidade e generosidade na orientação do tratamento de dados relacionados com Econometria.

À Prof.^a Doutora Ana Paula Serra pelo incentivo e apoio demonstrado ao longo da parte curricular, imprescindível para a conclusão da dissertação.

À Eng.^a Maria João Vinagre e à Eng.^a Inês Feyo pelo auxílio nas dúvidas existentes durante a elaboração do caso prático.

Ao Dr. João Pedro Carvalho, aos meus colegas de trabalho e aos meus colegas de Mestrado e a todos os que, directa ou indirectamente, contribuíram para a realização da dissertação.

Agradeço especialmente ao meu marido, aos meus pais, aos meus irmãos, à minha família e aos meus amigos pela compreensão, pela paciência e pela ternura manifestada durante este período de tempo.

RESUMO

A crescente procura dos óleos base, principais matérias-primas dos lubrificantes, e o aumento do preço do petróleo têm provocado subidas significativas nos preços destes derivados do petróleo. A variabilidade dos preços dos óleos base tem, pois, um impacto significativo sobre o negócio dos lubrificantes. De facto, a prática generalizada de contratos a médio e longo prazo de fornecimento de lubrificantes, nos quais se fixa o preço de venda dos vários produtos, origina uma forte exposição ao risco da subida do preço das matérias-primas.

Esta dissertação aborda a gestão do risco de preço dos óleos base, utilizando contratos de futuros e de *forwards*. Após a análise da relevância da gestão de riscos, apresenta-se o modelo de valorização destes instrumentos (Modelo *Cost of Carry*). Posteriormente, são analisadas diferentes estratégias de coberturas do risco de preço com contratos de futuros e com contratos *forward* e discutidas metodologias alternativas para a estimação de rácios óptimos de cobertura.

Este estudo tem por objectivo identificar a melhor estratégia de cobertura do risco de preço dos óleos base, resultante dos contratos de fornecimento de lubrificantes. Esta questão é abordada no âmbito de um caso: a Unidade de Lubrificantes, pertencente à Unidade de negócios “Distribuição Oil” da Galp Energia. A identificação das possíveis estratégias de cobertura não é imediata na medida em que não existem contratos de derivados sobre óleos base nem existe um mercado fora de bolsa estabelecido para estas matérias-primas. As alternativas de cobertura analisadas englobam estratégias de cobertura cruzada, através de futuros sobre o petróleo ou sobre outros derivados do petróleo, e o *design* e valorização de contratos *forward* a estabelecer com o principal fornecedor da matéria-prima.

Os resultados obtidos permitem concluir que, apesar de as estratégias de coberturas cruzadas com os contratos futuros do petróleo *light sweet*, da gasolina e do *heating oil* não se terem revelado eficazes na cobertura do risco da variação dos preços dos óleos base, a estratégia de cobertura com contratos *forward* revela um desempenho positivo e de implementação recomendável. A análise do problema sugere uma recomendação adicional à empresa: o desenvolvimento de modelos de previsão dos preços dos óleos

base mais robustos para, com base neles, melhor estipular os preços de venda nos contratos de fornecimento de lubrificantes.

ABSTRACT

The growing demand for base oils, used as raw materials in the manufacturing process of lubricants, and rising oil prices have caused significant increases in the prices of these oil derivatives. The uncertainty about the variation in prices of base oils is of considerable relevance to the business of lubricants. In fact, the medium and long term supply contracts of lubricants, by which the retail price is fixed for several products, lead to a strong exposure to the risk of increasing prices of raw materials.

This work is about the price risk management of base oils using future and forward contracts. After an overview of the literature on the relevance of risk management, the standard valuation model of these contracts is presented (Cost of Carry Model). The hedging strategies are discussed and the main methodologies for estimating the optimal hedging ratio are presented.

This study aims at finding the best strategy for hedging the price risk of base oils, resulting from the supply contracts of lubricants. This issue is addressed in the context of a case study: the business of Lubricants, of Galp Energia. The hedging strategies analyzed involve futures and forward contracts. The risk management of base oils is hardened by the fact that there are no future contracts and no market makers for a forward market of base oils. The hedging alternatives suggested are cross hedging strategies, using crude oil futures or other oil derivatives future contracts, and forward contracts to negotiate directly with the main supplier of base oils.

The results show that, despite the cross hedging strategies with futures contracts on light sweet oil, gasoline and heating oil have a poor performance, the hedging strategy with forward contracts performs well and its implementation is recommended. The analysis also suggests an additional recommendation to Galp: the development of robust models to forecast base oils prices.

ÍNDICE

1. Introdução	1
2. O Mercado dos Óleos Base e dos Lubrificantes	4
2.1. Produção dos Óleos Base e dos Lubrificantes.....	4
2.2. Mercado dos Óleos Base – Mercado à Vista.....	9
2.3. Mercado de Lubrificantes: Contratos de Venda e Riscos Inerentes para o Produtor	12
3. Gestão de Riscos com Contratos de Futuros e Forwards.....	14
3.1. Relevância da Gestão de Riscos	15
3.2. Avaliação de Futuros e Forwards – Modelo <i>Cost-of-Carry</i>	18
3.3. Estratégias de Cobertura.....	23
3.4. Rácio de Cobertura Óptimo.....	28
3.5. Medidas de Eficácia da Cobertura de Riscos	38
4. Caso Prático: Risco do Preço dos Óleos Base na Galp Lubrificantes	40
4.1. O Negócio dos Lubrificantes da Galp Energia.....	41
4.2. Exposição ao Risco de Preço dos Óleos Base	47
4.3. Estratégias de Cobertura do Risco de Preço dos Óleos Base	50
4.3.1. Estratégias com Contratos de Futuros	51
4.3.2. Estratégias com Contratos Forward	59
5. Conclusão.....	76
Bibliografia	80
Anexos	85
Anexo A. Descrição das Especificações dos Contratos de Futuros	85
Anexo B. Correlações e Sumário das Estatísticas Descritivas dos Preços à Vista e Preços Futuros	87
Anexo C. Quantidades Efectivas Mensais Vendidas ao Cliente.....	88
Anexo D. Exemplo de Cálculo.....	89
Anexo E. Tabelas	90

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1 – Cotação de referência dos diferentes óleos base.....	47
Tabela 4.2 – Volumes máximos de fornecimento anual para os diferentes produtos do contrato e respectivas quantidades de óleos base (valores em toneladas)	49
Tabela 4.3 – Resultados dos testes de raízes unitárias, teste ADF com critérios de informação de Akaike (AIC) e de Schwarz (BIC) e teste PP	53
Tabela 4.4 – Modelos utilizados para a análise das séries.....	54
Tabela 4.5 – Resultados das estimativas do modelo 1 pelo método dos Mínimos Quadrados	54
Tabela 4.6 – Resultados das estimativas do Modelo 2 pelo método dos Mínimos Quadrados	55
Tabela 4.7 – Resultados das estimativas do Modelo 3 por GARCH(1,1).....	57
Tabela 4.8 – Quantidades de óleos base subjacentes a cada contrato mensal (em toneladas).....	61
Tabela 4.9 – Preço à vista dos óleos base, taxa Libor do dólar, taxa do custo de armazenamento, convenience yield e preços forward em USD/tonelada para os diferentes contratos.....	62
Tabela 4.10 –Taxa Libor do dólar, taxa Euribor, taxa de câmbio USD/EUR à vista na data da contratualização, taxas de câmbio USD/EUR forward e preços forward expressos em euros por tonelada métrica para os diferentes contratos	65
Tabela 4.11 – Resultados de uma estratégia de cobertura longa: no Físico, na Cobertura e Consolidados em termos unitários.....	68
Tabela 4.12 – Resultados consolidados relativos às quantidades cobertas, resultados no físico das quantidades não cobertas e resultados consolidados efectivos, expressos em euros.....	74
Tabela E.1 – Resultados no físico, na cobertura e consolidados expressos em dólares para as quantidades utilizadas na cobertura relativamente ao óleo base 150 SN....	90
Tabela E.2 – Resultados no físico, na cobertura e consolidados expressos em dólares para as quantidades utilizadas na cobertura relativamente ao óleo base 500 SN....	91
Tabela E.3 – Resultados cambiais unitários: à vista (físico), na cobertura e consolidados, expressos em USD/EUR	92

Tabela E.4 – Resultados efectivos no físico, na cobertura e consolidados expressos em euros relativamente ao óleo base 150 SN	93
Tabela E.5 – Resultados efectivos no físico, na cobertura e consolidados expressos em euros relativamente ao óleo base 500 SN	94
Tabela E.6 – Resultados da cobertura implementada, acumulados anualmente e em percentagem do valor da exposição anual	95
Tabela E.7 – Resultados no físico, acumulados anualmente e em percentagem do valor da exposição anual.....	95
Tabela E.8 – Resultados da posição consolidada, acumulados anualmente e em percentagem do valor da exposição anual	95
Tabela E.9 – Quantidades efectivas e os desvios relativos às quantidades utilizadas na cobertura	96
Tabela E.10 – Decomposição dos resultados consolidados, em euros.....	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Esquema simplificado das fracções do petróleo bruto	5
Figura 2.2 – Exemplo de um diagrama processual da conversão da fracção mais pesada em Óleos Base, Parafinas e Betumes.....	6
Figura 2.3 – Exemplo de um diagrama processual da produção, enchimento, armazenamento e expedição dos Lubrificantes.....	7
Figura 2.4 – Preços à vista (USD/Ton mt) do Brent (Europa) e dos óleos base 150 SN, 500 SN e B. S. AIV no segmento European Export, obtidos em U.S. Department of Energy, Energy Information Administration e ICIS-Lor.....	10
Figura 2.5 – Preços à vista (USD/Ton mt) do Brent (Europa) e dos óleos base 150 SN, 500 SN e B. S. AIV no segmento NWE, obtidos em U.S. Department of Energy, Energy Information Administration e ICIS-Lor.....	11
Figura 3.1 – Resultados de uma estratégia de cobertura longa no mercado de futuros ..	24
Figura 3.2 – Operação de cobertura de riscos.....	26
Figura 4.1 – Macroestrutura do Grupo Galp Energia.....	42
Figura 4.2 – Organigrama da Unidade de Negócio Distribuição Oil.....	43
Figura 4.3 – Organigrama da Área Especialidades	44
Figura 4.4 – Organigrama da Unidade de Lubrificantes	44
Figura 4.5 – Evolução dos preços à vista em USD dos óleos base 150 SN e 500 SN em 2005 e 2006	67
Figura 4.6 – Evolução das taxas de Câmbio à vista USD/EUR em 2005 e 2006.....	67
Figura 4.7 – Evolução dos resultados no físico, na cobertura e consolidados expressos em USD dos óleos base 150 SN e 500 SN relativamente a 2005 e 2006	69
Figura 4.8 – Evolução dos resultados no físico, na cobertura e consolidado para as taxas de câmbio USD/EUR relativamente a 2005 e 2006	70
Figura 4.9 – Evolução dos resultados no físico, na cobertura e consolidado para os preços em euros dos óleos base 150 SN e 500 SN relativamente a 2005 e 2006 ...	71
Figura 4.10 – Análise dos desvios entre as quantidades efectivas (Q_{ef}) e as quantidades utilizadas na cobertura para os óleos base 150 SN e 500 SN relativamente a 2005 e 2006	73

Figura 4.11 – Resultados do consolidado com a cobertura, resultados no físico para as quantidades não cobertas e os resultados do consolidado efectivo para os óleos base 150 SN e 500 SN relativamente a 2005 e 2006.....74

NOTAÇÃO

b_t	valor da base, no momento t dado por $S_t - F_t$
d	taxa de dividendos
e_b, j_t	termos de perturbação no momento t
F_t	preço do contrato de futuros/ <i>forwards</i> , no momento t
$F_t^{A/B}$	taxa de câmbio contrato de futuros/ <i>forwards</i> da moeda A expressa em unidades da moeda B, no momento t
h^*	rácio óptimo de cobertura de risco
HE	eficácia da cobertura de risco
k	número de contratos futuros diferentes
K	preço do futuro na data de abertura de posições
N^*	número de contratos a cobrir
N_A	dimensão da exposição
n, m, q, p	número de desfasamentos
Q_{cob}	quantidades utilizadas na cobertura
Q_{ef}	quantidades que efectivamente foram utilizadas na produção dos lubrificantes
Q_F	dimensão de um contrato de futuros
r	taxa de retorno isenta de risco
r_f	taxa de retorno isenta de risco da moeda estrangeira
r_P	retorno esperado da carteira coberta
r_s	retorno esperado da posição à vista
S_t	preço à vista do activo de exposição inicial, no momento t
S_t^*	preço à vista do activo subjacente ao contrato futuro, no momento t
$S_t^{A/B}$	taxa de câmbio à vista da moeda A expressa em unidades da moeda B, no momento t
t	data da realização do contrato
T	data de vencimento do contrato
u	custos de armazenagem
U	valor actual no momento t de todos os custos de armazenagem a serem pagos até à data de vencimento T
y	<i>convenience yield</i>

θ	retorno em excesso por unidade de risco da carteira óptima
ΔF_t	variação do preço futuro do activo subjacente, no momento t
ΔS_t	variação do preço à vista do activo de exposição inicial, no momento t
ε_t	termo de perturbação no período t
σ_F^2	variância dos preços futuros
σ_h^2	variância da carteira com cobertura de risco
$\sigma_{S,F}$	covariância dos preços à vista e dos preços futuros
σ_S^2	variância dos preços à vista
$\alpha, \beta, \pi, \gamma, \delta$	coeficientes de regressão

LISTA DE ABREVIATURAS

ADF	Teste <i>Augmented Dickey Fuller</i>
AIC	Critério de informação Akaike
API	Grau API de <i>American Petroleum Institute</i>
ARL	Aprovisionamento, Refinação e Logística
ARCH	<i>AutoRegressive Conditional Heteroscedasticity</i>
BIC	Critério de informação de Schwarz
CAC	Índice accionista do mercado de valores de França
DAX	Índice accionista do mercado de valores da Alemanha
DW	Durbin Watson (estatística/teste)
E&P	Exploração e Produção
ECM	<i>Error Correction Model</i>
EIA	<i>Energy Information Administration</i>
FOB	<i>Free on board</i>
FTSE	Índice accionista do mercado de valores do Reino Unido
GARCH	<i>Generalized AutoRegressive Conditional Heteroscedasticity</i>
GPL	Gás de Petróleo Liquefeito
I&D	Investigação e Desenvolvimento
ICE	<i>Intercontinental Exchange</i>
ICIS-Lor	<i>Independent Commodity Information Service – London Oil Report</i>
IPE	<i>International Petroleum Exchange</i>
NIKKEI	Índice accionista do mercado de valores do Japão
NWE	Noroeste da Europa
NYMEX	<i>New York Mercantile Exchange</i>
NYSE	<i>New York Stock Exchange</i>
OTC	<i>Over-the-Counter</i>
PP	Phillips-Perron (estatística/teste)
S&P	Índice accionista do mercado de valores dos EUA
SIMEX	<i>Singapore International Monetary Exchange</i>
SN	<i>Solvent Neutral</i>
SPI	<i>Sharpe Performance Index</i>
WTI	<i>West Texas Intermediate</i>

1. INTRODUÇÃO

A crescente procura dos óleos base, principais matérias-primas dos lubrificantes, e o aumento do preço do petróleo têm provocado subidas significativas nos preços destes derivados do petróleo. A indústria dos lubrificantes, fortemente dependente desta matéria-prima, tem visto as suas margens de lucro serem sucessivamente comprimidas por este facto. Os últimos anos têm sido caracterizados pela ausência de políticas de gestão do risco de subida dos preços das matérias-primas.

Esta dissertação aborda a gestão do risco de preço dos óleos base, utilizando contratos de futuros e contratos *forward*. Este estudo tem como objectivo identificar a melhor estratégia de cobertura do risco de preço destas matérias-primas.

Os óleos base são utilizados essencialmente para a produção de óleos e massas lubrificantes. Os lubrificantes são constituídos por uma elevada percentagem de óleos base e por aditivos que lhes conferem propriedades específicas e são utilizados em diversos ramos de actividade, tais como, a indústria, a marinha e o ramo automóvel.

A forte exposição ao risco de subida do preço dos óleos base do negócio dos lubrificantes decorre, essencialmente, do estabelecimento de contratos de médio e longo prazo com os seus principais clientes. Estes contratos são prática comum num sector que é muito concorrencial. Por esta via o produtor de lubrificantes consegue garantir a procura dos seus produtos em quantidades significativas e por períodos de média e longa duração. Estes contratos têm características muito variáveis. No entanto, são estipulados volumes anuais máximos de fornecimento de diversos tipos de lubrificantes bem como o respectivo preço de venda, que é fixo durante o período contratual e revisível anualmente ou sob certas condições.

Nestas condições, períodos de fortes alterações dos preços dos óleos base podem dar origem a perdas significativas no mercado dos lubrificantes, dado que o aumento dos preços das matérias-primas não pode ser reflectido no preço de venda dos lubrificantes, que é fixado contratualmente.

A definição de estratégias de cobertura do risco de preço dos óleos base é dificultada pela inexistência de contratos de derivados sobre óleos base transaccionados quer em mercados bolsistas quer em mercados de balcão. As medidas de gestão deste risco analisadas englobam estratégia de cobertura cruzada, usando contratos de futuros sobre o petróleo ou seus derivados, e a negociação directa de contratos *forward* com o principal fornecedor de matérias-primas.

Esta questão é abordada no âmbito de um caso: a Unidade de Lubrificantes, pertencente à Unidade de Negócio Distribuição *Oil* da Galp Energia. A unidade de negócios em causa vende os seus produtos no mercado à vista e, essencialmente, na sequência de contratos de médio e longo prazo e compra internamente os óleos base a preços de mercado baseados nos respectivos índices ICIS-Lor acrescidos de um determinado prémio consoante o tipo de óleo base. Este facto determina uma forte exposição ao risco de subida dos preços dos óleos base. Por forma a minimizar este risco, diferentes estratégias de cobertura baseadas em contratos de futuros e de *forwards* são analisadas tendo em vista a identificação da estratégia de cobertura mais eficaz. De referir que, dado a não existência de contratos de futuros sobre óleos base, os activos subjacentes utilizados na estratégia de cobertura cruzada com contratos futuros são o petróleo *light sweet* e dois dos seus derivados, a gasolina e o *heating oil*, transaccionados na bolsa de futuros NYMEX.

Os resultados obtidos permitem concluir que, apesar de as estratégias de coberturas cruzadas com os contratos futuros do petróleo *light sweet*, da gasolina e do *heating oil* não se terem revelado eficazes na cobertura do risco da variação dos preços dos óleos base, a estratégia de cobertura com contratos *forward* revela um desempenho positivo e de implementação recomendável. A análise do problema sugere uma recomendação adicional à empresa: o desenvolvimento de modelos de previsão dos preços dos óleos base mais robustos para, com base neles, melhor estipular os preços de venda nos contratos de fornecimento de lubrificantes.

O presente estudo está organizado da seguinte forma: o capítulo 2 faz o enquadramento dos mercados dos óleos base e dos lubrificantes. Nele referem-se os processos produtivos destes produtos e as principais características dos respectivos mercados. Na análise do mercado à vista para diferentes tipos de óleos base, ou seja, os óleos base 150

SN, 500 SN e *Bright Stock AIV*, os preços são reflectidos nos índices ICIS-Lor¹. Seguidamente, caracteriza-se o mercado dos lubrificantes em Portugal, terminado pela análise das características dos contratos de médio e longo prazo do fornecimento destes e dos riscos inerentes para o produtor. O capítulo 3 analisa a relevância da gestão de riscos com instrumentos de derivados, apresenta o principal modelo de avaliação de futuros e *forwards* e explora as estratégias de cobertura simples e cruzadas com estes instrumentos. O capítulo discute, ainda, os principais modelos de estimação de rácios óptimos de cobertura bem como algumas medidas da eficácia das estratégias de cobertura. O capítulo 4 apresenta e resolve o caso “Unidade de Lubrificantes da Galp Energia”.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões da análise deste estudo, as limitações da análise realizada e sugestões para investigação futura.

^{1 1} ICIS-Lor: *Independent Commodity Information Service – London Oil Report*

2. O MERCADO DOS ÓLEOS BASE E DOS LUBRIFICANTES

Os óleos base, produtos derivados do petróleo, são utilizados essencialmente para produzir óleos e massas lubrificantes. Estes são empregues para reduzir o atrito e o desgaste das peças móveis, aumentando o seu tempo de vida útil, através da lubrificação. Servem como elementos condutores de calor, na medida em que previnem subidas de temperaturas; evitam a formação de depósitos nas partes mais quentes do motor e minoram o desgaste e a corrosão das máquinas.

Os mais conhecidos são os lubrificantes utilizados no ramo automóvel, no entanto, também têm outras aplicações nos ramos da indústria e da marinha. Muitos destes lubrificantes são altamente especializados. A composição de um lubrificante mineral é fundamentalmente constituída por óleos base e aditivos. Um óleo lubrificante é composto, a nível global, por 70 a 100% de óleos base. O restante é composto por aditivos.

Este capítulo resume as principais características dos dois mercados: lubrificantes e óleos base. O capítulo começa por descrever sucintamente os processos de produção dos óleos base e das massas e óleos lubrificantes. De seguida, caracteriza o mercado dos óleos base, o principal índice dos preços no segmento à vista dos óleos base – o ICIS-Lor, e analisa a evolução recente destes preços. Por fim, o capítulo faz uma breve caracterização do mercado de Lubrificantes, analisa as características dos contratos de médio e longo prazo do fornecimento de lubrificantes, bem como os riscos para o produtor daí decorrentes.

2.1. PRODUÇÃO DOS ÓLEOS BASE E DOS LUBRIFICANTES

Através dos processos de refinação do petróleo bruto disponível nos mercados produzem-se diversos produtos de elevada utilidade, os chamados derivados do petróleo.

Os principais produtos provenientes da refinação, de acordo com os pontos de ebulição, são o gás, o éter, a nafta, a gasolina, o querosene, o gasóleo, o fuel óleo e o resíduo (Figura 2.1).

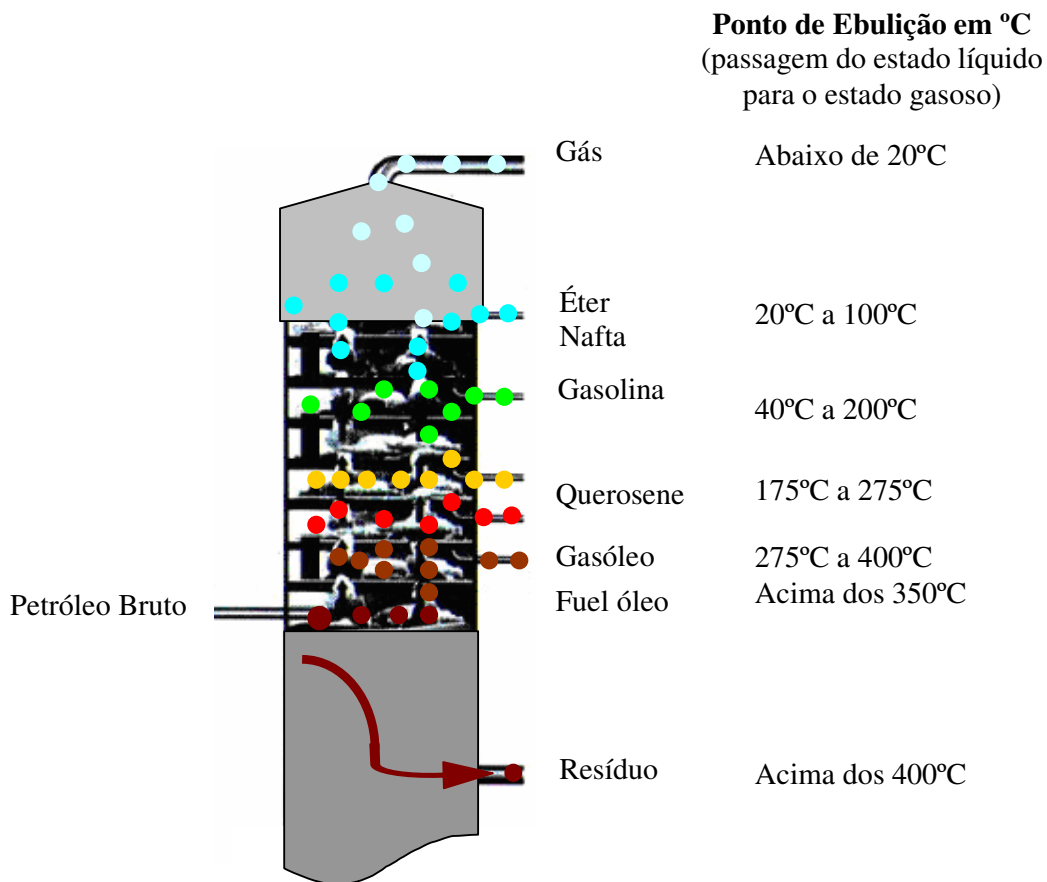


Figura 2.1 – Esquema simplificado das fracções do petróleo bruto

Tal como representado na figura 2.2., os óleos base, obtidos a partir do resíduo do petróleo bruto proveniente da destilação atmosférica, resultam do processamento e tratamento das fracções pesadas através de uma coluna de destilação sob vácuo. Durante o processo da refinação do resíduo em óleos base, são utilizados alguns tratamentos com solventes apropriados, de forma a removerem compostos indesejáveis na constituição dos produtos lubrificantes.

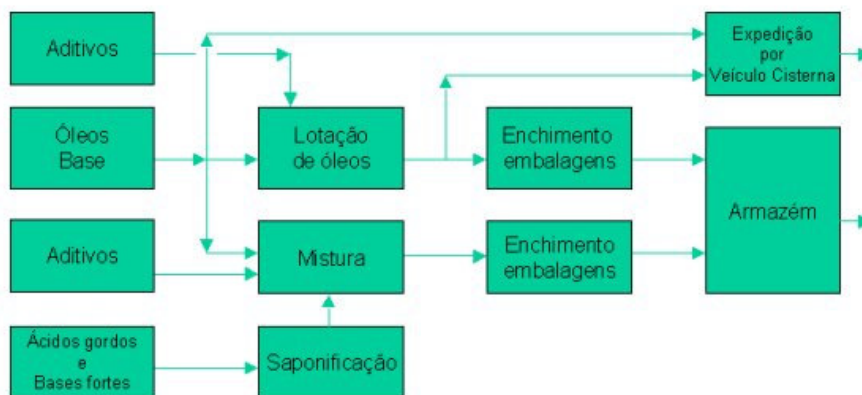
Os diferentes óleos base, obtidos na refinação do resíduo do petróleo bruto, apresentam algumas diferenças entre si.

- óleos base de composição mista. Estes óleos são misturas de óleos base de composição parafínica e de composição nafténica, e têm em vista a obtenção de características adequadas aos diferentes tipos de utilização a que se destinam.

A produção dos óleos lubrificantes resulta de uma mistura (*blending*) de óleos base e de aditivos, que permite conferir ao produto determinadas características específicas e melhorar o seu desempenho (como por exemplo, melhorar o índice de viscosidade, inibidor de oxidação, dispersante, anti-corrosivo, anti-desgaste, entre outras características).

As massas resultam de um espessamento dos óleos lubrificantes com sabão, partículas sólidas, sílica gel ou outros agentes de espessamento.

Na figura seguinte descreve-se o processo de produção, enchimento, armazenamento e expedição dos lubrificantes.



Fonte: <http://www.galpennergia.com/Galp+Energia/Portugues/a+Galp+Energia/a+refinacao/refinaria+porto/diversos/Fabrica+de+Lubrificantes.htm>

Figura 2.3 – Exemplo de um diagrama processual da produção, enchimento, armazenamento e expedição dos Lubrificantes

A complexidade dos lubrificantes reside no tipo de aditivação e no acerto das formulações. Os aditivos para lubrificantes, misturas de compostos químicos e de óleos base, são misturados com óleos base com o propósito de melhorar as suas características e o seu poder lubrificante.

As diferentes combinações de aditivos e de óleos base conferem propriedades e comportamentos diferenciados ao lubrificante e estes deverão ser em função da aplicação que se pretende dar ao lubrificante.

Nos casos em que existem situações de lubrificação que não podem ser asseguradas convenientemente pelos óleos lubrificantes, devido ao seu estado líquido e à sua durabilidade, recorre-se às massas lubrificantes que se apresentam como um produto semi-sólido. Estas são desenvolvidas para proteger, lubrificar e ajudar a manter a eficiência e a produtividade, proporcionando uma maior resistência às cargas, um maior amortecimento das vibrações, uma volatilidade mais baixa, uma menor tendência para ocorrerem fugas e uma melhor capacidade vedante.

As massas lubrificantes são compostas por 75 a 96% de óleos base, 4 a 20% de espessante e 0 a 5% de aditivos. A incorporação do espessante proporciona-lhe consistência e funciona como uma rede tridimensional relativamente estável e de sustentação dos outros componentes.

Numa massa lubrificante pretende-se fundamentalmente assegurar a introdução e fixação desta no órgão a lubrificar, de forma a que se mantenha uma consistência de equilíbrio, isto é, que não escorra nem endureça, de forma a não prender o movimento. Para isso é necessário efectuar alguns ensaios de controlo ao ponto de gota, isto é, a temperatura a que se inicia a liquefacção, a viscosidade dos óleos base utilizados na sua composição, resistência às cargas, entre outros.

O tipo de óleos base, os aditivos e os seus teores em metais, têm enorme impacto variável no custo de um lubrificante e, por vezes, condicionam a sua margem e a sua competitividade. Sendo assim, torna-se necessário optimizar o equilíbrio entre as vertentes técnica e económica.

De referir que a composição, fabrico e comercialização de aditivos para lubrificantes também constitui um negócio autónomo internacionalizado e concentrado num pequeno número de empresas internacionais (a maioria com sede nos Estados Unidos), que realizam enormes investimentos em investigação e desenvolvimento (I&D).

O preço dos aditivos também contribui, por isso, significativamente para o custo do lubrificante.

2.2. MERCADO DOS ÓLEOS BASE – MERCADO À VISTA

O ICIS-Lor¹ (*Independent Commodity Information Service – London Oil Report*), empresa de serviços na área da informação sobre o mercado global de matérias-primas químicas, petroquímicas e semicondutores, proporciona a estes mercados informação diária, semanal e mensal sobre mais de 120 produtos. A informação sobre os preços é proporcionada por equipas de Londres, Houston, Singapura e Shanghai e lançam a informação mais actual, completa e precisa sobre os três principais mercados destes produtos: Europa, Ásia-Pacífico e EUA.

Os preços de referência dos Óleos Base na Europa e Ásia-Pacífico vêm expressos em dólares/tonelada métrica e nos EUA em dólares/galão e são lançados, semanalmente, às terças-feiras.

Os preços à vista dos óleos base 150 SN, 500 SN e Bright Stock AIV, baseados nas cotações do Noroeste da Europa (NWE) e nas cotações *European Export*, calculados segundo o critério *free-on-board* (FOB), são os principais indicadores (*benchmarks*) para o cálculo de preços praticados para os óleos base produzidos na Europa.

Para a Ásia-Pacífico, os preços à vista dos óleos base 150 SN, 500 SN e Bright Stock AIV são baseados nas cotações de Singapura, *Asia Export* e *East Asia*, e calculados segundo o critério FOB.

Nos EUA os índices ICIS-Lor divulgados servem de referência para as empresas dos Estados Unidos e para a maior empresa de refinação da Venezuela, a PDVSA.

Os preços são baseados na informação fornecida pelos participantes do mercado durante a semana e até terça-feira, em Londres, Singapura e Houston. Os preços são determinados pela confirmação dos acordos finalizados até à data.

¹ www.icis.com

No presente estudo, o interesse recai sobre os preços de referência dos óleos base no mercado Europeu, pelo que se lhes dedica maior relevância na análise.

As cotações do mercado à vista do Noroeste da Europa dizem respeito à produção realizada nas refinarias do Norte de França, Alemanha e Benelux. Para efeitos de cálculo do índice, são considerados os preços praticados em transacções de carga mínima de 500 toneladas métricas.

As cotações *European Export* dizem respeito a um leque mais alargado de especificações do produto e abrangem a maioria das refinarias do Mediterrâneo (Sul de França, Espanha e Itália) e algumas refinarias da Europa Oriental (Turquia, Grécia e Israel). Os preços considerados são os relativos a transacções de quantidades mínimas de 1000 toneladas métricas.

As Figuras 2.4 e 2.5 registam a evolução dos preços à vista dos principais óleos base nos dois segmentos do mercado europeu, o *European Export* e o NWE respectivamente, e do *Brent* (Europa), entre 6 de Janeiro de 1998 e 29 de Maio de 2007.

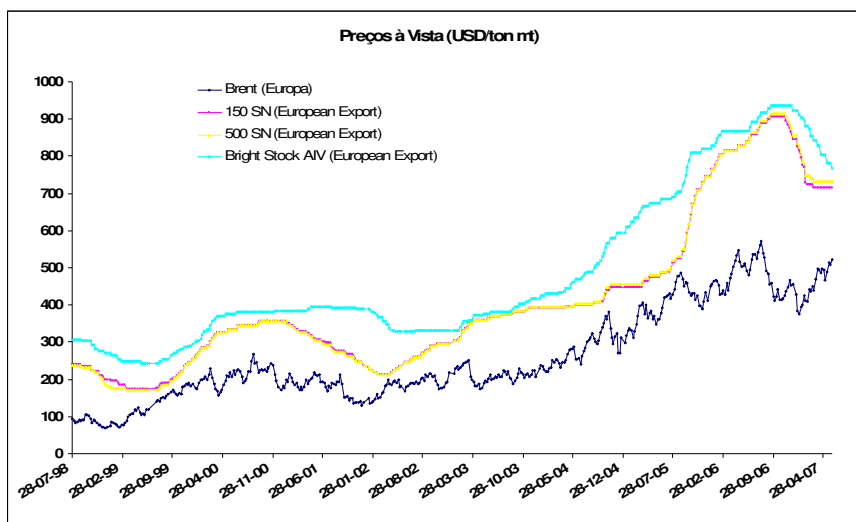


Figura 2.4 – Preços à vista (USD/Ton mt²) do *Brent* (Europa) e dos óleos base 150 SN, 500 SN e B. S. AIV no segmento *European Export*, obtidos em U.S. Department of Energy, Energy Information Administration e ICIS-Lor

² Ton mt – Tonelada métrica (7.33 barris)

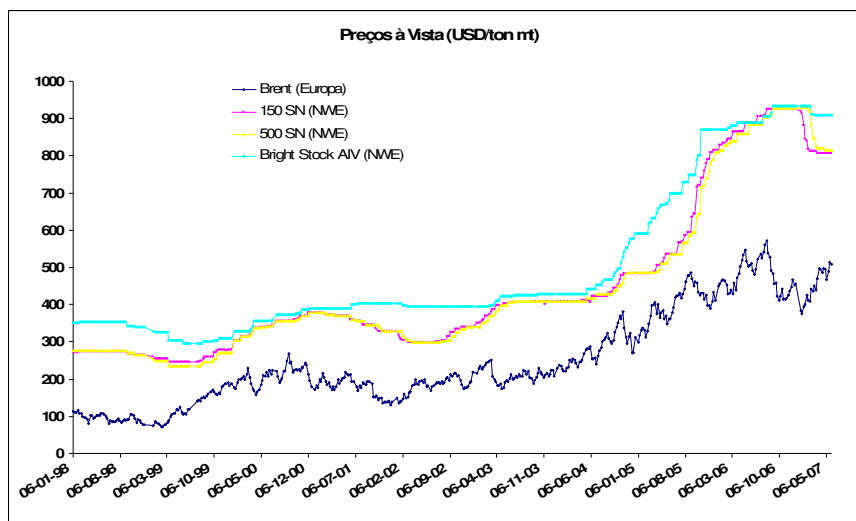


Figura 2.5 – Preços à vista (USD/Ton mt) do Brent (Europa) e dos óleos base 150 SN, 500 SN e B. S. AIV no segmento NWE, obtidos em U.S. Department of Energy, Energy Information Administration e ICIS-Lor

O aumento contínuo do preço do petróleo, matéria-prima dos óleos base, é um factor determinante para o aumento de custo dos óleos base e também dos aditivos dado que, para além de serem diluídos em óleos base, a sua síntese é realizada a partir de componentes provenientes da indústria petroquímica.

Como se pode observar nas Figuras 2.4 e 2.5, desde o início de 2005 a finais de 2006, o crude atingiu os valores mais elevados de sempre. Em 2007 a tendência de subida do preço do petróleo manteve-se. Sendo os óleos base derivados de petróleo, as subidas dos preços dos segundos foi sendo reflectida em subidas dos preços dos primeiros.

Adicionalmente, o excesso de procura face à oferta de óleos base tem influenciado de forma determinante o seu preço. De facto, os óleos base continuavam a registar subidas de preço, mesmo quando o crude dava sinais de abrandamento.

Do lado da oferta, o fecho das unidades de processo de óleos base do grupo I, isto é, que produzem compostos parafínicos com elevado teor de enxofre, por factores relacionados com a maior atractividade do negócio de óleos base de Grupo II ou Grupo III ou com a antiguidade das unidades industriais, só será compensado pela construção de novas unidades de refinação projectadas para entrar em funcionamento em 2010/2011.

Este facto foi agravado pela passagem do furacão Katrina pela Costa Sudeste dos EUA em Agosto de 2005, pois atingiu fábricas únicas no mundo e paralisou-as durante

meses, fazendo com que os preços dos aditivos e dos próprios óleos base aumentassem significativamente.

O principal crescimento da procura dos óleos base deve-se ao grande desenvolvimento económico que se está a constatar, essencialmente, na China e na Índia. Como exemplo, em 2001 apenas 7 em cada 1000 pessoas da China tinham carro. Estima-se que em 2030 metade da população da China tenha carro. Apesar da procura dos óleos quer na Europa Ocidental quer na América do Norte tender a diminuir, o crescimento anual será de 1.1% a nível mundial.

Apesar de a procura dos óleos base sintéticos estar a aumentar, uma vez que conferem melhores desempenhos em algumas propriedades, os óleos base minerais continuam a ser os mais procurados, dado terem um preço mais baixo.

O mercado ainda depende bastante do preço do petróleo, no entanto, a diferença de preços entre os óleos base minerais e os óleos base sintéticos está a diminuir.

2.3. MERCADO DE LUBRIFICANTES: CONTRATOS DE VENDA E RISCOS INERENTES PARA O PRODUTOR

A indústria dos lubrificantes tem sofrido nos últimos anos alterações significativas na sua estrutura de custos. Os preços das principais matérias-primas (aditivos e óleos base) têm registado aumentos sucessivos devido a questões de natureza técnica (I&D), ao encerramento de algumas unidades produtivas, ao aumento da procura de óleos base por países em rápido crescimento, mas essencialmente devido ao aumento significativo do preço do petróleo com repercussões sobre o preço dos óleos base.

Em Portugal há apenas um produtor de óleos base, a Galp Energia. No entanto, este mercado é também abastecido por outros produtores internacionais, principalmente espanhóis. Assim, é de referir que os óleos base utilizados nos lubrificantes comercializados em Portugal são de origem nacional ou importados. A capacidade de produção anual dos óleos base em Portugal é de aproximadamente 160 mil toneladas.

O sector dos Lubrificantes em Portugal é muito concorrencial, tendo apresentado alguma estabilidade de volumes nos últimos anos. São diversas as empresas que

produzem e/ou comercializam e distribuem lubrificantes. Destacam-se a Galp Energia, a BP Castrol, a Shell, a Exxon Mobil, a REPSOL, a CEPESA, a AGIP e a FUCHS.

Os principais clientes encontram-se em diversas áreas, tais como, Indústrias, Transportes, Marinha, Empreiteiros, Marcas e Oficinas, Hipermercados, Postos de Abastecimento, Grossistas e marcas para terceiros.

A elevada concorrência neste mercado tornou comum a celebração de contratos de fornecimento de médio e longo prazo com os principais clientes.

As características do contrato são variáveis em função das necessidades do cliente. Estas condições permitem com que este negócio apresente riscos em termos de incertezas relativamente à margem de vendas e quanto à data de recepção das encomendas. Para além destes riscos podem estar presentes os riscos cambial e operacional. Em períodos de subidas significativas dos preços dos óleos base, o risco da variação do preço destes é, talvez, o mais importante, podendo dar origem a perdas significativas.

O contexto internacional, caracterizado pelo significativo aumento dos preços do petróleo, reforçado pela escassez da oferta de óleos base, torna relevante a análise da exposição ao risco de variação dos preços dos óleos base e as possíveis estratégias de cobertura deste risco. A definição destas estratégias é dificultada pela inexistência de contratos de derivados sobre óleos base transaccionados quer em bolsa quer fora da bolsa.

No capítulo seguinte estudam-se vias alternativas para o fazer mediante a utilização de contratos de futuros e de contratos *forward*.

3. GESTÃO DE RISCOS COM CONTRATOS DE FUTUROS E *FORWARDS*

A introdução de instrumentos de derivados sobre os mais diversos activos subjacentes, financeiros e não financeiros, veio proporcionar a gestão de riscos inerentes a diferentes activos permitindo por vezes acrescentar valor às empresas.

Os derivados são instrumentos financeiros cujo valor depende do preço de outros activos que lhes servem de base (activo subjacente). Estes instrumentos podem ser utilizados não só para fins de cobertura de risco mas também de arbitragem e especulação. Alguns deles são negociados em mercados bolsistas (contratos de futuros e opções) e outros são negociados em mercado de balcão ou OTC¹ (*forwards*, opções e *swaps*).

Neste capítulo analisa-se a relevância da gestão de riscos com diferentes instrumentos de derivados transaccionados em bolsa e fora de bolsa. Os estudos apresentados pretendem analisar se a gestão dos riscos a que as empresas estão expostos, acrescenta ou não valor à empresa. As conclusões apresentadas divergem de estudo para estudo, segundo o tipo de instrumento de derivados analisado, o tipo de activo subjacente ou o mercado. Consequentemente, a avaliação das diferentes estratégias de cobertura implica a análise de diferentes factores.

De forma a avaliar a gestão de risco dos preços dos óleos base, são estudadas duas alternativas de estratégias de cobertura, ou seja, contratos de futuros e contratos *forward*. No sentido de apresentar as duas possíveis estratégias e de escolher a que melhor se adequa neste estudo, começa-se por abordar as características e as suas principais diferenças seguida da avaliação através do Modelo *Cost-of-Carry*, ou seja, a avaliação do custo de oportunidade. Este estudo focaliza-se na avaliação de modelos para estratégias de cobertura simples e cruzadas. São propostas metodologias para a escolha do rácio óptimo de cobertura e medidas de eficácia para a avaliação da estratégia de cobertura de futuros.

¹ *Over the Counter* (OTC)

3.1. RELEVÂNCIA DA GESTÃO DE RISCOS

A procura de protecção contra a variação de preços de activos financeiros e não financeiros está na origem da criação e da enorme expansão dos mercados de derivados. Por possibilitarem a transferência de risco entre os agentes económicos, os instrumentos têm sido utilizados na cobertura de risco (*hedging*) dos activos em causa.

Zimmermann *et al.* (1994) resumem as principais funções dos mercados de derivados como sendo a partilha de riscos entre os agentes e a completude dos mercados; a implementação de estratégias de investimento e cobertura de riscos e o fornecimento de informação aos mercados.

Pretende-se analisar a relevância destes instrumentos na cobertura de riscos a que as empresas estão expostas, ou seja, pretende-se saber se a gestão de risco com derivados pode acrescentar valor à empresa. As opiniões dos autores nesta área são muito díspares como a seguir se constata.

De acordo com o paradigma de Modigliani e Miller (1958), na ausência de imperfeições de mercado, isto é, na ausência de assimetria de informação, de impostos, de custos de agência e de custos de transacção, as decisões de gestão de riscos e as de financiamento não têm qualquer impacto sobre o valor da empresa.

Porém, na presença de tais imperfeições de mercado, vários estudos como Graham e Rogers (2002), Haushalter (2000), Géczy *et al* (1997), defendem que a gestão de riscos pode efectivamente criar valor.

De uma forma geral, as conclusões que decorrem dos estudos empíricos sobre a gestão de risco são muito variáveis. Foram realizados inúmeros estudos sobre o impacto da utilização de instrumentos de derivados e as conclusões divergem de estudo para estudo, segundo o tipo de instrumento analisado, o tipo de activo subjacente ou o mercado em que foi realizado o estudo.

Alguns estudos concluem que a gestão do risco pode afectar positivamente o valor da empresa. Estes estudos, dedicados à análise da maximização da riqueza do accionista, argumentam que as empresas fazem cobertura de riscos para reduzir vários custos associados às elevadas volatilidades dos *cash flows*.

Assim, Haushalter (2000) constata que a cobertura de risco possibilita às empresas reduzir a sua dependência face ao mercado de capitais para financiar projectos de investimento. O estudo empírico indica que a cobertura de risco pode aumentar o valor da empresa para o accionista e que isto acontece devido ao efeito que produz sobre os impostos, os custos de transacção ou as decisões de investimento, que, por sua vez, afectam os *cash flows* da empresa. Seguindo a mesma linha, Allayannis e Weston (2001) e Bodnar, Hayt e Marston (1998) apresentam evidência empírica que atesta a existência de uma relação positiva entre o valor da empresa e a utilização de derivados na gestão de risco cambial.

Smith e Stulz (1985) e Froot, Scharfstein e Stein (1993) argumentam que a cobertura de risco permite reduzir a volatilidade dos *cash flows* da empresa. Para os primeiros, a adopção de estratégias de cobertura ocorre com maior frequência em empresas com maiores probabilidades de falência. A cobertura de risco reduz a probabilidade de ocorrência de custos de falência, beneficiando, assim, accionistas e obrigacionistas. Os segundos observam que, se os fundos internos são mais baratos do que os fundos externos, a cobertura de risco permite que a empresa financie projectos mais valiosos e, assim, aumente o seu valor.

Géczy *et. al* (2002) estudaram como as distribuidoras de gás natural dos E.U.A. usaram uma variedade de técnicas de gestão de risco entre 1978 e 1995. Os principais riscos em que estas empresas incorrem são o risco de preço e a possibilidade de não haver gás suficiente para satisfazer a procura. Concluíram que a cobertura de risco é eficiente e que diminui significativamente a sensibilidade do preço das acções ao preço do gás. Constataram que as empresas que utilizaram derivados sobre o gás possuíam uma sensibilidade menor e mais estável do que as que não utilizaram. Os stocks foram utilizados para diminuir o risco do volume e os derivados serviram para diminuir o risco de preço.

Carter, Rogers e Simkins (2002) investigam a relação entre a cobertura do risco de preço do *jet fuel* nas companhias aéreas dos E.U.A. e o valor dessas empresas. Para a amostra seleccionada concluem que a adopção de estratégias de cobertura deu origem a um aumento entre 12% e 16% do valor da empresa. Este estudo conclui, ainda, que o

principal benefício da cobertura de risco do *jet fuel* pelas companhias aéreas resulta da redução dos custos de desinvestimentos.

No entanto, há um outro grupo de autores que defende que a cobertura de risco não afecta o valor da empresa. Outros, ainda, afirmam que afecta negativamente.

Tufano (1996) realiza um estudo detalhado sobre a gestão de riscos em empresas de mineração de ouro. O autor defende que a cobertura de risco está associada à aversão ao risco de accionistas e administradores. Neste estudo, Tufano constata a existência de uma relação fortemente negativa entre a extensão da utilização de coberturas de risco e a liquidez das empresas de mineração de ouro.

Jorion (1991) também examina a exposição de indústrias americanas ao risco das taxas de câmbio, concluindo que as políticas de cobertura de risco praticadas pelas empresas não afectam o seu valor.

Para estudar o grau de utilização que as empresas fazem de derivados financeiros para fins de cobertura de risco, Guay e Kothari (2003) analisam o nível de exposição dos *cash flows* das empresas a alterações das taxas de juros, das taxas de câmbio e dos preços de matérias-primas. Os resultados sugerem que a magnitude das posições em derivados assumidas pela maioria das empresas é economicamente reduzida relativamente à exposição ao risco.

Embora tenham surgido vários estudos, falta consistência nos resultados apresentados em relação ao efeito que a cobertura de risco e gestão de risco têm sobre o valor da empresa. De acordo com Jin e Jorion (2006), as melhores empresas para verificar estes efeitos são as de produção de petróleo e gás. A indústria do petróleo e do gás é mais homogénea e oferece ainda uma variação substancial em relação aos níveis de cobertura de risco. No seu estudo comparam empresas que fazem cobertura de risco com empresas que não fazem e verificam que geralmente não há diferença no valor da empresa daí resultante. Se assim for, a cobertura de risco pelas empresas não lhes traz grandes vantagens. Estes resultados são os que mais se aproximam dos argumentos de Modiglianni e Miller, isto é, que a gestão de risco é irrelevante. Ao contrário de pesquisas e estudos anteriores, concluíram que a cobertura de risco não tem efeitos significativos no valor das empresas de produção de petróleos e de gás. A diversidade

das conclusões poderá ser devida a vários factores, como por exemplo, a assimetria de informação e cobertura de riscos operacionais.

Pretende-se mostrar que a opinião dos autores relativamente à relevância da gestão de riscos e o seu impacto sobre o valor da empresa não é consensual, apontando a evidência empírica em direcções diferentes e, por vezes, opostos.

Parece contudo que o grande argumento em favor da gestão de riscos é o facto de, com a redução da exposição aos riscos financeiros da actividade, a empresa e a sua equipa de gestão poder concentrar os seus esforços no desenvolvimento do negócio propriamente dito, para o que terá, à partida, mais competências.

3.2. AVALIAÇÃO DE FUTUROS E *FORWARDS* – MODELO *COST-OF-CARRY*

Existem no mercado de futuros diferentes instrumentos financeiros que permitem a compra e venda de um activo no futuro. Em termos de negociação, os instrumentos financeiros mais simples são os contratos *forward*. No entanto, devido a algumas desvantagens, são introduzidos nos mercados organizados outros instrumentos financeiros. Neste estudo, os instrumentos financeiros utilizados na avaliação das estratégias de cobertura de risco de preço dos óleos base são os contratos futuros e os contratos *forward*.

A seguir apresentam-se de forma sucinta as características e principais diferenças dos contratos futuros e contratos *forward*. Subsequentemente, apresenta-se o principal modelo de avaliação deste tipo de instrumentos, o Modelo *Cost-of-Carry*, que relaciona o preço futuro de um activo com o preço à vista do mesmo.

Os contratos futuros e *forwards* são contratos que no essencial apresentam características semelhantes. As especificações do contrato, ou seja, o local de entrega numa data futura específica a um determinado preço, são estabelecidas à partida. Uma das partes assume a posição longa e concorda em comprar o activo ou a quantidade específica do produto numa data futura e a um dado preço acordados. A contraparte assume uma posição curta e compromete-se a vender o activo nas condições acordadas. A liquidação de ambos os contratos é efectuada no acto da entrega.

No entanto, estes contratos possuem características distintas. Os contratos *forward* não são padronizados, o comprador e o vendedor negociam entre si todas as cláusulas contratuais e são frequentemente transaccionados no mercado de balcão. De referir que uma das vantagens deste contrato é a sua flexibilidade, pois permite uma maior adaptação às necessidades do comprador. Contudo, há algumas desvantagens, entre as quais a reduzida transparência, baixa liquidez e o elevado risco de incumprimento. Por este motivo, os *forwards* são geralmente oferecidos por investidores com uma elevada credibilidade (bancos, grandes corporações, empresas de corretagem).

Um contrato de futuros é transaccionado em mercados organizados e são caracterizados pela sua transparência. Para além disso, as suas características contratuais são padronizadas e é negociado entre ambas as partes e a câmara de compensação. Os ganhos e perdas de um contrato futuro são pagos diariamente durante a duração do contrato. A marcação-ao-mercado permite actualizar o saldo da conta do comprador diariamente e impor mecanismos de ajuste das contas de margem no caso das perdas atingirem uma proporção significativa das margens. Desta forma, o risco de incumprimento é significativamente reduzido. A negociação é rápida e acarreta custos reduzidos. No entanto, também tem algumas desvantagens: nem todos os tipos de mercadorias dispõem de contratos de futuros. Na data do vencimento do contrato, o preço de futuro deverá coincidir com o preço do activo subjacente, pois, caso contrário, existem oportunidades de arbitragem.

Uma análise mais detalhada das características dos contratos de futuros e de *forwards* é desenvolvida e sistematizada por Hull (2005).

Para a explicação da dinâmica da formação dos preços futuros, são propostos modelos de preços para contratos futuros, para activos financeiros e não financeiros. A relação entre o preço do futuro e o preço à vista de um activo depende da sua natureza, ou seja, contratos sobre activos financeiros e contratos sobre activos mercadorias.

Com o pressuposto da não existência de oportunidades de arbitragem, foi definida a equação que relaciona o preço futuro (F_t) com o preço à vista no momento da realização do contrato (S_t), ou seja, o preço teórico no momento t com maturidade na data específica de vencimento deve ser igual ao custo de oportunidade de o vendedor manter o activo até essa data. Este custo de oportunidade, analisado detalhadamente em Hull

(2005), é definido pelo Modelo *Cost-of-Carry* e está associado ao valor de um bem ou serviço utilizado. De acordo com Cornell e French (1983), o valor futuros de activos financeiros que não proporcionam quaisquer retornos durante a vida do contrato, é dado pela seguinte relação:

$$F_t = S_t e^{r(T-t)} \quad (3.1)$$

em que,

r – taxa de retorno isenta de risco (contínua) para o período $(T-t)$

t – data da realização do contrato

T – data de vencimento do contrato.

Esta igualdade entre o preço futuro e o preço à vista com capitalização contínua à taxa de retorno isenta de risco confere a não existência de arbitragem, ou seja, do ganho sem risco acima da taxa isenta de risco. Contudo, na presença de imperfeições de mercado, podem existir discrepâncias entre o preço observado e o preço calculado com base no Modelo *Cost-of-Carry*. Neste caso, diz-se que existem oportunidades de arbitragem. Define-se uma oportunidade de arbitragem como uma operação na qual se realiza um ganho sem correr risco. Se o preço futuro for inferior ao preço à vista com capitalização contínua à taxa isenta de risco, a estratégia de arbitragem passa por comprar o contrato e vender no mercado à vista. Se o preço futuro for superior, a estratégia de arbitragem passa por vender o contrato e comprar no mercado à vista. Este princípio de arbitragem é aplicável nos casos seguintes.

Os activos estão divididos em dois grupos: os activos de investimento e os activos de consumo (mercadorias). Como exemplo, no primeiro grupo encontram-se as acções, os índices, as obrigações, as taxas de juro, entre outros, e no segundo grupo encontram-se o petróleo e os seus derivados, energia, mercadorias relacionadas com a agricultura, etc. Os metais tais como o ouro e a prata são activos de investimento e de consumo.

Assumindo mercados perfeitos e taxas de juros e dividendos (*dividend yield*) constantes e por outro lado activos financeiros com retornos, como por exemplo, dividendos (taxa d), o detentor desse activo tem um custo de oportunidade reduzido a $r-d$. Assim, o preço teórico de um contrato *forward* sobre um activo financeiro com retornos é o custo de

oportunidade de transportar uma carteira composta por uma posição longa à vista no activo subjacente durante o período do contrato, e é dado por:

$$F_t = S_t e^{(r-d)(T-t)} \quad (3.2)$$

De referir que se retira o dividendo da acção à taxa isenta de risco porque esse é recebido pelo detentor da acção e não pelo detentor com posição longa do contrato futuro da acção.

Com o objectivo de cobrir o risco cambial inerente a operações comerciais e financeiras, efectuadas em moedas diferentes, os contratos *forward* cambiais permitem um acordo de troca entre as duas divisas numa data futura. No caso de isenção de oportunidades de arbitragem, a relação entre a taxa de câmbio *forward* ($F_t^{A/B}$) e a taxa de câmbio à vista entre as duas moedas ($S_t^{A/B}$) é dada por:

$$F_t^{A/B} = S_t^{A/B} e^{(r-r_f)(T-t)} \quad (3.3)$$

em que

r – taxa de retorno isenta de risco da moeda A (moeda corrente)

r_f – taxa de retorno isenta de risco da moeda B (moeda estrangeira)

Esta equação é idêntica à equação anterior, em que taxa de dividendos é substituída pela taxa isenta de risco r_f , ou seja, o rendimento da moeda estrangeira. De facto, a moeda estrangeira pode ser considerada como um activo de investimento cujo rendimento é conhecido (ver Hull (2005)).

Working (1949) desenvolve a teoria de preço de armazenagem. A teoria defende que, na presença de fornecimentos adequados, o preço do contrato futuro realizado em t com data de vencimento em T , tende a ser o preço à vista no momento da realização do contrato e o custo líquido de armazenar a mercadoria entre t e T . Esta teoria é ainda suportada nos dias de hoje (Carter e Giha (2007)) e foi considerada não controversa por Fama e French (1987).

No caso de o activo subjacente ser simultaneamente uma mercadoria de investimento e de consumo, é adicionado ao custo de oportunidade os custos de armazenagem (u) expressos em percentagem do preço à vista. Assim, a relação é dada por:

$$F_t = S_t e^{(r+u)(T-t)} \quad (3.4)$$

Quando o valor absoluto dos custos de armazenagem ao longo da duração do contrato a termo é conhecido, a equação anterior é equivalente a:

$$F_t = (S_t + U) e^{r(T-t)} \quad (3.5)$$

em que

U – é o valor actualizado para o momento t de todos os custos de armazenagem a serem pagos até à data de vencimento T .

Entretanto, para várias mercadorias de consumo, o *Cost-of-Carry* é inferior a $(r+u)$. De facto, é dado pelo acréscimo de mais um parâmetro y , o *convenience yield*, isto é $(r+u-y)$. Na sequência da teoria de preço de armazenagem, foi definido o retorno de conveniência. Esta taxa é determinada pelas condições de mercado e funciona como uma taxa de retorno económico, função da disponibilidade do activo no mercado. Assim, na ausência de oportunidades de arbitragem, o preço futuro da mercadoria é dado por:

$$F_t = S_t e^{(r+u-y)(T-t)} \quad (3.6)$$

Por analogia, o retorno de conveniência é equivalente à taxa de dividendos caso o activo seja uma acção.

A disponibilidade das mercadorias afecta o custo do activo subjacente. Quando o preço futuro é superior ao valor esperado do preço à vista, gera-se um incentivo à acumulação de stocks em armazenagem. No caso contrário, ou seja, quando o preço do futuro é inferior ao valor esperado do preço à vista, os incentivos para acumular as mercadorias em armazenagem são poucos. Isto permite que haja uma vontade acrescida à redução de stocks para fins de arbitragem. No caso de predominar este comportamento dos preços durante um período de tempo, a tendência dos possuidores do activo em causa passa por diminuírem as mercadorias disponíveis, de forma a obter ganhos com operações de arbitragem. Verifica-se que o *convenience yield* varia inversamente com o nível de mercadorias disponível.

Todavia, o *convenience yield* não é directamente observável. Para a estimação do *convenience yield*, diferentes modelos foram desenvolvidos. Todos estes modelos são

função quer dos preços à vista quer dos preços futuros da mercadoria em causa. Um dos modelos mais simples que representa a dinâmica do preço à vista de uma mercadoria é apresentado por Brennan e Schwartz (1985). O modelo de um factor estocástico proposto supõe que o preço à vista da mercadoria segue um comportamento não estacionário e que o *convenience yield* é constante. De referir que o facto de se considerar o retorno de conveniência como sendo constante é simplificador da realidade, uma vez que esta taxa depende da disponibilidade do activo ao longo do tempo. Schwartz (1997) também apresenta um modelo estacionário de um factor estocástico em que o preço à vista é uma variável aleatória e o *convenience yield* constante. Ambos referem que o *convenience yield* varia directamente com o preço à vista. Se a oferta é menor, ou seja, se a mercadoria disponível é inferior à procura, os preços à vista e o *convenience yield* tendem a aumentar. Um dos modelos mais conhecidos é o modelo de dois factores proposto por Gibson e Schwartz (1990): tanto o preço à vista como o *convenience yield* são aleatórios. O preço à vista segue um comportamento não estacionário e o *convenience yield* segue um processo de reversão à média. Schwartz e Smith (2000) demonstram que o seu modelo é equivalente ao proposto por Gibson e Schwartz (1990). Estes modelos são aplicáveis a mercadorias negociadas nos mercados futuros.

Os contratos *forwards* ou contratos de futuros são utilizados no mercado financeiro e não financeiro para estratégias de cobertura de diversos riscos. Estas estratégias são referidas no próximo ponto.

3.3. ESTRATÉGIAS DE COBERTURA

Uma estratégia de cobertura de risco no mercado de futuros consiste na assunção de uma determinada posição no mercado de derivados, contrária à posição a cobrir, com o objectivo de neutralizar tanto quanto possível o risco, e por forma a que as perdas (ganhos) na posição inicial sejam compensadas por ganhos (perdas) na cobertura.

A seguir analisa-se a forma como os contratos de futuros podem ser utilizados como suporte à implementação de estratégias de cobertura simples e de cobertura cruzada.

ESTRATÉGIAS DE COBERTURA SIMPLES

Numa estratégia de cobertura de riscos com futuros, pode assumir-se uma de duas posições neste contratos: posição longa ou posição curta.

Num contrato de futuros uma das partes assume a posição longa, isto é, assume o compromisso de comprar o activo subjacente a um dado preço numa data futura, e a contraparte assume a posição curta, ou seja, compromete-se a vender nas condições definidas no contrato.

Numa posição longa, na data de vencimento do contrato, os resultados do investidor no mercado de futuros é dado por

$$S_T - K \quad (3.7)$$

em que,

S_T – preço à vista do activo na data de vencimento do contrato

K – preço do futuro na data de abertura de posições

Uma posição curta no mercado à vista dá origem a ganhos em caso de descida do preço do activo ou a perdas no caso deste subir. Por sua vez, a assunção de uma posição contrária no mercado de futuros (posição longa) dá origem a ganhos em caso de subida do preço do activo ou a perdas no caso deste descer (ver Figura 3.1). Daí que a consolidação das duas posições permita neutralizar/reduzir o risco, na medida em que as perdas (ganhos) no mercado à vista são compensadas por ganhos (perdas) no mercado de futuros.

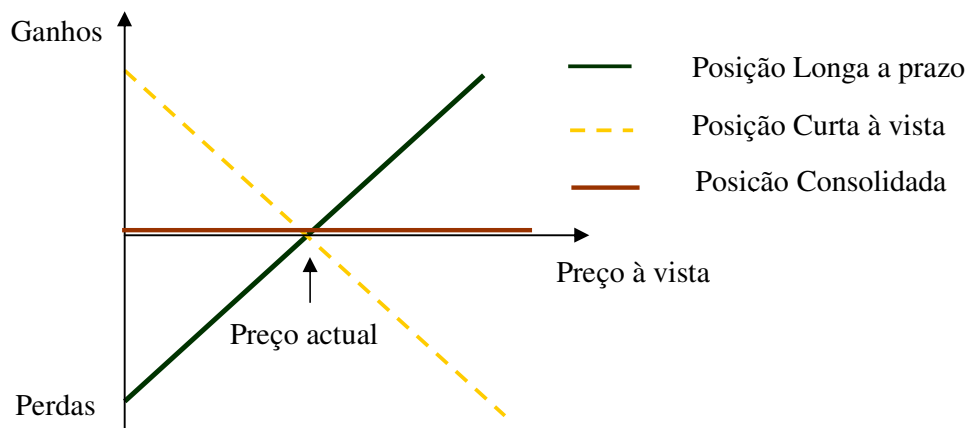


Figura 3.1 – Resultados de uma estratégia de cobertura longa no mercado de futuros

O contrário acontece relativamente a estratégias de cobertura curtas. O resultado de uma posição curta num contrato de futuros é dado por:

$$K - S_T \quad (3.8)$$

Os contratos de futuros são utilizados neste contexto para eliminar/reduzir o risco de variação do preço decorrente de posições no mercado à vista. As estratégias de cobertura com contratos futuros têm, no entanto, um risco a elas associado: o risco de variação da base ($S-F$) que corresponde ao possibilidade de o diferencial entre o preço do activo no mercado à vista (S) e no mercado futuro (F) se poder alterar durante o período de cobertura. Assim, há lugar à substituição do risco da variação de preço pelo risco da variação de base, isto é, a incerteza que se tem relativamente ao valor que a base vai assumir no final do período da cobertura de risco. Na prática, os resultados na cobertura podem não compensar perfeitamente a totalidade dos resultados à vista.

Quando o activo de exposição é o activo subjacente do contrato de futuros, se o vencimento do contrato e o vencimento da exposição forem coincidentes, a base tende para zero. Antes desta data, a base pode ter valores positivos ou negativos e podem alargar-se ou estreitar-se durante o período da cobertura.

Uma cobertura de risco perfeita é uma cobertura de risco que elimina completamente o risco, isto é, aquele que elimina a possibilidade de ganhos ou perdas futuras. Para que tal acontecesse seria necessário que o valor da base observada se mantivesse inalterada até à data de expiração do contrato. No entanto, na prática, raramente consegue eliminar-se totalmente o risco devido à ocorrência de um ou mais dos seguintes factores: o activo da exposição inicial ser diferente do activo subjacente ao contrato de futuros, a dimensão da exposição (ponderada pelo rácio de cobertura) não ser um múltiplo da dimensão do contrato de futuros, o vencimento da exposição não coincidir com o vencimento do contrato de futuros, o contrato não ser muito líquido, entre outros.

Devido ao risco de base, a cobertura com contratos futuros não elimina totalmente o risco relativo dos preços. De forma a perceber este conceito, Hull (2005) desenvolveu e estabeleceu relações que o definem. Com a suposição de que a cobertura de risco começa em t_1 e termina em t_2 e por definição de base, tem-se:

$$b_1 = S_1 - F_1 \quad (3.9)$$

$$b_2 = S_2 - F_2 \quad (3.10)$$

em que:

b_i – valor da base em t_i

S_i – preço à vista do activo da exposição inicial em t_i

F_i – preços futuros em t_i

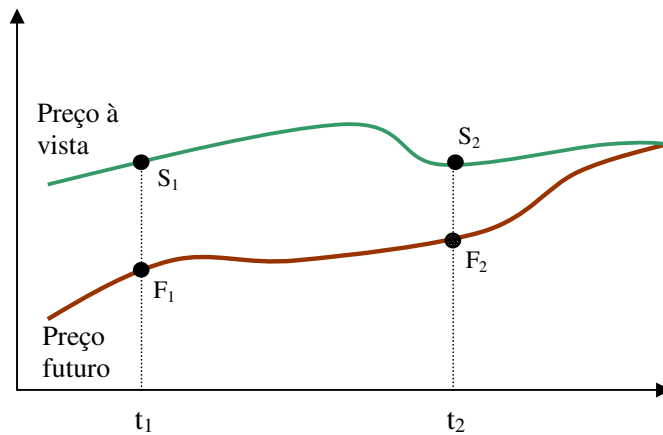


Figura 3.2 – Operação de cobertura de riscos

A quantia que em termos líquidos (após a consolidação com os resultados da cobertura) vai a ser recebida (no caso de uma estratégia de cobertura curta) ou paga (no caso de uma estratégia de cobertura longa) no momento t_2 , é dada por:

$$S_2 + F_1 - F_2 = F_1 + b_2 \quad (3.11)$$

Assim se conclui que, numa situação de mercado invertido ($S > F$), quando o investidor assume uma estratégia de cobertura longa, obtém perdas com o estreitamento da base e, quando este assume uma estratégia de cobertura curta, obtém perdas com o alargamento da base.

Numa situação de mercado normal ($F > S$), quando um investidor assume uma estratégia de cobertura longa, obtém ganhos com o estreitamento da base e perdas com o alargamento da base. Verifica-se o contrário quando a posição assumida é curta.

Tal como já referido, há casos em que não existem contratos futuros disponíveis sobre o activo de exposição inicial. Assim, é necessário encontrar contratos de futuros fortemente correlacionados com o activo de exposição inicial para fazer cobertura de risco – cobertura de risco cruzada.

ESTRATÉGIAS DE COBERTURA CRUZADA

No caso de a cobertura de risco ser cruzada, o risco de variação da base é ainda maior, porque agora tem duas fontes de incerteza: o risco de base que existiria se o activo de exposição fosse o activo subjacente aos contratos futuros ($S_2^* - F_2$) e o risco que decorre do facto de os activos serem diferentes ($S_2 - S_2^*$), em que S_2^* é o preço à vista do activo subjacente ao contrato futuro. Neste caso, ao realizar uma operação de cobertura cruzada, *cross hedge*, a equação anterior passa a ser a seguinte:

$$F_1 + (S_2^* - F_2) + (S_2 - S_2^*) \quad (3.12)$$

A principal fonte de risco das operações de cobertura é o risco da variação da base. Daí que a selecção do contrato de futuros que melhor preenche os objectivos da cobertura de riscos seja uma questão fulcral na definição de estratégia de cobertura. Será necessário encontrar um contrato de futuros sobre um activo subjacente, diferente do activo de exposição inicial, cujo preço esteja fortemente correlacionado com o preço do activo da exposição. O risco de variação da base será assim minimizado.

A definição de uma estratégia de gestão do risco de preço de activos sobre os quais não existem contratos futuros disponíveis levanta dois problemas:

- a identificação do contrato de futuros que apresenta maior correlação com os preços do activo da exposição inicial;
- a identificação do rácio de cobertura óptimo, questão relevante nas estratégias de cobertura simples e nas cruzadas.

Estas questões são abordadas no ponto seguinte.

3.4. RÁCIO DE COBERTURA ÓPTIMO

A escolha do contrato de futuros a utilizar na estratégia de cobertura deve recair sobre o contrato cujo preço esteja mais fortemente correlacionado com o preço à vista do activo da exposição inicial. No que respeita à dimensão da posição no mercado de futuros a assumir para este efeito, ela deverá ser função do rácio de cobertura (rácio entre a dimensão da posição assumida no mercado de futuros e a dimensão da exposição) que minimiza a variância da carteira coberta (posição consolidada).

A variância dessa carteira, em função do rácio de cobertura de risco, h , é dada por:

$$\sigma_h^2 = \sigma_S^2 - 2h\sigma_{SF} + h^2\sigma_{SF}^2 \quad (3.13)$$

em que

σ_h^2 – variância da carteira com cobertura de risco

σ_S^2 – variância dos preços à vista

σ_F^2 – variância dos preços futuros

$\sigma_{S,F}$ – covariância dos preços à vista e dos preços futuros

Através da derivação da equação anterior e igualando a zero, chega-se ao rácio óptimo de cobertura de risco, h^* ,

$$h^* = \frac{Cov(\Delta S_t, \Delta F_t)}{Var(\Delta F_t)} \quad (3.14)$$

em que

ΔS_t – variação absoluta do preço à vista do activo da exposição inicial no período t

ΔF_t – variação absoluta do preço futuro do activo subjacente no período t

Para minimizar o risco da carteira coberta, o número de contratos que deve ser transaccionado corresponde a:

$$N^* = h^* \frac{N_A}{Q_F} = \frac{\Delta S}{\Delta F} \frac{N_A}{Q_F} \quad (3.15)$$

em que,

N^* - número de contratos a cobrir

N_A – Dimensão da exposição

Q_F – Dimensão de um contrato de futuros

A literatura propõe três grandes grupos de modelos alternativos para a estimação de rácios de cobertura óptimos:

- *Portfolio Model of Hedging*
- *Multiple Cross Hedge*
- Outros Modelos de Cobertura Dinâmicos

Estes modelos têm sido objecto de sucessivos desenvolvimentos e aperfeiçoamentos ao longo das últimas décadas. O primeiro grupo, *Portfolio Model of Hedging*, pressupõe a utilização de um único contrato de derivados para a cobertura dos riscos. O segundo grupo, *Multiple Cross Hedge*, pressupõe a utilização de diversos contratos de derivados na estratégia de cobertura. Vários autores sugerem outros modelos, modelos dinâmicos, para corrigir a heteroscedasticidade e a autocorrelação frequentes em séries financeiras. Muito recentemente apareceu na literatura uma nova metodologia de estimação de rácios de cobertura, através da análise de *wavelets* para diferentes escalas de tempo, que está fora do âmbito deste trabalho.

PORTFOLIO MODEL OF HEDGING

Nestes modelos a cobertura dos riscos é obtida através da assumpção de posições em contratos de futuros sobre um único activo. Os rácios de *hedging* são obtidos a partir de regressões nas variações absolutas dos preços ou nas variações relativas (retornos).

i) Regressões nas variações absolutas dos preços

Johnson (1960), Stein (1961) e Ederington (1979) desenvolvem um modelo convencional, a partir do modelo de carteira de investimentos de Markowitz: o rácio de cobertura proposto minimiza a variância da rentabilidade da carteira protegida, que conjuga a posição inicial com a posição nos futuros. Este modelo assume que o rácio de cobertura de riscos que minimiza o risco é independente do tempo.

O rácio de cobertura de riscos parte da regressão da equação:

$$\Delta S_t = a + h^* \Delta F_t + \varepsilon_t \quad (3.16)$$

em que

ΔS_t – variação absoluta dos preços à vista do activo da exposição inicial no período t

h^* – rácio óptimo de cobertura

ΔF_t – variação absoluta dos preços futuros no período t

ε_t – termo de perturbação no período t

A principal desvantagem deste modelo é que assume implicitamente que o risco no mercado à vista e no mercado de futuros é constante ao longo do tempo. Deste modo, o rácio de cobertura de riscos que minimiza o risco também é constante. Na utilização deste modelo, assume-se que a aversão ao risco é total.

Benninga, Eldor e Zilcha (1984) mostram que os rácios de cobertura, deduzidos por Johnson (1960), Stein (1961) e Ederington (1979) sob certas circunstâncias, são consistentes com rácios maximizadores da utilidade.

Na mesma linha, Myers e Thompson (1989) afirmam que os modelos convencionais servem apenas para estimar o rácio de cobertura de riscos sob certas condições, visto que a covariância e a variância que contribuem para o seu cálculo dependem da informação disponível no momento da realização da cobertura. Neste sentido, para estimação do rácio óptimo de cobertura, propuseram um modelo com desfasamentos das variações dos preços à vista e futuros. A vantagem deste modelo é o facto de estimar o rácio de cobertura óptimo com base em toda a informação disponível. O modelo proposto, que a seguir se apresenta, foi estimado pelo método dos mínimos quadrados ordinários.

$$\Delta S_t = \alpha_0 + h \Delta F_t + \sum_{i=1}^q \alpha_i \Delta S_{t-i} + \sum_{j=1}^q \alpha_{q+j} \Delta F_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.17)$$

em que:

ΔS_t e ΔF_t – variação absoluta dos preços à vista e de futuros no período t

α – coeficientes da regressão não conhecidos

h – rácio óptimo de cobertura

ε – termo de perturbação no período t

q – número de desfasamentos

Ghosh (1993) estima o rácio óptimo de cobertura para a gestão de carteiras diversificadas de acções com futuros sobre índices, tendo em consideração a não estacionaridade destas séries de preços. Para a análise, usa as cotações diárias de fecho do índice S&P 500, NYSE (*New York Stock Exchange*) e os preços futuros do índice S&P 500, desde 2 de Janeiro de 1990 a 5 de Dezembro de 1991. Utiliza os testes ADF² e PP³ para detectar problemas de não estacionaridade. Posteriormente calcula o rácio de cobertura óptimo para diferentes metodologias: a metodologia convencional utilizada por vários autores e deduzida por Johnson (1960), Stein (1961) e Edrington (1979) e a metodologia deduzida por Myers e Thompson (1989). Conclui que esta última metodologia é mais eficiente do que a tradicional.

ii) Regressões nos retornos dos preços

Para Brown (1985), o problema principal da estimativa do rácio de cobertura óptimo está no facto de as variáveis explicada e explicativa serem medidas pela variação absoluta dos preços. Geralmente, estas séries possuem autocorrelação. Assim, a estimativa do rácio de cobertura óptimo com variações de preço não está correcta. Este autor utiliza, no modelo convencional, os retornos dos preços, definidos como uma mudança percentual do preço num dado período, em vez das variações absolutas dos preços.

$$\Delta S'_t = a + h^* \Delta F'_t + \varepsilon_t \quad (3.18)$$

em que

$\Delta S'_t$ – percentagem da variação dos preços à vista do activo da exposição inicial no período t, isto é, $[(\Delta S_t - \Delta S_{t-1}) / \Delta S_{t-1}]$

h^* – rácio óptimo de cobertura de risco

$\Delta F'_t$ – percentagem da variação dos preços futuros do activo subjacente no período t, isto é, $[(\Delta F_t - \Delta F_{t-1}) / \Delta F_{t-1}]$

ε_t – termo de perturbação no período t

² Augmented Dickey Fuller

³ Teste Phillips-Perron

A desvantagem deste modelo consiste na omissão dos desfasamentos dos retornos à vista e futuros que, em determinadas circunstâncias, poderá dar origem a um modelo superior.

Alguns estudos empíricos no sector petrolífero com resultados positivos nestes modelos são de Tan e Tunaru (2002) e Raju (2005).

Tan e Tunaru (2002) analisam a exposição de risco de preço do querosene, utilizado em aviões de companhias aéreas de países emergentes. Para minimizarem o risco, analisam a cobertura de riscos cruzada do preço à vista do querosene com contratos futuros de uma *commodity* altamente correlacionada com o querosene.

Para avaliarem a cobertura de riscos cruzada do querosene analisam os dados semanais, terças feiras, de alguns contratos futuros de *commodities*, tais como o *Brent crude oil*, *light sweet crude oil*, *heating oil* e gás propano líquido, entre 4 de Fevereiro de 1997 e 21 de Agosto de 2001. Inicialmente fazem a avaliação pelo modelo convencional com variações de preço e com os retornos dos preços. Através do coeficiente de correlação linear simples, verificaram que o *jet fuel* é fortemente correlacionado com quase todos os contratos de futuros de produtos petrolíferos transaccionados em Londres ou Nova Iorque.

Raju (2005) analisa alguns métodos para reduzir o risco do preço da exportação do petróleo do Equador através de contratos futuros do petróleo. Utiliza várias metodologias para avaliar os custos e benefícios das diferentes estratégias de cobertura de risco para um período de 1991 e 1996. Como existe o problema de as séries não serem estacionárias, estas têm de ser transformadas em estacionárias. Para isso utiliza-se os testes estatísticos ADF e PP para mostrar que as séries são não-estacionárias em níveis, mas estacionárias nas primeiras diferenças. Analisa a correlação, através do modelo convencional com níveis de preço e com retornos de preços, entre os preços à vista e os preços de futuros e verificou que estão fortemente correlacionados.

Os estudos anteriores propõem a cobertura de riscos por intermédio de um único contrato de futuros. Surgiram, entretanto, outros modelos que envolvem estratégias de coberturas com vários contratos de futuros.

MULTIPLE CROSS HEDGE

As imperfeições obtidas através de coberturas simples motivaram Anderson e Danthine (1981) no desenvolvimento de um modelo que propõe a cobertura de risco através de uma multiplicidade de contratos futuros diferentes, isto é, assumem k contratos de futuros diferenciados por datas, local de entrega, tipo, qualidade, entre outras diferenças. O modelo sugerido é sintetizado na equação seguinte:

$$\Delta S_t = a + \sum_{i=1}^k h_i \Delta F_{it} + \varepsilon_t \quad (3.19)$$

em que:

k – número de contratos de futuros diferentes

ΔS_t – variação absoluta dos preços *à vista* no período t

ΔF_{it} – variação absoluta dos preços futuros do contrato i no período t

h_i – rácio de cobertura relativo ao contrato i

Este modelo permite escolher quais os contratos futuros que reduzem o risco de base e permitem reduzir perdas, através de oportunidades de coberturas de riscos. No entanto, tem limitações na medida em que ignoraram o facto de os contratos de futuros serem transaccionados em múltiplos de inteiros e de a sua quantidade estar bem definida e na medida em que é bastante complicado encontrar a estabilidade dos momentos, uma vez que assumiram que estes momentos eram conhecidos.

Os modelos mais utilizados são aqueles que fazem a estimação do rácio de cobertura óptimo através de um modelo de regressão simples pelo método dos Mínimos Quadrados, com correcções de autocorrelação. No entanto, devido às limitações deste método e dado que o risco de um activo varia constantemente com as novas informações do mercado, outro grupo de modelos dinâmicos surgiu na literatura.

OUTROS MODELOS DINÂMICOS

Estes modelos permitem modelizar o comportamento da variância das variáveis económicas ao longo do tempo. São modelos de variâncias (e covariâncias) não constantes.

Assim, outra forma de estimar o rácio de cobertura óptimo será através da utilização de modelos econométricos dinâmicos da família dos modelos ARCH⁴.

Engle (1982) deduziu o modelo ARCH (q), em que q é a ordem do modelo, isto é, um método de modelação e previsão da volatilidade dos retornos das séries a estudar. Engle (1982) reafirma que é possível existir heteroscedasticidade no contexto de sucessões cronológicas e que é possível que o passado recente mostre alguma informação sobre a variância condicionada.

A variância condicionada pela informação passada e que representa o modelo ARCH (q), é dada por:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (3.20)$$

em que,

α_i – coeficientes do quadrado dos termos de perturbação, ε_{t-i} , estimados

Estes coeficientes têm de seguir as seguintes restrições para assegurar que a variância da perturbação condicionada seja positiva e estacionária.

$$\alpha_0 > 0;$$

$$\alpha_i > 0, \text{ com } i = 1 \text{ a } p$$

$$\sum \alpha_i < 1$$

No entanto, como este modelo tem limitações na captação da volatilidade, Bollerslev (1986) desenvolve um novo modelo, o GARCH⁵. Este é um modelo dinâmico que expressa a dependência temporal da variância condicionada.

A variância num modelo GARCH (p,q) é expressa por:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (3.21)$$

onde

⁴ ARCH - AutoRegressive Conditional Heteroscedasticity

⁵ GARCH - Generalized AutoRegressive Conditional Heteroscedasticity

$\sum \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2$ é a componente ARCH de ordem q

$\sum \beta_i \sigma_{t-j}^2$ é a componente GARCH de ordem p

β_j – coeficiente da variância de perturbação condicionada no período $t-j$

As condições de estacionaridade do modelo são:

$$\alpha_0 > 0;$$

$$\alpha_i > 0, \text{ com } i = 1 \text{ a } p$$

$$\beta_i > 0, \text{ com } i = 1 \text{ a } q$$

$$\sum \alpha_i + \beta_i < 1$$

Os dois primeiros termos referem-se ao modelo definido por Engle (1982), ou seja, ARCH de ordem q e o último termo refere-se ao GARCH de ordem p .

Este modelo exprime a variância condicionada como uma função linear de p quadrados das perturbações desfasadas das volatilidades e q quadrados das variâncias previstas desfasadas, isto é, a volatilidade de uma série de retornos em função da informação dos choques inesperados do mercado.

O modelo mais robusto, com poucas restrições nos parâmetros, isto é, com uma estrutura de desfasamentos mais flexível e que se tem revelado uma boa representação de processos com volatilidade, é o GARCH (1,1) e cuja variância tem a seguinte representação:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (3.22)$$

Quanto mais próximo de um for a soma de α_1 e β_1 , maior é a volatilidade dos preços.

Engle e Granger (1987) introduzem a definição da cointegração das variáveis, isto é, detecta o relacionamento de longo prazo entre as variáveis de interdependência e equilíbrio. Por outras palavras, quando duas variáveis não estacionárias ou integradas tiverem uma evolução semelhante ao longo do tempo, de forma a que a sua combinação linear e os termos de perturbação da regressão sejam estacionários, ou seja, de ordem zero, elas são co-integradas.

Para verificar a relação de equilíbrio dinâmico dos modelos propostos entre as duas variáveis, ΔS_t e ΔF_t , é necessário verificar a ordem de integração das variáveis.

Inicialmente é necessário verificar a ordem da integração das variáveis através de um teste de raízes unitárias, isto é, da regressão de Dickey-Fuller Aumentada (ADF) em cada uma das séries, através da estimação pelo método dos mínimos quadrados das seguintes regressões:

$$\Delta F_t = \gamma F_{t-1} + \sum_{i=1}^n \gamma_i \Delta F_{t-i} + e_t \quad (3.23)$$

e

$$\Delta S_t = \delta S_{t-1} + \sum_{j=1}^m \delta_j \Delta S_{t-j} + j_t \quad (3.24)$$

Deve escolher-se um número relativamente elevado de desfasamentos para que os termos e_t e j_t tenham comportamentos puramente aleatórios.

De seguida, faz-se o mesmo para determinar a ordem da integração dos termos de perturbação. Se estes forem estacionários na relação de equilíbrio entre as duas variáveis, S_t e F_t são cointegradas de ordem (1,1).

$$\Delta \varepsilon_t = \delta \varepsilon_{t-1} + \sum_{j=1}^p \pi_j \Delta \varepsilon_{t-j} + \eta_t \quad (3.25)$$

Se a hipótese nula for rejeitada, $\delta = 0$, pode concluir-se que a série dos termos de perturbação não contém raízes unitárias. Assim, a série é estacionária e as variáveis dos dois activos são cointegradas.

Engle e Granger (1987) mostram que na cointegração está implícito a existência da representação da correcção do erro das séries envolvidas. Estes autores propõem a análise ao modelo ECM⁶ para estimar o rácio óptimo de cobertura de risco. Este é dado por:

$$\Delta S_t = \alpha_1 (S_{t-1} - \alpha_2 F_{t-1}) + h^* \Delta F_t + \sum_{i=1}^n \gamma_i \Delta F_{t-i} + \sum_{j=1}^m \delta_j \Delta S_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.26)$$

⁶ ECM – *Error Correction Model*

em que

h^* – rácio óptimo de cobertura de risco deduzido pelo modelo ECM

ΔS_t e ΔF_t são dados por $\log(S_t/S_{t-1})$ e $\log(F_t/F_{t-1})$

j_t – termos de perturbação no período t

Os desfasamentos n e m têm de ser relativamente elevados para que os termos de perturbação prevaleçam. Estes são encontrados pelo critério de informação de Akaike (1974). Este modelo é estimado através do método dos mínimos quadrados.

Outros modelos baseados no modelo de GARCH surgiram com o objectivo de explicar o comportamento das variâncias dos preços à vista e dos preços futuros, isto é, a volatilidade dos preços nos mercados ao longo do tempo (Bollerslev e Engle (1986), entre outros).

Estes modelos tentam captar a evolução dinâmica da covariância dos preços à vista e dos preços futuros e da variância dos preços futuros para estimarem rácios óptimos de cobertura. Quanto menor a variância da carteira coberta, maior a probabilidade de o risco da base ser menor.

Um desses estudos é de Clayton e Ghosh (1996) onde se analisam os preços à vista diários e os preços de futuros de índices de França (CAC 40), Reino Unido (FTSE 100), Alemanha (DAX) e Japão (NIKKEI) relativamente ao período de Novembro de 1990 a Julho de 1992. Através da análise de Engle e Granger (1987) verificam que as séries dos preços à vista e dos preços futuros são cointegradas. Avaliam os rácios óptimos de cobertura obtidos através do modelo convencional com a variação de preços e do modelo ECM. Concluem que o rácio de cobertura de riscos estimado pelo modelo ECM é o melhor.

Outros estudos são de Ghosh (1993), Kavussanos e Nomikos (2000), Floros e Vougas (2006), Switzer e El-Khoury (2007). Na avaliação das estratégias de cobertura utilizam o método dos mínimos quadrados ordinários e modelos dinâmicos da família GARCH e ECM⁷ proposto por Engle e Granger (1987) para a estimação do rácio óptimo de

⁷ VECM – Vector error correction model

cobertura e concluem que este último modelo obtém rácios de cobertura que proporcionam uma maior eficácia na cobertura.

Após a escolha da estratégia a implementar, será necessário verificar a sua eficácia. De seguida apresentam-se algumas medidas de eficácia da cobertura de riscos utilizadas na literatura.

3.5. MEDIDAS DE EFICÁCIA DA COBERTURA DE RISCOS

De acordo com Pennings e Meulenberg (1997) a eficácia da cobertura de risco com contratos de futuros é um factor determinante para explicar o sucesso da utilização de contratos de futuros.

São vários os estudos que sugerem medidas alternativas de eficácia da cobertura de riscos. Aqui se fará uma breve apresentação dos mais utilizados.

Uma dessas medidas é proposta por Ederington (1979) que a define como:

$$E = 1 - \frac{Var(R^*)}{Var(U)} = \frac{\sigma_{SF}^2}{\sigma_s^2} = 1 - \frac{\sigma_s^2(1 - R^2)}{\sigma_s^2} = R^2 \quad (3.27)$$

em que $Var(R^*)$ é a variância mínima da carteira que contém contratos futuros – função do rácio de cobertura óptimo obtido pela equação (3.16) – e $Var(U)$ é a variância da carteira não protegida. $Var(U)$ depende unicamente dos preços à vista, assim, a variância de uma carteira sem cobertura de risco é a própria variância da alteração do preço no mercado à vista.

Quanto maior o coeficiente de determinação da regressão (R^2) maior a eficácia da cobertura de riscos, isto é, maior será a redução do risco de preço à vista. Esta medida é utilizada em vários estudos, como por exemplo Bailey e Koh (2005) e Raju (2005).

Howard e D'Antonio (1984) definem a eficácia da cobertura de risco (HE) como a razão entre o retorno em excesso por unidade de risco da carteira de cobertura óptima e o retorno da carteira que contém apenas posições à vista.

$$HE = \frac{\theta}{\left(\bar{r}_s - r\right) / \sigma_s} \quad (3.28)$$

em que

θ - retorno em excesso por unidade de risco da carteira óptima;

r_s - retorno esperado da posição à vista;

r - taxa de retorno isenta de risco da carteira;

σ_s - desvio padrão do retorno da carteira com a posição à vista

Aggarwal e Demaskey (1997) utilizam o rácio de Sharpe (SPI ⁸) para verificar a eficácia da estratégia de cobertura. Quanto maior o valor de SPI maior a eficácia da estratégia de cobertura. O rácio de sharpe é dado por:

$$SPI = \frac{r_p - r}{\sigma(r_p)} \quad (3.29)$$

em que,

r_p - retorno esperado da carteira coberta

r - taxa de retorno isenta de risco

Estas são as medidas mais comumente utilizadas na literatura.

⁸ Sharpe Performance Index

4. CASO PRÁTICO: RISCO DO PREÇO DOS ÓLEOS BASE NA GALP LUBRIFICANTES

Nos capítulos anteriores são descritos os mercados dos óleos base e dos lubrificantes, evidenciando as principais características e as incertezas destes negócios.

Tal como referido anteriormente, os óleos base são utilizados essencialmente para a produção dos lubrificantes e estes últimos constituídos por uma elevada percentagem dos primeiros.

Nos últimos tempos os preços dos óleos base têm sofrido aumentos significativos, provocando aumentos frequentes nos preços finais dos lubrificantes.

O caso prático aborda a Unidade de Lubrificantes, inserido na Unidade de Negócio Distribuição *Oil* da Galp Energia.

A elevada concorrência neste sector torna relevante e frequente a celebração de contratos de fornecimento de lubrificantes a médio e longo prazo com os principais clientes. São frequentemente realizados contratos com duração de um a cinco anos, alguns deles a preços fixos, com possíveis revisões de preços no final de cada ano de contrato. Nestas condições, a exposição a subidas de preços das matérias-primas torna-se significativa. Os preços dos óleos base comprados para a produção de lubrificantes são baseados nos índices de referência ICIS-Lor. A subida destes preços (preços à vista e variáveis ao longo do tempo) vai reduzir as margens de venda dos produtos lubrificantes, gerando margens negativas em períodos de forte crescimento dos preços dos óleos base. De referir que, desde o final de 2005 e no prazo de um ano, os preços dos óleos base aumentaram a um ritmo impressionante, cerca de 60%, o que provocou perdas substantivas nas margens de alguns produtos contratualizados.

Exposto o caso, o objectivo deste capítulo é a análise dos possíveis ganhos para o negócio dos lubrificantes resultantes da utilização de dois tipos de instrumentos de derivados, os contratos de futuros e os contratos *forward*, na gestão do risco de preço das matérias-primas. A análise incide sobre um contrato de fornecimento de lubrificantes em vigor, que se estende por um período de elevada volatilidade dos preços das matérias-primas.

4.1. O NEGÓCIO DOS LUBRIFICANTES DA GALP ENERGIA

A seguir apresenta-se, sucintamente, a evolução histórica do grupo Galp Energia, o enquadramento do negócio da Unidade de Lubrificantes e os riscos inerentes à sua actividade.

4.1.1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA HOLDING GALP ENERGIA¹

A Petróleos de Portugal, EP – Petrogal foi criada em 1976 e resultou da fusão de quatro empresas petrolíferas: Sonap, Sacor, Cidla e Petrosul. A Petrogal, única empresa refinadora e principal distribuidora de produtos petrolíferos em Portugal, agrupada à GDP², responsável pela importação, transporte e distribuição de gás natural em Portugal, constituiu a 22 de Abril de 1999 a Galp Energia, SGPS, S.A.

Actualmente, a Galp Energia é a principal empresa integrada de produtos petrolíferos e gás natural do país, com uma presença crescente em Espanha e uma actividade em desenvolvimento no sector da produção e de fornecimento de energia eléctrica.

O Grupo Galp Energia é constituído por um universo de mais de 100 empresas. A actividade da Galp Energia compreende os seguintes negócios:

- Exploração e Produção (E&P)
- Refinação e Distribuição de Produtos Petrolíferos (Refinação e Distribuição)
- Gás Natural
 - Aprovisionamento e Venda de Gás Natural
 - Distribuição de Gás Natural
- Power

O segmento de negócio de **Exploração e Produção (E&P)** é responsável pela presença da Galp Energia no sector *upstream*, ou seja, actividades relacionadas com a exploração, desenvolvimento e produção de hidrocarbonetos, da indústria petrolífera em Angola e no Brasil.

¹ Informações disponíveis em www.galpenergia.com e cedidas pela empresa.

² A GDP – Gás de Portugal – dedica-se à importação e transmissão de gás natural, através da Transgás, e à distribuição de gás natural através de seis distribuidoras regionais.

O segmento de negócio de **Refinação e Distribuição de Produtos Petrolíferos** detém as duas refinarias de Portugal e inclui as actividades de comercialização de produtos refinados (incluindo GPL³). Este segmento controla a maior parte das infraestruturas de armazenagem e transporte de produtos petrolíferos em Portugal.

A Unidade de Negócio de **Gás Natural** abrange os segmentos de negócios de Aprovisionamento e Venda de Gás Natural e de Distribuição de Gás Natural, isto é, o fornecimento e distribuição de gás natural a grandes clientes industriais, a empresas produtoras de electricidade e às empresas distribuidoras de gás natural. O negócio de Aprovisionamento e Venda de Gás Natural dispõe de capacidade de armazenagem subterrâneo de gás natural. A infraestrutura do segmento de negócio de Distribuição de Gás Natural abrange um total de 8.761 km (redes secundárias).

O segmento de negócio **Power** produz actualmente energia eléctrica e térmica em três centrais de cogeração que fornece a grandes clientes industriais.

A macroestrutura do Grupo Galp Energia está esquematizada na figura seguinte.



Fonte: Galp Energia

Figura 4.1 – Macroestrutura do Grupo Galp Energia

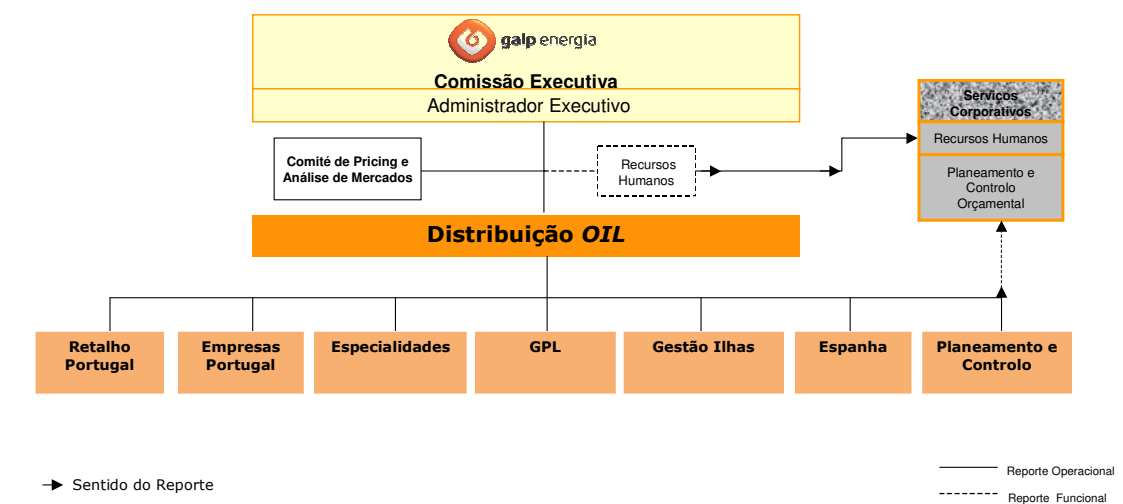
³ Gás de Petróleo Liquefeito – Butano e/ou Propano

4.1.2. UNIDADE DE LUBRIFICANTES DA GALP ENERGIA⁴

O negócio dos **LUBRIFICANTES** pertence à Área Especialidades da Unidade de Negócio Distribuição Oil.

A Unidade de Negócio Distribuição *Oil* controla o negócio da distribuição do sector *Oil*, de forma a garantir a satisfação das necessidades dos clientes dos vários segmentos de negócio e desenvolve soluções de serviços que permitam a fidelização dos clientes.

O Organograma da Unidade de Negócios apresenta-se na Figura seguinte.



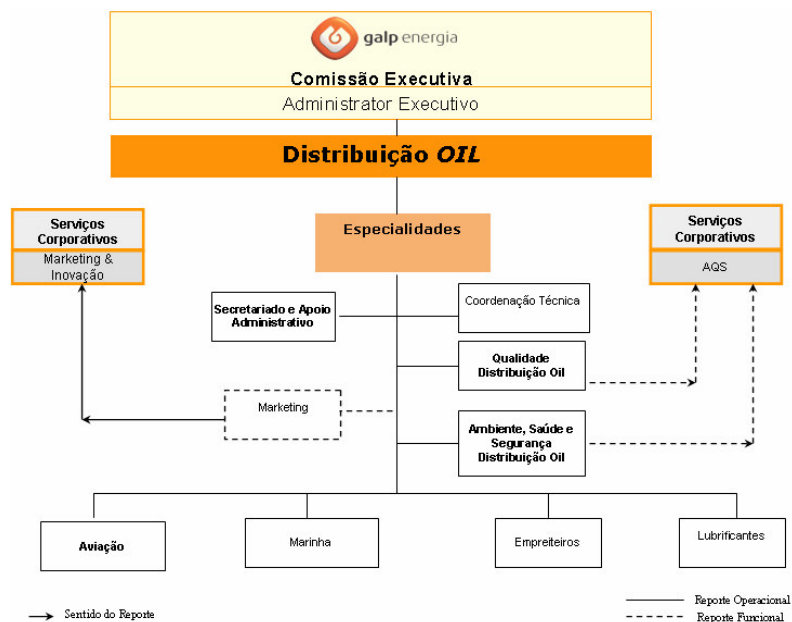
Fonte: Galp Energia

Figura 4.2 – Organograma da Unidade de Negócio Distribuição *Oil*

Dentro desta Unidade de Negócio há sete grandes áreas constituídos por: Retalho Portugal, Empresas Portugal, Especialidades, GPL, Gestão Ilhas, Espanha e Planeamento e Controlo.

A Área das Especialidades tem como missão gerir e desenvolver os negócios da Aviação, Marinha, Empreiteiros e Lubrificantes, através da oferta alargada de produtos e serviços da Galp Energia e do cumprimento dos objectivos estratégicos estabelecidos.

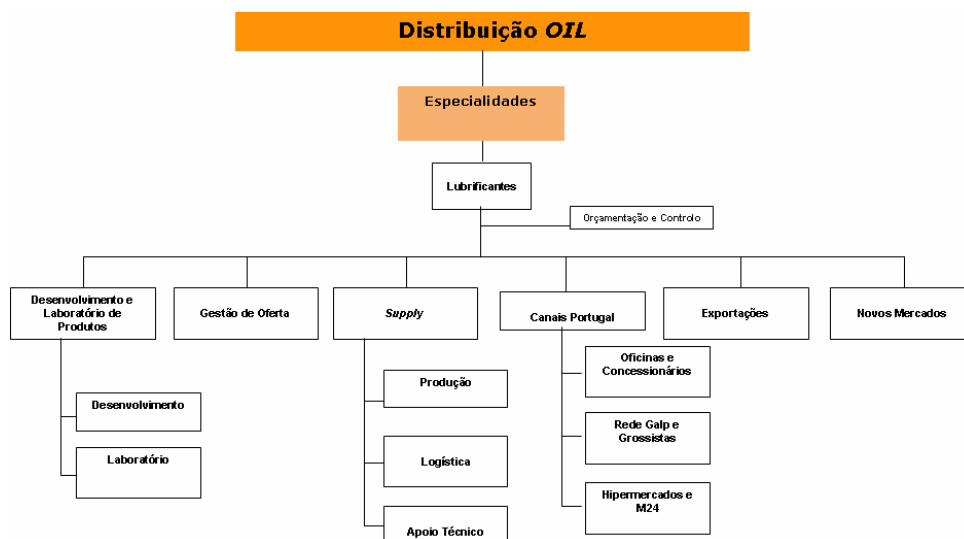
⁴ Informações cedidas pela empresa.



Fonte: Galp Energia

Figura 4.3 – Organograma da Área Especialidades

O negócio dos **Lubrificantes** desenvolve, produz, comercializa e distribui óleos e massas lubrificantes no mercado nacional e internacional, garantindo a competitividade sustentada na aquisição, produção, armazenagem, transporte, promoção e comercialização dos lubrificantes Galp.



Fonte: Galp Energia

Figura 4.4 – Organograma da Unidade de Lubrificantes

Conta com infraestruturas tecnológicas que são únicas no País. Possui uma capacidade de produção de 80000 toneladas/ano de óleos lubrificantes e 2000 toneladas/ano de massas lubrificantes.

Os óleos base parafínicos, utilizados como principal matéria-prima, são provenientes da Fábrica de Óleos Base, integrada na Refinaria do Porto, que por sua vez pertence à Unidade de Negócio ARL⁵.

Os principais mercados onde são comercializados os lubrificantes Galp são: Portugal, Espanha, Angola, Moçambique, Guiné Bissau, Cabo Verde, S. Tomé e Príncipe, Grécia, Dinamarca e Alemanha.

A Unidade de Lubrificantes tem clientes em todas as actividades económicas, tais como redes de postos de abastecimento Galp, Frotas de transporte urbano, inter-urbano e de longo curso, caminhos de ferro, empreiteiros, indústria pesada e ligeiro, cogeração, marinha e bancas internacionais, indústria automóvel, concessionários de marca, oficinas e garagens independentes e de marca, estações de serviço e garagens, grossistas, câmaras municipais, hipermercados, transportes rodoviários e marcas para terceiros (contratos de *blending*).

Os produtos são expedidos a granel, em baldes, isocontentores, tambores e em caixas de embalagens de diversas capacidades para os clientes a partir do armazém central, por via rodoviária para toda a Península Ibérica e Europa, e por via marítima para os restantes destinos.

Tal como foi referido anteriormente, em Portugal o mercado de lubrificantes é bastante concorrencial. Para além das empresas de refinação de petróleo, existem outras empresas no mercado a comercializar lubrificantes.

4.1.3. RISCOS INERENTES DA ACTIVIDADE DA EMPRESA

A actividade principal do negócio dos Lubrificantes é a produção e comercialização de óleos e massas lubrificantes. Na sequência desta actividade a empresa está exposta a

⁵ Aprovisionamento, Refinação e Logística

diversos riscos dos quais se destacam o risco de preço (essencialmente relativo a matérias-primas), risco cambial, risco operacional e risco de crédito, ou seja:

- A incerteza relativamente à margem de vendas – Em períodos de forte volatilidade dos preços das matérias-primas, a incerteza relativamente à margem das vendas aumenta, podendo dar origem a uma significativa compressão das margens. Está aqui em causa um risco de preço das matérias-primas que resulta do facto de estas serem adquiridas ao preço à vista nos mercados internacionais em data próxima da recepção da encomenda. Nesse momento o custo da matéria-prima não pode ser repercutido no preço do lubrificante, já que este se encontra fixado contratualmente.
- O risco cambial – os preços dos óleos base são cotados em dólares e comprados em euros. Todos os produtos lubrificantes são vendidos na moeda euro, excepto em marinha internacional e em negócios específicos de óleos base.
- O risco operacional – incerteza quanto à capacidade de produção do produto e de fornecimento da matéria-prima. Há um histórico de problemas de rupturas de abastecimento de óleos base, provocados por acidentes. Deve-se essencialmente a falhas de equipamento e do sistema.
- O risco de crédito – incerteza quanto aos pagamentos dos produtos no prazo estipulado. Também é um risco muito relevante. A Galp Energia trabalha com a COSEC (Companhia de Seguros de Créditos, S.A.), um dos maiores grupos financeiros nacionais e o maior grupo segurador de créditos a nível mundial, para cobertura de riscos de crédito.

Tal como referido, o risco a que se vai dar maior relevância é o risco da variação de preço. Os preços das matérias-primas e acessórios são caracterizados por uma grande volatilidade. Os preços variam em função das mudanças significativas e rápidas na oferta e na procura. Este facto confere dificuldades acrescidas a uma eficiente tomada de decisões por parte da empresa e torna mais arriscados os investimentos na produção de alguns produtos e noutros projectos. O presente estudo analisa a gestão do risco de preço das matérias-primas (óleos base) e o risco cambial a ele associado.

4.2. EXPOSIÇÃO AO RISCO DE PREÇO DOS ÓLEOS BASE

A unidade de negócios em causa, a Unidade de Lubrificantes, compra internamente os óleos base, matérias-primas dos lubrificantes, a preços de mercado baseados no índice ICIS-Lor acrescido de um determinado prémio. Os preços praticados são baseados numa média mensal das cotações dos óleos base 150 SN, 500 SN e *Bright Stock AIV* (ver Tabela 4.1). Estes são considerados como o *benchmark* dos restantes óleos base produzidos. O prémio varia consoante o tipo de óleo base e o destino que a Unidade de Lubrificantes dá a esses óleos base.

Tabela 4.1 – Cotação de referência dos diferentes óleos base

Produto	Cotação Referência
Óleo base 100 PALE	Média ICIS EXP 150 SN
Óleo base 100 PALE BRUTO	Média ICIS EXP 150 SN
Óleo base 150 SN	Média ICIS EXP 150 SN
Óleo base 500 PALE	Média ICIS EXP 500 SN
Óleo base 500 SN	Média ICIS EXP 500 SN
Óleo base <i>Bright Stock AIV</i>	Média ICIS EXP BS AIV
Óleo base SPINDLE	Média ICIS EXP 150 SN
Óleo base 100 SN	Média ICIS EXP 150 SN

A Unidade de Lubrificantes produz lubrificantes a partir de óleos base mas também vende óleos base a clientes portugueses e estrangeiros. Quando compra óleos base para produzir lubrificantes, paga à Unidade de Negócios ARL um determinado prémio sobre a cotação de referência.

No mercado à vista, os preços dos óleos base são determinados pela média mensal do índice correspondente. A cotação *Mean ICIS European Export* de referência é determinada em USD/ton.met e corresponde à média das cotações publicadas pelo ICIS-Lor do dia 26 de n-2 até ao dia 25 de n-1 para o produto em causa, tendo validade mensal (n). Esta regra é também utilizada para conversões cambiais de dólares em euros. Por exemplo, no mês de Dezembro, o preço base dos óleos base será a média das cotações semanais do *Mean ICIS*, para cada índice, entre 26 de Outubro e o dia 25 de

Novembro. Este preço vem expresso em dólares. A conversão de dólares em euros utilizada é a média das cotações diárias entre o dia 26 de Outubro e 25 de Novembro.

A Unidade de Lubrificantes da Galp vende os seus produtos quer à vista quer na sequência de contratos de médio e longo prazo.

Devido à elevada concorrência do mercado de lubrificantes em Portugal, a Unidade de Lubrificantes da Galp Energia celebra contratos de fornecimento de médio e longo prazo com características variáveis e com duração de 1 a 5 anos, sendo o preço de venda ao longo de todo o contrato fixo ou revisível nos períodos estipulados. No âmbito destes contratos, fica vinculada a um preço de venda dos produtos fixo, ou tendencialmente fixo, e a um preço de compra das matérias-primas que é variável. Em períodos de forte aumento dos preços dos óleos base, a compressão das margens é inevitável.

Os preços de venda dos produtos, à vista e a prazo, são definidos pelos responsáveis da área, mediante políticas comerciais definidas pela Unidade de Negócio Distribuição Oil – Lubrificantes.

O objectivo deste trabalho é identificar a melhor estratégia de cobertura deste risco de subida de preço dos óleos base implícita num contrato a prazo que a Unidade de Lubrificantes da Galp Energia celebrou com um cliente.

O contrato em causa é descrito a seguir. Por questões de sigilo comercial, o nome do cliente, a designação dos produtos e a sua formulação não vão ser revelados.

O contrato tem um prazo de 5 anos e iniciou-se a 1 de Janeiro de 2005. Os preços dos produtos referidos no contrato são revistos anualmente no caso de ocorrerem variações positivas ou negativas na média do *Price Range* do SN 500 FOB EUR (tabela *European Export Prices* publicada pela ICIS-Lor) superiores a 5% face:

- a) Ao valor divulgado em 5 de Outubro de 2004 (4452.5 USD/Tonelada métrica se se tratar da primeira revisão de preços);
- b) Ao valor encontrado na última revisão, se se tratar de uma revisão de preços subsequente à primeira.

No caso de os preços serem revistos, estes são baseados na tabela em vigor mais desconto proporcionado pela empresa ao cliente.

Na tabela seguinte, Tabela 4.2, apresentam-se os produtos codificados e os respectivos volumes máximos de fornecimento anual previstos neste contrato. A tabela apresenta ainda as quantidades dos diferentes óleos base necessários à produção dos vários produtos, calculadas com base nas formulações correspondentes.

Tabela 4.2 – Volumes máximos de fornecimento anual para os diferentes produtos do contrato e respectivas quantidades de óleos base (valores em toneladas)

Produtos	Volumes Máximos Estimados/ano	Quantidade máxima	
		150 SN	500 SN
A ou C	455	45.5	341.25
B	18	10.8	2.7
D	1	0.6	0.3
E	2	0.3	1.2

Nos contratos a prazo, a definição dos preços de venda é baseado no preço corrente, na data de celebração do contrato e ajustado em função das expectativas de evolução desse mesmo preço, ou seja, preço de tabela em vigor com um desconto adicional. Os métodos de previsão do preço utilizados são, no entanto, muito elementares. A possibilidade da revisão anual dos preços está dependente de uma variação mínima dos preços dos óleos base, dada pelo ICIS-Lor. Assim, se o preço dos óleos base registar uma variação (positiva ou negativa) no mínimo igual à estipulada contratualmente, os preços finais dos lubrificantes poderão ser ajustados em conformidade. No contrato é estipulado um volume de vendas anual máximo, função do consumo em anos anteriores.

O fabrico dos lubrificantes inicia-se após a recepção da encomenda. Nesse momento, apenas uma pequena parte das matérias-primas necessárias existe em *stock*, sendo o remanescente comprado à vista. Destas condições decorre uma forte exposição do negócio ao risco de subida do preço das matérias-primas. A margem das vendas está pois dependente de um preço de venda de lubrificantes que é fixo para prazos longos e do preço à vista (variável) das matérias-primas. O preço da matéria-prima não pode, nesse momento, ser reflectido no preço do lubrificante dado este estar fixado contratualmente. Este risco é minorado pela possibilidade de revisão anual dos preços dos lubrificantes. No entanto, em períodos de forte aumento do custo das matérias-primas, esse aumento não se consegue repercutir na íntegra no preço de venda dos

lubrificantes, dadas as limitações à revisão desse preço. A incerteza quanto à data de recepção das encomendas também é um risco inerente deste modelo de negócio. Apesar do contrato prever um volume máximo de venda anual dos lubrificantes, o produtor não sabe à partida como elas se distribuirão ao longo do ano. Este facto reduz a capacidade de planeamento das compras das matérias-primas e torna mais difícil a gestão do risco do seu preço. Outro risco relevante é o risco cambial que decorre do facto do preço à vista dos óleos base estar indexado a um índice expresso em dólares e a transacção ser efectuada em euros.

Após a apresentação das características principais e dos problemas que advêm da natureza destes contratos, são a seguir expostas e analisadas as estratégias de cobertura do risco do preço dos óleos base.

4.3. ESTRATÉGIAS DE COBERTURA DO RISCO DE PREÇO DOS ÓLEOS BASE

Como mencionado no capítulo 3, as estratégias de cobertura do risco de preço dos óleos base analisadas englobam estratégias com contratos de futuros e com contratos *forward*.

A estratégia de cobertura, via mercado a prazo, de uma posição curta em óleos base pode ser implementada numa das seguintes formas⁶:

- Estratégia de cobertura cruzada usando contratos de futuros sobre o petróleo ou seus derivados. Como não existem contratos de futuros sobre óleos base transaccionados nos mercados bolsistas, é necessário definir uma estratégia de cobertura cruzada com contratos de futuros fortemente correlacionados com o activo da exposição inicial (óleos base). A identificação dos possíveis contratos de futuros nestas condições é natural: futuros sobre o petróleo ou sobre um dos seus derivados. A bolsa de futuros seleccionada foi o NYMEX⁷ por se tratar do mercado mais líquido nestas mercadorias. Neste caso, a estratégia de cobertura envolve a compra de contratos de futuros sobre o *light sweet crude oil* ou um dos seus derivados, gasolina ou *heating oil*. A descrição das especificações

⁶ Outras estratégias poderiam ser aqui consideradas, como por exemplo estratégias de cobertura com opções, mas que extravasam o âmbito deste estudo.

⁷ NYMEX – New York Mercantile Exchange

técnicas destes contratos encontra-se resumida no Anexo A. A análise desta estratégia é feita no ponto 4.3.1.;

- Negociação directa de contratos *forward* com o principal fornecedor de matérias-primas. A inexistência de um mercado a prazo fora de bolsa estabelecido para esta mercadoria (óleos de base) determina que a estratégia de cobertura passe pela negociação directa de preços *forward*, calculados com base no Modelo *Cost-of-Carry*, entre o comprador e o principal fornecedor das matérias-primas. O desenho e valorização desta estratégia são feitos no ponto 4.3.2..

4.3.1. ESTRATÉGIAS COM CONTRATOS DE FUTUROS

Actualmente, existem apenas três bolsas a comercializar contratos de futuros sobre o petróleo ou seus derivados: os mercados especializados de Nova Iorque (NYMEX), de Londres (ICE,⁸ subsidiária da IPE⁹) e de Singapura (SIMEX¹⁰).

No NYMEX são transaccionados os seguintes contratos de futuros de energia: petróleo bruto *sweet*¹¹, *heating oil*, gasolina, gás natural e electricidade.

Na bolsa ICE, são transaccionados futuros de energia sobre os seguintes activos: petróleo bruto *Brent*, *heating oil*, gasolina, gás natural e electricidade.

No SIMEX são transaccionados futuros de energia sobre *Crude Palm Oil*.

Numa estratégia de cobertura cruzada com contratos de futuros é necessário encontrar um contrato de futuros sobre um activo subjacente diferente do activo de exposição (óleos base), cujos preços estejam fortemente correlacionados para permitir a minimização do risco de base associado. Como os óleos base são produtos derivados do petróleo a selecção dos possíveis contratos de futuros a utilizar na estratégia de cobertura é natural. Nesta análise foram considerados contratos de futuros sobre três activos subjacentes: o petróleo, a gasolina e o *heating oil*. O mercado bolsista seleccionado foi o NYMEX, por ser o mais líquido.

⁸ ICE - Intercontinental Exchange

⁹ IPE - International Petroleum Exchange

¹⁰ SIMEX - Singapore International Monetary Exchange

¹¹ Petróleo bruto com uma percentagem de enxofre inferior ou igual a 1%

O petróleo WTI (*West Texas Intermediate*) é a referência internacional do *light sweet crude oil*, mais negociado no mercado nova iorquino NYMEX. O preço dos futuros do petróleo WTI é mais elevado, pois reflecte a sua qualidade superior, com grau API¹² de 38° a 45° e teor de enxofre inferior a 0.3%, e o custo de refinação e de transporte. Estes preços futuros servem de referência a outros tipos de petróleo, dependendo da qualidade e da localização. Relativamente aos contratos de futuros do *Brent* transaccionados, estes são menos líquidos, o que poderá proporcionar manipulações do mercado. O petróleo tipo *Brent*, petróleo do Mar do Norte e negociado em Londres, é um petróleo com uma qualidade inferior ao petróleo WTI (mais pesado e com maior teor de enxofre) e serve de referência aos mercados europeus e asiáticos.

A análise baseia-se em séries temporais semanais no período desde 2 de Janeiro de 2000 a 21 de Dezembro de 2004 dos preços à vista dos óleos 150 SN e 500 SN, retirados do índice ICIS-Lor, e dos preços de futuros do *crude oil*, *heating oil*, gasolina¹³, transaccionados na bolsa NYMEX e obtidos em *The Energy Information Administration (EIA)*¹⁴, o que corresponde a 250 observações.

O software utilizado na análise dos dados é o Eviews 5.1.

Um pressuposto fundamental dos modelos econométricos descritos no ponto 3.4. é o da normalidade dos termos de perturbação e, por inerência, da variável explicada (neste caso os preços à vista dos óleos base ou em logaritmos), ou seja, que a simetria e o coeficiente de achatamento sejam equivalentes a zero e a três, respectivamente. A não verificação da normalidade das séries poderá indiciar a existência de heteroscedasticidade e/ou autocorrelação, com as consequências conhecidas sobre a qualidade da inferência estatística produzida¹⁵. Pela análise das estatísticas descritivas sumariadas no Anexo B, verifica-se que as séries temporais apresentam assimetrias com desvios à esquerda para os óleos base 150 SN e 500 SN e os restantes à direita e, em termos dos coeficientes de achatamento, estes apresentam-se ligeiramente achatados. Pelo teste Jarque-Bera rejeita-se a hipótese da normalidade das séries.

¹² API – Grau API de *American Petroleum Institute* expressa a gravidade nominal API de cada um dos petróleos brutos ou de um dos seus derivados. O grau API é maior quando o petróleo é mais leve.

¹³ Existem 4 contratos referentes a cada produto, no entanto, vai utilizar-se na análise fundamental apenas o contrato 1 de cada pois os restantes contratos, de 2 a 4, são preços sucessivos do contrato 1.

¹⁴ A *Energy Information Administration (EIA)*, a Agência Internacional de Energia, é a entidade oficial dos EUA que dispõe a evolução dos preços das matérias-primas energéticas.

¹⁵ Ver, por exemplo, Gujarati (2006).

Outra pressuposto fundamental é o da estacionaridade das séries modeladas. Assim, antes de mais, é necessário fazer a análise através de testes estatísticos de raízes unitárias, o teste *Augmented Dickey Fuller* (ADF) e o teste *Phillips-Perron* (PP). A hipótese nula do teste é a presença de raízes unitárias, ou seja, a hipótese de as séries não serem estacionárias. Estes testes também são utilizados para encontrar o número de defasamentos a incluir nos modelos que permitem eliminar a autocorrelação que os termos de perturbação eventualmente possam apresentar. A determinação do número de defasamentos para o teste ADF é efectuada através de dois critérios de informação comumente mais utilizados, o critério de informação de Akaike (AIC) e o critério de informação de Schwarz (BIC).

A análise da ordem dos processos auto-regressivos das séries estudadas é resumida na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Resultados dos testes de raízes unitárias, teste ADF com critérios de informação de Akaike (AIC) e de Schwarz (BIC) e teste PP

Séries	Variável em nível			1.ª diferença da variável		
	AIC	BIC	PP	AIC	BIC	PP
150 SN	7 (0.7292)	2 (0.9432)	10 (0.9182)	6 (0.0367)	1 (0.0000)	8 (0.0000)
500 SN	7 (0.7613)	3 (0.9468)	10 (0.9353)	6 (0.0356)	2 (0.0000)	8 (0.0000)
Crude Oil	1 (0.2980)	0 (0.1701)	4 (0.1916)	0 (0.0000)	0 (0.0000)	2 (0.0000)
Gasolina	0 (0.7636)	0 (0.7636)	0 (0.7636)	0 (0.0000)	0 (0.0000)	2 (0.0000)
Heating Oil	0 (0.8761)	0 (0.5761)	0 (0.5761)	0 (0.0000)	0 (0.0000)	2 (0.0000)

Nota: resultados obtidos no Eviews. Primeira linha – defasamentos; segunda linha – p-valor

Os testes PP e ADF com os critérios de informação AIC e BIC, aplicados aos preços em nível, não permitem a rejeição da hipótese nula de estacionaridade ao nível de 5% (p-valores dos preços em nível são superiores a 0.05). Mediante os valores obtidos pelo critério de informação BIC do teste ADF e pelo teste PP para a primeira diferença dos preços, a hipótese nula é rejeitada em todas as séries com um nível de significância de 5%. Ou seja, as séries são estacionárias nas primeiras diferenças.

Seguidamente são analisados os três principais modelos referidos na literatura (ver ponto 3.4.), com o objectivo de explicar o comportamento das séries estudadas e de permitir a escolha do modelo mais apropriado para a determinação do rácio óptimo de cobertura. A Tabela 4.4 resume os modelos utilizados na análise.

Tabela 4.4 – Modelos utilizados para a análise das séries

Modelo 1 $\Delta S_t = a + h^* \Delta F_t + \varepsilon_t$

Modelo 2 $\Delta S_t = \alpha_0 + h^* \Delta F_t + \sum_{i=1}^q \alpha_i \Delta S_{t-i} + \sum_{j=1}^q \alpha_{q+j} \Delta F_{t-j} + \varepsilon_t$

Modelo 3 $\Delta S_t = \alpha_1 (S_{t-1} - \alpha_2 F_{t-1}) + h^* \Delta F_t + \sum_{i=1}^n \gamma_i \Delta F_{t-i} + \sum_{j=1}^m \delta_j \Delta S_{t-j} + \varepsilon_t$

As tabelas seguintes resumem os resultados da estimação dos três modelos com base na amostra em estudo. A Tabela 4.5 refere-se ao Modelo 1, a Tabela 4.6 refere-se ao Modelo 2 e a Tabela 4.7 refere-se ao Modelo 3. Neste sentido, descreve-se a seguir a cada tabela o desempenho de cada um dos modelos e das suas variáveis.

Tabela 4.5 – Resultados das estimativas do modelo 1 pelo método dos Mínimos Quadrados

Variável Dependente: ΔS_t - 150 SN			
Variável Independente	Crude Oil	Gasolina	Heating Oil
Constantes			
C	0.763* (3.35)	0.766* (3.38)	0.756* (3.31)
ΔF_t	-0.126 (-0.93)	-0.068** (-1.73)	-0.009 (-0.19)
R²	0.003	0.042	0.0001
DW	1.25	1.23	1.27
F	0.86	3.00	0.036

Variável Dependente: ΔS_t - 500 SN			
Variável Independente	Crude Oil	Gasolina	Heating Oil
Constantes			
C	0.793* (3.46)	0.796* (3.49)	0.785* (3.42)
ΔF_t	-0.122 (-0.88)	-0.065** (-1.65)	-0.008 (-0.17)
R²	0.003	0.011	0.0000
DW	1.28	1.25	1.29
F	0.78	2.73	0.029

Nota: resultados obtidos no Eviews com base em 249. Primeira linha – estimativas, segunda linha – estatística t.

* - significativo a 5%, ** - significativo a 10%.

O Modelo 1, o modelo convencional, utiliza a primeira diferença nos preços.

Em geral, as variáveis explicativas não são significativas (exceptuando no caso da regressão com futuros sobre gasolina, em que a variável é significativa a 10% de significância). Os coeficientes relativos aos rácios de cobertura são, por isso, não significativamente diferentes de zero. Os valores de R^2 são bastante reduzidos. Conclui-se que os modelos não são estatisticamente significativos. Os valores da estatística de Durbin Watson são muito baixos, o que evidencia a existência de autocorrelação positiva dos termos de perturbação. Confirma-se pois que, apesar dos elevados coeficientes de correlação entre os preços à vista dos óleos base e os preços dos três contratos de futuros, registados para o período em análise (ver anexo B), as correlações entre as séries das primeiras diferenças são muito reduzidas.

Tal como foi referido na revisão da literatura, este modelo tem desvantagens ao nível da omissão de variáveis explicativas relevantes, originando problemas de má especificação (estimadores não cêntricos nem consistentes e inferência estatística inválida). Por tudo isto este modelo é rejeitado. Este mesmo modelo foi estimado com base nas variações relativas dos preços (retornos), tendo apresentado resultados semelhantes.

No Modelo 2, modelo deduzido por Myers e Thompson (1989), utiliza-se o menor desfasamento obtido nos testes ADF e PP, excepto no caso de este ser zero, uma vez que se reduziria ao modelo convencional, o Modelo 1.

Tabela 4.6 – Resultados das estimativas do Modelo 2 pelo método dos Mínimos Quadrados

Variável Dependente: ΔS_t - 150 SN (1 desfasamento)			
Variável Independente	Crude Oil	Gasolina	Heating Oil
Constantes			
C	0.436* (2.04)	0.433* (2.04)	0.434* (2.01)
ΔF_t	-0.110 (-0.87)	-0.05 (-1.38)	-0.013 (-0.29)
ΔS_{t-1}	0.371* (6.38)	0.383* (6.62)	0.360* (6.17)
ΔF_{t-1}	0.431* (3.40)	0.134* (3.65)	0.126* (2.88)
R^2	0.173	0.187	0.159
DW	2.202	2.209	2.222
F	16.98*	18.74*	15.37*

Variável Dependente: ΔS_t - 500 SN (2 desfasamentos)			
Variável Independente Constantes	Crude Oil	Gasolina	Heating Oil
C	0.301 (1.44)	0.302 (1.45)	0.297 (1.41)
ΔF_t	-0.095 (-0.769)	-0.045 (-1.26)	-0.011 (-0.25)
ΔS_{t-1}	0.259* (4.08)	0.259* (4.23)	0.232* (3.783)
ΔF_{t-1}	0.418* (3.4)	0.123* (3.54)	0.121* (2.858)
ΔS_{t-2}	0.297* (4.90)	0.293* (4.87)	0.298* (4.95)
ΔF_{t-2}	0.010 (0.08)	0.013 (0.135)	0.044 (1.01)
R^2	0.173	0.250	0.229
DW	2.094	2.094	2.099
F	15.98*	17.56*	14.51*

Nota: resultados obtidos no Eviews. 248 observações para o 150 SN e 247 para o 500 SN. Primeira linha – estimativas, segunda linha – estatística t. * - significativo a 5%, ** - significativo a 10%.

Na literatura, este modelo é apresentado como superior ao modelo convencional, uma vez que utiliza a informação disponível relativamente ao passado da variável (desfasamentos), corrigindo os problemas de omissão de variáveis explicativas relevantes do modelo convencional. No entanto, no caso em apreço o modelo tem uma reduzida capacidade explicativa. Em termos individuais, apenas as variáveis ΔS_{t-1} , ΔF_{t-1} e ΔS_{t-2} se apresentam estatisticamente significativas. Como a variável ΔF_t não é estatisticamente significativa em nenhum dos casos, torna o rácio de cobertura não significativamente diferente de zero. Contudo, testando os coeficientes em conjunto, pela análise da estatística F estes são estatisticamente significativos (nível de significância de 5%). A estatística Durbin Watson permite concluir que não existe evidência estatística de autocorrelação dos termos de perturbação. Pela análise dos R^2 obtidos, é possível concluir que as variáveis explicativas do modelo conseguem explicar apenas cerca de 20% da variabilidade total das primeiras diferenças dos preços à vista dos óleos base. Logo, a capacidade explicativa do modelo parece ser relativamente reduzida.

À semelhança do modelo 1, também este modelo foi estimado com base nas variações relativas dos preços (retornos), tendo-se obtido resultados semelhantes.

Engle e Granger (1987) são pioneiros no estudo da cointegração das variáveis, isto é, a detecção do relacionamento das variáveis a longo prazo. Para a verificação da relação

de equilíbrio dinâmico, é necessário verificar a ordem de integração das variáveis ΔS_t e ΔF_t através do teste de raiz unitária ADF, com critério de informação de Akaike, em cada uma das séries. Todas as séries estudadas não contêm raízes unitárias na primeira diferença dos preços, ou seja, a série é estacionária e as variáveis dos activos são cointegradas. O teste de cointegração de Johansen permite chegar à mesma conclusão. Os desfaseamentos utilizados no modelo 3 são as ordens dos processos auto-regressivos, referidos na Tabela 4.3, para a primeira diferença. Utilizam-se os logaritmos dos preços das variáveis dependentes e independentes. Para a modelização dos termos de perturbação, utiliza-se o modelo GARCH(1,1), uma vez que é um modelo robusto e com poucas restrições nos parâmetros. Para além disso, é um modelo que tem-se revelado como um bom modelo para a modelização e uma boa representação de processos de volatilidade. Este modelo permite não só corrigir a heteroscedasticidade como reduzir a autocorrelação.

Tabela 4.7 – Resultados das estimativas do Modelo 3 por GARCH(1,1)

Variável Dependente: ΔS_t - 150 SN (6 desfaseamentos para 150 SN)			
Variável Independente	Crude Oil	Gasolina	Heating Oil
Constantes			
C	0.000* (-3.35)	0.000* (-2.17)	0.000* (-2.21)
F_{t-1}	11.14* (27.0)	3.763* (15.36)	4.20* (13.9)
ΔF_t	-0.011 (-1.48)	-0.015 (-1.61)	-0.009 (-0.83)
ΔS_{t-1}	0.159* (1.98)	0.166** (1.91)	0.167* (2.03)
ΔS_{t-2}	0.264* (3.89)	0.280* (4.00)	0.267* (3.80)
ΔS_{t-3}	0.030 (0.35)	0.052 (0.57)	0.034 (0.39)
ΔS_{t-4}	-0.032 (-0.41)	-0.019 (-0.24)	-0.033 (-0.42)
ΔS_{t-5}	0.147* (2.45)	0.144* (2.39)	0.151* (2.49)
ΔS_{t-6}	0.160* (2.08)	0.142** (1.81)	0.149* (1.98)
α_0	0.000* (1.91)	0.000* (1.98)	0.000* (2.24)
α_1	0.138* (3.96)	0.139* (4.01)	0.114* (3.42)
β	0.859* (31.9)	0.852* (30.9)	0.870* (31.4)
R^2	0.319	0.308	0.302
DW	2.13	2.10	2.12

Variável Dependente: ΔS_t - 500 SN (6 defasamentos para 500 SN)			
Variável Independente Constantes	Crude Oil	Gasolina	Heating Oil
C	0.000* (-3.46)	0.000* (-2.59)	0.000* (-2.40)
F_{t-1}	11.08* (27.8)	3.743* (19.58)	4.24* (14.7)
ΔF_t	-0.016 (-1.51)	-0.014 (-1.58)	-0.010 (-1.04)
ΔS_{t-1}	0.123* (1.59)	0.139** (1.72)	0.139** (1.74)
ΔS_{t-2}	0.257* (4.17)	0.275* (4.30)	0.267* (4.19)
ΔS_{t-3}	0.051 (0.62)	0.065 (0.78)	0.059 (0.74)
ΔS_{t-4}	-0.027 (-0.38)	-0.014 (-0.19)	-0.033 (-0.43)
ΔS_{t-5}	0.157* (2.75)	0.150* (2.61)	0.148* (2.55)
ΔS_{t-6}	0.161* (2.20)	0.149* (2.03)	0.144* (1.96)
α_0	0.000* (1.95)	0.000* (1.98)	0.000* (1.85)
α_1	0.121* (4.32)	0.116* (3.91)	0.107* (4.41)
β	0.871* (33.6)	0.867* (29.4)	0.881* (40.2)
R²	0.321	0.311	0.301
DW	2.10	2.08	2.08

Nota: resultados obtidos no Eviews. 243 observações para ambas as variáveis dependentes. Primeira linha – estimativas, segunda linha – estatística t. * - significativo a 5%, ** - significativo a 10%.

Observa-se que as variáveis F_{t-1} , ΔS_{t-1} , ΔS_{t-2} , ΔS_{t-5} e ΔS_{t-6} são estatisticamente significativas a um nível de significância de 5% (*) ou de 10% (**). As restantes variáveis não são. Em particular, verifica-se que a constante que corresponde ao rácio de cobertura (coeficiente de ΔF_t) não é estatisticamente diferente de zero. Os coeficientes da equação da variância (α_0 , α_1 e β) são estatisticamente significativos a um nível de significância de 5%, o que indica a presença do efeito ARCH e GARCH na variância. Como o somatório dos coeficientes do modelo GARCH (1,1) é inferior a um, existe um processo estacionário de volatilidade. De acordo com os resultados da estatística de Durbin Watson, não se evidencia autocorrelação dos termos de perturbação. Segundo vários autores, como por exemplo Brown (1985), Clayton e Ghosh (1996), Raju (2005), para que a estratégia de cobertura seja considerada eficaz, os coeficiente de determinação destes modelos deverão ser, no mínimo de 80%. Neste

caso, os R^2 são rondam os 30%. Posto isto, a capacidade explicativa deste modelo é também reduzida.

Os resultados revelam que as possíveis estratégias cruzadas com os contratos de futuros analisadas teriam um fraco desempenho.

A não existência de contratos de futuros sobre óleos base requer que se encontrem alternativas de cobertura do risco do preço com contratos de futuros sobre outros activos que estejam fortemente correlacionados com os seus preços à vista. No entanto, apesar dos coeficientes de correlação entre os preços à vista dos óleos base e os preços dos três contratos de futuros serem elevados no período em análise (ver anexo B), as correlações entre as séries das primeiras diferenças são muito reduzidas. A análise do desempenho da estratégia de cobertura cruzada usando os contratos de futuros do petróleo *Light Sweet* e de dois dos seus derivados, a gasolina e o *heating oil*, permite concluir que estas estratégias não são eficazes na cobertura do risco da variação dos preços dos óleos base.

Apesar da elevada correlação das variáveis em nível, a correlação é baixa em termos de variações. Uma possível justificação para a reduzida performance desta estratégia é o facto da periodicidade das cotações dos preços à vista dos óleos base e dos preços futuros do crude e dos seus derivados ser diferente, ou seja, semanal para os óleos base e diária para os restantes.

Assim sendo, prossegue-se com a avaliação da outra alternativa mencionada anteriormente, a estratégia de cobertura com contratos *forward*.

4.3.2. ESTRATÉGIAS COM CONTRATOS *FORWARD*

O recurso ao contrato *forward* é a outra alternativa de estratégia para a cobertura do risco da variação do preço dos óleos base proposta neste estudo. No entanto, a inexistência de *market makers* neste segmento dos mercados a prazo para a mercadoria em causa (óleos base), faz com que a estratégia de cobertura a seguir sugerida tenha de ser implementada directamente com o fornecedor da mercadoria. A seguir identificam-se as características da estratégia proposta e analisam-se os resultados daí decorrentes nos dois primeiros anos de vigência do contrato (2005 e 2006).

i) IDENTIFICAÇÃO DA ESTRATÉGIA

A identificação das características da estratégia de cobertura envolve a definição das datas de vencimento dos contratos, das quantidades do activo subjacente inerentes a cada contrato, do preço de liquidação e do local de entrega.

Os contratos de fornecimento de lubrificantes de médio e longo prazo negociados com os principais clientes prevêem um volume máximo de vendas anual. Contudo, a unidade de Lubrificantes não sabe, à partida, como elas se distribuirão ao longo do ano. Esta incerteza quanto às datas e volumes das encomendas torna mais difícil a gestão do risco do seu preço. Este facto reduz também a capacidade de planeamento das compras das matérias-primas da Unidade de Lubrificantes da Galp Energia.

A incerteza quanto à distribuição das encomendas ao longo do ano torna relevante a análise do histórico de encomendas do cliente para daí se poder inferir um determinado padrão, necessário à definição da estratégia de cobertura. Assim, constata-se que o cliente tende a colocar encomendas com frequência mensal, apesar de as quantidades encomendadas registarem alguma variabilidade. Esta incerteza obriga a que as quantidades subjacentes a cada contrato sejam definidas com prudência. De facto, a definição de uma quantidade que mais tarde se venha a revelar excessiva dá origem a uma acumulação desnecessária de *stocks* de matérias-primas e a uma exposição ao risco de preço (descida) de sentido contrário a que se pretendia cobrir inicialmente (subida).

Por outro lado, os volumes máximos previstos nos contratos de fornecimento de lubrificantes são definidos com base nos consumos históricos do cliente e acrescidos de uma margem para acomodar possíveis acréscimos da procura. Assim sendo, na estratégia proposta optou-se por cobrir 70% da quantidade máxima em 2005 e 80% em 2006.

Dado que o contrato prevê a revisão anual dos preços de venda, a exposição ao risco de subida dos preços dos óleos de base será anual. A gestão desse risco deverá ser também anual e a estratégia de cobertura implementada no início desse ano.

Face a estas considerações, a estratégia proposta tem as seguintes características:

- Datas de vencimento dos contratos: Compra de 11 contratos *forward* mensais com duração de $(T-t)$, em que $(T-t) = 2$ a 12 meses. Cada contrato vence no último dia do

mês correspondente. De referir que se deverão negociar 11 e não 12 contratos *forward*, porque no mês de Janeiro os preços de compra dos óleos base baseiam-se na média dos preços entre o dia 26 de Novembro e o dia 25 de Dezembro. Estes preços são, portanto, conhecidos na data de implementação da estratégia (primeiro dia útil de Janeiro) e, logo, a exposição ao risco face à encomenda de Janeiro é nula.

- Quantidades do activo subjacente inerentes a cada contrato: As quantidades são definidas no pressuposto de o volume mensal das encomendas ser semelhante e por forma a cobrir, em 2005, cerca de 70% do volume máximo de venda anual negociado. Em 2006 essa percentagem sobe para 80% no pressuposto de crescimento das vendas ao cliente. O quadro seguinte identifica as quantidades dos dois tipos de óleos base (150 SN e 500 SN) subjacentes a cada um dos 11 contratos *forward* ao longo dos dois anos em análise.

Tabela 4.8 – Quantidades de óleos base subjacentes a cada contrato mensal (em toneladas)

	150 SN	500 SN
2005	3,3	19,9
2006	3,8	22,8

- Local de entrega: Instalações de produção da unidade de Lubrificantes da Galp.

A única característica destes contratos que falta definir é o respectivo preço *forward*. Estes preços serão calculados com base no Modelo *Cost-of-Carry*.

Para tal são necessários os seguintes dados relativos ao período de exposição:

- preços médios mensais à vista dos óleos base em dólares (média do índice ICIS-Lor acrescido de um determinado prémio consoante o tipo de óleo base);
- taxas de juro Libor do dólar (*proxi* para a taxa de juro sem risco do dólar), correspondentes ao período entre a data da realização dos contratos *forward* e as suas datas de vencimento;
- taxas de juro Euribor (*proxi* para a taxa de juro sem risco do euro), correspondentes ao período entre a data da realização dos contratos *forward* e as suas datas de vencimento;

- taxas de câmbio USD/EUR do dia da realização dos contratos *forward*;
- custo de armazenagem – por hipótese, constante durante o período em análise e igual a 3.95€/tonelada/mês.¹⁶;
- *convenience yield* – por hipótese, constante durante o período em análise e igual a 10.9% (valor proposto por Casassus e Collin-Dufresne (2005), como a seguir se justifica).

A Tabela 4.9 resume os valores obtidos para os preços *forward* dos óleos base 150 SN e 500 SN em USD/tonelada métrica para as diferentes maturidades, resultantes da aplicação do Modelo *Cost-of-Carry*. Nela constam os preços médios mensais à vista dos óleos base 150 SN e 500 SN (S_t), as taxas Libor do dólar contínuas (r^*), a taxa do custo de armazenagem (u), o *convenience yield* (y) e os preços *forward* (F_t) correspondentes a cada contrato e a cada óleo base. A equação de avaliação relevante é apresentada no capítulo 3 e dada por:

$$F_t = S_t e^{(r^* + u - y)(T - t)} \quad (4.1)$$

Tabela 4.9 – Preço à vista dos óleos base, taxa Libor do dólar, taxa do custo de armazenagem, *convenience yield* e preços *forward* em USD/tonelada para os diferentes contratos¹⁷

Data de vencimento	S_t^{USD}		r^*	u	y	F_t^{USD}	
	150 SN	500 SN				150 SN	500 SN
Fev. 2005	449.00	456.50	0.0208	0.1386	0.1090	452.79	460.35
Mar. 2005	449.00	456.50	0.0198	0.1377	0.1090	454.49	462.08
Abr. 2005	449.00	456.50	0.0189	0.1369	0.1090	456.06	463.68
Mai. 2005	449.00	456.50	0.0181	0.1360	0.1090	457.53	465.17
Jun. 2005	449.00	456.50	0.0175	0.1352	0.1090	458.91	466.57
Jul. 2005	449.00	456.50	0.0168	0.1344	0.1090	460.18	467.87
Ago. 2005	449.00	456.50	0.0162	0.1336	0.1090	461.37	469.07
Set. 2005	449.00	456.50	0.0156	0.1328	0.1090	462.47	470.20
Out. 2005	449.00	456.50	0.0151	0.1320	0.1090	463.49	471.23
Nov. 2005	449.00	456.50	0.0146	0.1313	0.1090	464.43	472.19
Dez. 2005	449.00	456.50	0.0141	0.1305	0.1090	465.29	473.06

¹⁶ O custo de armazenagem referido é uma aproximação ao custo de um tanque com capacidade para 2700 toneladas, obtido através de um contrato de *blending* da Galp Lubrificantes.

¹⁷ Um exemplo de cálculo encontra-se no Anexo D.

Data de vencimento	S_t^{USD}		r^*	u	y	F_t^{USD}	
	150 SN	500 SN				150 SN	500 SN
Fev. 2006	739.00	739.00	0.0335	0.0763	0.1090	739.09	739.09
Mar. 2006	739.00	739.00	0.0304	0.0760	0.1090	738.51	738.51
Abr. 2006	739.00	739.00	0.0279	0.0757	0.1090	737.66	737.66
Mai. 2006	739.00	739.00	0.0259	0.0754	0.1090	736.62	736.62
Jun. 2006	739.00	739.00	0.0242	0.0751	0.1090	735.43	735.43
Jul. 2006	739.00	739.00	0.0227	0.0748	0.1090	734.09	734.09
Ago. 2006	739.00	739.00	0.0215	0.0746	0.1090	732.63	732.63
Set. 2006	739.00	739.00	0.0203	0.0743	0.1090	731.08	731.08
Out. 2006	739.00	739.00	0.0193	0.0740	0.1090	729.44	729.44
Nov. 2006	739.00	739.00	0.0185	0.0738	0.1090	727.73	727.73
Dez. 2006	739.00	739.00	0.0177	0.0735	0.1090	725.94	725.94

Como o contrato efectuado entre os Lubrificantes e o cliente teve início em Janeiro de 2005, os preços médios mensais à vista dos óleos base definidos correspondem à média dos preços, em dólares, entre o dia 26 de Novembro e o dia 25 de Dezembro do ano anterior. As taxas isentas de risco discretas Libor do dólar e Euribor são transformadas em taxas contínuas e são as taxas em vigor na data da realização do contrato relativamente ao período dos contratos. As taxas dos custos de armazenagem são calculadas com base no preço fixo de 3.95€/tonelada/mês, convertido em dólares na data da realização dos contratos *forward* e transformados em taxas actualizadas ao momento 0.

De todos os *inputs* do Modelo *Cost-of-Carry*, o *convenience yield* é o mais complexo de calcular por não ser observável. Existem vários métodos para estimação deste parâmetro (ver, por exemplo, em Schwartz(1997) e Gibson e Schwartz(1990)) mas em todos eles o *convenience yield* é estimado implicitamente a partir dos preços de contratos de futuros sobre a mercadoria em causa. Uma vez que não existem contratos de futuros sobre óleos base, nenhum desses métodos é aplicável ao caso em análise.

Dado que o desenvolvimento de métodos eficazes de estimação deste parâmetro aplicáveis a estas circunstâncias ultrapassa o âmbito deste trabalho, optou-se por lhe atribuir o valor do *convenience yield* de uma mercadoria com características semelhantes e estimado com base num período amostral próximo de 2004. O valor utilizado (10.9%) é proposto por Casassus e Collin-Dufresne (2005) e corresponde ao *convenience yield* do *crude oil* WTI estimado a partir de uma amostra de preços semanais entre o dia 2 de Janeiro de 1990 e 5 de Agosto de 2003 e com base num modelo a três factores.

No entanto, tal como referido anteriormente, apesar dos preços dos óleos base serem determinados por índices internacionais expressos em dólares, a aquisição destas matérias-primas é liquidada em euros. Daqui resulta uma exposição cambial para a Unidade de Lubrificantes da Galp Energia: o risco de depreciação do euro face ao dólar, ou seja, o risco de subida da cotação USD/EUR. Para a cobertura desta exposição cambial, os preços nos contratos de aquisição de matéria-prima a prazo deverão ser fixados em euros.

A Tabela 4.10 resume os valores obtidos para as taxas de câmbio *forward* USD/EUR para as diferentes maturidades, resultantes da aplicação do Modelo *Cost-of-Carry*. A equação de avaliação relevante apresentada no capítulo 3, é dada por:

$$F_t^{USD/EUR} = S_t^{USD/EUR} e^{(r-r_f)(T-t)} \quad (4.2)$$

A Tabela 4.10 apresenta ainda os preços *forward* dos óleos base 150 SN e 500 SN em EUR/tonelada para as diferentes maturidades, resultantes da conversão para euros dos preços em dólares constantes na Tabela 4.9 às taxas de câmbio *forward* relevantes. Nela constam as taxas de câmbio USD/EUR à vista ($S_t^{USD/EUR}$), as taxas de câmbio USD/EUR *forward* ($F_t^{USD/EUR}$), as taxas Libor do dólar contínuas (r_f), as taxas EURIBOR contínuas (r) e os preços *forward* (F) em EUR/tonelada métrica correspondentes a cada óleo base e a cada contrato.

Tabela 4.10 –Taxa Libor do dólar, taxa Euribor, taxa de câmbio USD/EUR à vista na data da contratualização, taxas de câmbio USD/EUR *forward* e preços *forward* expressos em euros por tonelada métrica para os diferentes contratos

Data de vencimento	r_f	r	$S_t^{\text{USD/EUR}}$	$F_t^{\text{USD/EUR}}$	F_t^{EUR}	
					150 SN	500 SN
Fev. 2005	0.0208	0.0183	0.7522	0.7518	340.43	346.11
Mar. 2005	0.0198	0.0172	0.7522	0.7517	341.62	347.33
Abr. 2005	0.0189	0.0163	0.7522	0.7515	342.73	348.46
Mai. 2005	0.0181	0.0155	0.7522	0.7513	343.76	349.51
Jun. 2005	0.0175	0.0149	0.7522	0.7512	344.73	350.49
Jul. 2005	0.0168	0.0143	0.7522	0.7511	345.63	351.40
Ago. 2005	0.0162	0.0138	0.7522	0.7510	346.47	352.25
Set. 2005	0.0156	0.0133	0.7522	0.7508	347.25	353.05
Out. 2005	0.0151	0.0129	0.7522	0.7508	347.98	353.79
Nov. 2005	0.0146	0.0125	0.7522	0.7507	348.65	354.48
Dez. 2005	0.0141	0.0121	0.7522	0.7507	349.28	355.12

Data de vencimento	r_f	r	$S_t^{\text{USD/EUR}}$	$F_t^{\text{USD/EUR}}$	F_t^{EUR}	
					150 SN	500 SN
Fev. 2006	0.0208	0.0204	0.8347	0.8329	615.60	615.60
Mar. 2006	0.0198	0.0194	0.8347	0.8324	614.76	614.76
Abr. 2006	0.0189	0.0185	0.8347	0.8321	613.81	613.81
Mai. 2006	0.0181	0.0176	0.8347	0.8318	612.76	612.76
Jun. 2006	0.0175	0.0168	0.8347	0.8317	611.63	611.63
Jul. 2006	0.0168	0.0162	0.8347	0.8315	610.41	610.41
Ago. 2006	0.0162	0.0155	0.8347	0.8314	609.13	609.13
Set. 2006	0.0156	0.0150	0.8347	0.8314	607.79	607.79
Out. 2006	0.0151	0.0144	0.8347	0.8313	606.40	606.40
Nov. 2006	0.0146	0.0140	0.8347	0.8313	604.95	604.95
Dez. 2006	0.0141	0.0135	0.8347	0.8313	603.45	603.45

De acordo com a Tabela 4.9 verifica-se que os preços *forward* em USD, relativos a 2005, aumentam à medida que as maturidades dos contratos também aumentam. Estes resultados correspondem a uma situação de mercado normal: preços mais baixos para maturidades reduzidas e mais altos para maturidades longas, resultantes do facto de,

para maturidades mais longas, os custos de detenção da mercadoria (*Cost-of-Carry*), tais como armazenamento, seguro e juros de financiamento, serem maiores.

Relativamente ao ano de 2006, os preços *forward* em USD de ambos os óleos base decrescem com o aumento das maturidades dos contratos. Esta situação é caracterizada como uma situação de mercado invertido, preços mais altos para maturidades reduzidas e mais baixos para maturidades longas, reflexo de escassez da mercadoria no mercado.

Estes resultados são compatíveis com o contexto histórico vivido no mercado dos óleos base nesta altura. De facto, a passagem do furacão Katrina pela Costa Sudeste dos E.U.A., em Agosto de 2005, e o acentuado crescimento da procura destes produtos pela China e pela Índia provocou escassez de óleos base no mercado.

No entanto, os preços *forward* dos óleos base (Tabela 4.9) decorrem do facto de a *yield curve* do dólar apresentar, no início de 2006 uma inclinação bastante mais negativa que no início do ano de 2005, já que o *convenience yield* (y) foi assumido constante na análise. Perante esta situação do mercado conclui-se que o pressuposto de constância de y , adoptado na análise, é simplificador. Ele deveria ser crescente no período em causa.

Para a avaliação da estratégia de cobertura implementada, prossegue-se com a análise dos resultados obtidos.

ii) ANÁLISE DE RESULTADOS

A estratégia implementada tem o objectivo de reduzir/eliminar a exposição quer ao risco de subida dos preços dos óleos base quer ao risco de depreciação do euro face ao dólar.

Primeiro é necessário observar, numa perspectiva geral, a evolução dos preços à vista dos óleos base em USD e das taxas de câmbio à vista USD/EUR durante o período de cobertura para, posteriormente, analisar-se a eficácia da estratégia implementada.

As figuras seguintes apresentam as evoluções dos preços à vista dos óleos base em USD e das taxas de câmbio à vista USD/EUR no período em causa.

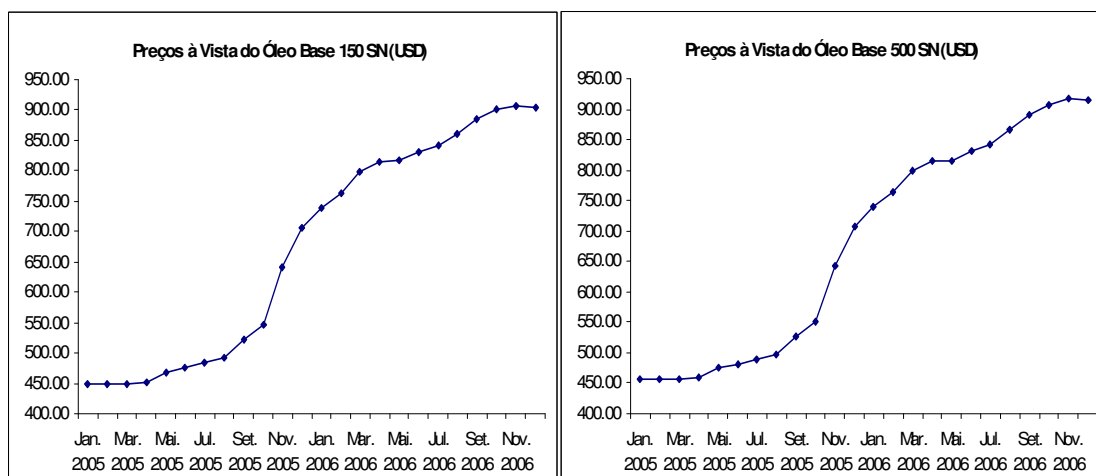


Figura 4.5 – Evolução dos preços à vista em USD dos óleos base 150 SN e 500 SN em 2005 e 2006

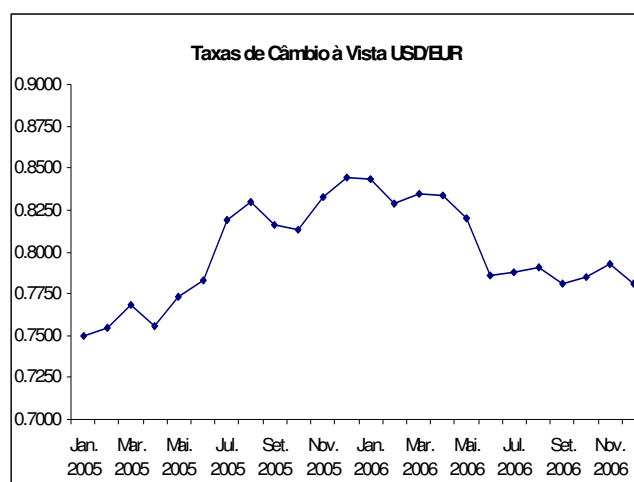


Figura 4.6 – Evolução das taxas de Câmbio à vista USD/EUR em 2005 e 2006

Da análise das Figuras 4.5 e 4.6, conclui-se que os preços à vista dos óleos base registaram uma evolução desfavorável (subiram ao longo de todo o período, apesar de mais acentuadamente em 2006) e que a taxa de câmbio USD/EUR evoluiu favoravelmente em 2005 (depreciação do euro face ao dólar), tendo sido desfavorável em 2006 (apreciação do euro face ao dólar).

Com a perspectiva de subida de preços, a estratégia com contratos *forward* pode, de facto, ser relevante para a diminuição dos riscos referidos.

A análise da eficácia da estratégia sugerida vai ser feita em dois níveis. Inicialmente vai admitir-se que o volume das encomendas de lubrificantes registado pela Unidade de Lubrificantes da Galp Energia corresponde às quantidades das matérias-primas utilizados na estratégia de cobertura (70% do volume máximo anual em 2005 e 80% em 2006), ou seja, as quantidades constantes na Tabela 4.8 ($Q = Q_{cob}$). Estes corresponderiam aos resultados que a estratégia proporcionaria se houvesse antevisão perfeita (ou se fossem contratualmente fixados) dos volumes mensais das encomendas do cliente. No segundo nível da análise, procede-se à avaliação dos resultados tendo em consideração os volumes efectivamente encomendados pelo cliente durante todo o período.

No pressuposto de as quantidades encomendadas serem iguais aos volumes utilizados na estratégia de cobertura, procedeu-se ao apuramento dos resultados na exposição inicial à vista (físico), dos resultados com a estratégia de cobertura (cobertura) e dos resultados consolidados das duas posições (consolidado) para ambas as mercadorias e ao longo dos dois anos em análise. A Tabela 4.11 resume esse apuramento em termos unitários.

Tabela 4.11 – Resultados de uma estratégia de cobertura longa: no Físico, na Cobertura e Consolidados em termos unitários

Resultado Físico	$S_t - S_T$
Resultado Cobertura	$S_T - F_t$
Resultado Consolidado	$(S_t - S_T) + (S_T - F_t) = S_t - F_t$

Os resultados totais expressos em dólares, apurados para as quantidades subjacentes à estratégia de cobertura, são apresentados nas Tabelas E.1 e E.2 (Anexo E) e nos gráficos da Figura 4.7.

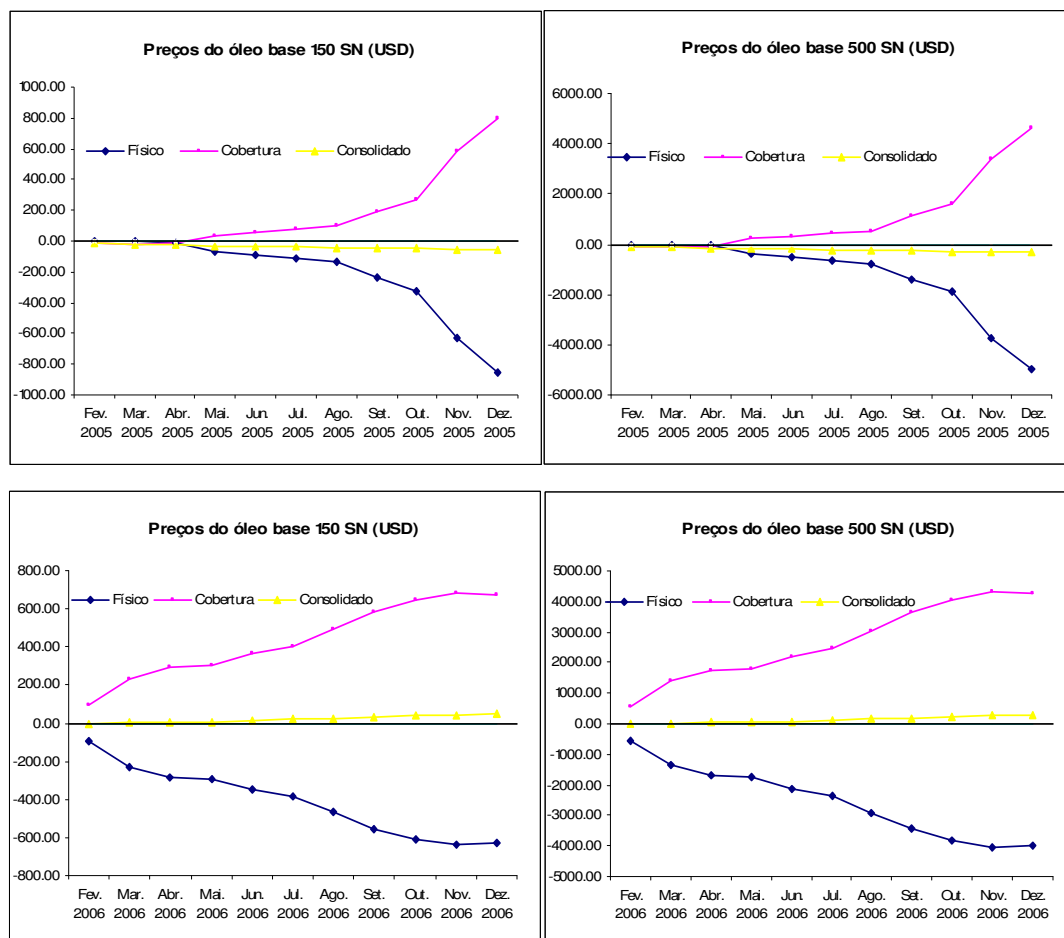


Figura 4.7 – Evolução dos resultados no físico, na cobertura e consolidados expressos em USD dos óleos base 150 SN e 500 SN relativamente a 2005 e 2006

Da análise destes resultados em dólares conclui-se que, se o volume de encomendas mensal fosse conhecido à partida, a estratégia ter-se-ia revelado muito eficaz. Os ganhos com a estratégia de cobertura compensam quase perfeitamente as perdas na posição à vista.

A Figura 4.8 resume os resultados cambiais unitários (ver Tabela E.3) relativamente à cobertura em 2005 e 2006.

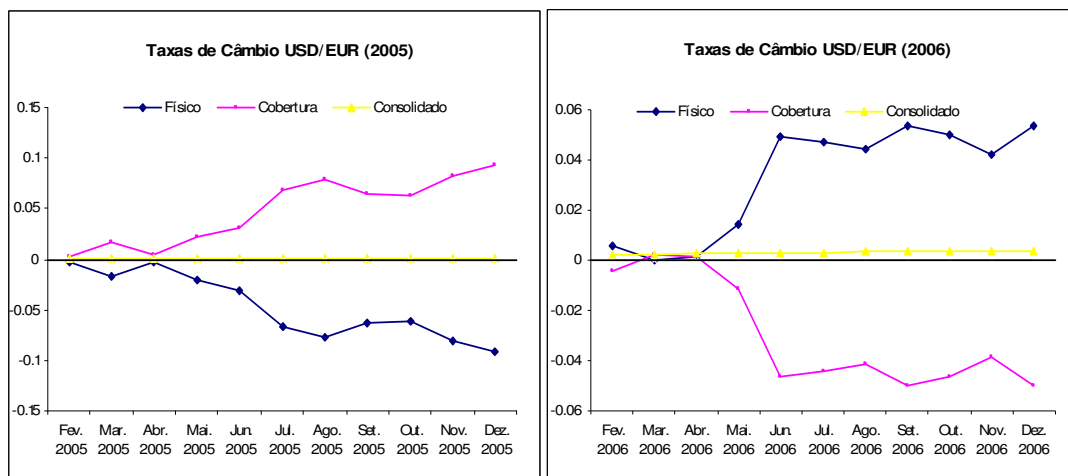


Figura 4.8 – Evolução dos resultados no físico, na cobertura e consolidado para as taxas de câmbio USD/EUR relativamente a 2005 e 2006

A estratégia implementada revelou-se igualmente muito eficaz no que respeita à gestão (eliminação) do risco cambial. No entanto, os resultados cambiais foram estruturalmente diferentes nos dois anos em análise. Em 2005 a evolução cambial foi desfavorável à Unidade de Lubrificantes da Galp Energia, daí que a estratégia de cobertura tenha proporcionado ganhos capazes de compensar as perdas na posição à vista. Em 2006 aconteceu o contrário, a evolução cambial foi favorável, e as perdas na estratégia de cobertura anularam os ganhos capazes proporcionados pela posição à vista.

Assim se conclui que a estratégia implementada foi a adequada tendo em vista a gestão do risco de preço dos óleos base e do risco cambial a que a Unidade de Lubrificantes da Galp Energia estava exposta. Estes teriam sido os resultados daí decorrentes no caso de as quantidades encomendadas fossem conhecidas à partida. No entanto, esse não é o caso. A Unidade de Lubrificantes da Galp Energia apenas conhece volumes máximos anuais. Este factor de incerteza, tem impacto sobre a eficácia da estratégia de cobertura e vai ser analisado mais à frente na análise.

A seguir faz-se o apuramento dos resultados efectivos em euros para a Unidade de Lubrificantes da Galp Energia, tendo em consideração os resultados na posição à vista

(função das quantidades efectivas) e na estratégia de cobertura (função das quantidades aí utilizadas). No caso da posição à vista inicial (físico), os resultados totais obtêm-se multiplicando os resultados unitários (iguais aos da Figura 4.7) pelas quantidades mensais efectivamente encomendadas pelo cliente (Q_{ef}) e apresentadas no Anexo C. No caso da estratégia de cobertura, os resultados totais obtêm-se multiplicando os resultados unitários (iguais aos da Figura 4.7) pelas quantidades médias mensais utilizadas nessa estratégia (Q_{cob}). Estes resultados são apresentados nos gráficos da Figura 4.9 (ver Tabelas E.4 e E.5).



Figura 4.9 – Evolução dos resultados no físico, na cobertura e consolidado para os preços em euros dos óleos base 150 SN e 500 SN relativamente a 2005 e 2006

A análise dos resultados permite concluir que as perdas verificadas na posição à vista inicial foram, em determinadas alturas, apenas em parte compensadas pelos ganhos na

cobertura. Isto aconteceu nos meses em que as quantidades das encomendas foram superiores às quantidades utilizadas na cobertura. Noutras alturas, as perdas no físico foram mais do que compensadas pelos ganhos na cobertura, dando origem a resultados consolidados positivos. Isto aconteceu, essencialmente, nos meses em que as quantidades encomendadas foram inferiores às quantidades utilizadas na cobertura.

As perdas acumuladas no físico ao longo de todo o ano de 2005 representam, no caso dos óleos base 150 SN, 14.7% do valor total da exposição nesse ano e ascendem a 17.1% no caso dos óleos base 500 SN. Após a consolidação destes resultados com os ganhos na cobertura, estas percentagens reduzem-se para 1.8% e 3.5%, respectivamente. (ver Tabelas E.6, E.7 e E.8).

No ano de 2006, a valorização do euro face ao dólar compensou parcialmente o efeito negativo da subida dos preços dos óleos base. Assim, no caso dos óleos base 150 SN, as perdas acumuladas no físico representam apenas 7.3% do valor total da exposição nesse ano e ascendem a 7.6% no caso do óleos base 500 SN. Após a consolidação destes resultados com os ganhos na cobertura, o resultado final acumulado é ligeiramente positivo, representando ganhos de 0.3% do valor total da exposição nesse ano para os óleos base 150 SN e ganhos de 0.7% para os óleos base 500 SN (ver Tabelas E.6, E.7 e E.8).

A estratégia de cobertura revelou-se globalmente eficaz, tendo proporcionado uma redução importante das perdas da Galp Energia.

Após a análise dos resultados efectivos, prossegue-se à análise dos desvios motivados pela incerteza relativamente aos volumes mensais das encomendas, o que implica que as quantidades das matérias-primas necessárias para fazer face aos volumes efectivamente encomendados de lubrificantes sejam diferentes das quantidades utilizadas na estratégia de cobertura. Na Figura 4.10 apresentam-se as quantidades que efectivamente são necessárias para proceder às encomendas e os desvios relativamente às quantidades das coberturas ($\text{Desvio} = Q_{\text{ef}} - Q_{\text{cob}}$). Ver também Tabela E.9 (em anexo).

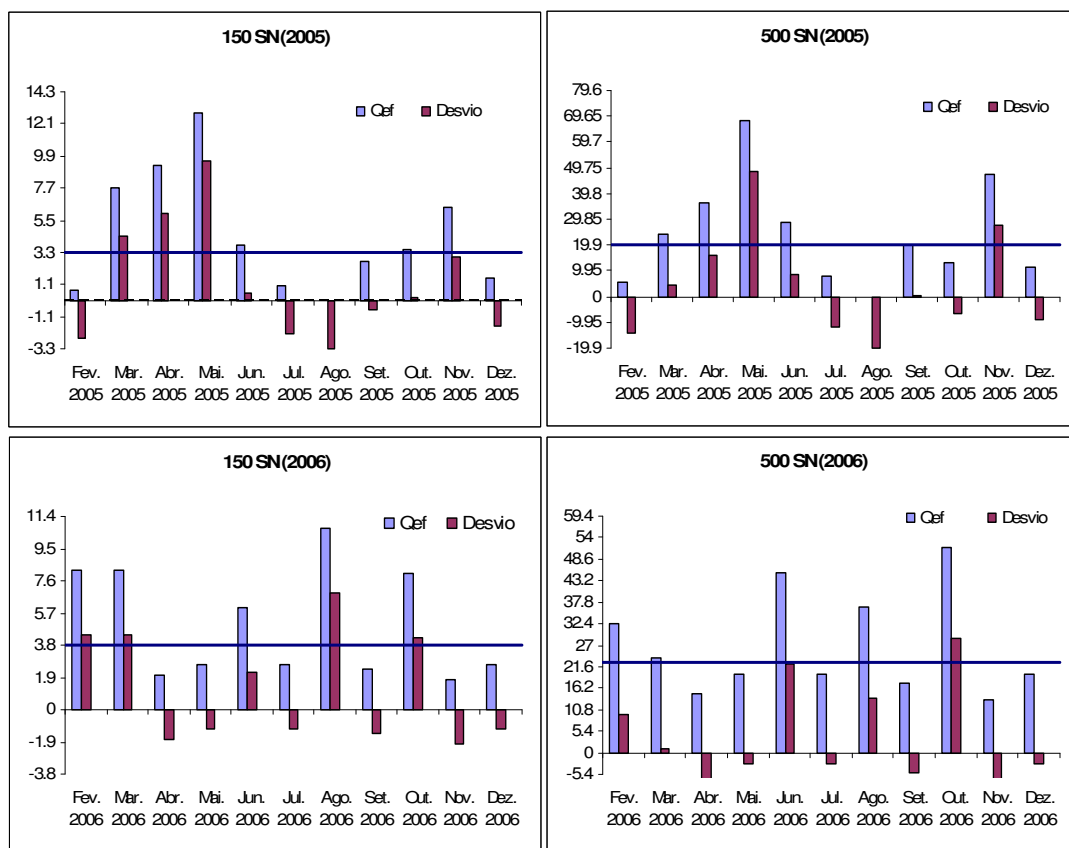


Figura 4.10 – Análise dos desvios entre as quantidades efectivas (Q_{ef}) e as quantidades utilizadas na cobertura para os óleos base 150 SN e 500 SN relativamente a 2005 e 2006

Idealmente, os desvios deveriam ser tendencialmente nulos e não negativos. De facto, se um desvio positivo dá origem a uma situação de cobertura parcial da posição à vista, um desvio negativo gera uma exposição ao risco de preço de sentido contrário à que se pretendia cobrir inicialmente. Nesta última situação, a unidade de negócios ver-se-á obrigada a comprar matérias-primas sem ter procura de lubrificantes para onde os canalizar. A Unidade de Lubrificantes da Galp Energia vê os seus *stocks* de óleos base aumentar e passa, em relação a eles, a estar exposta ao risco de descida do preço das matérias-primas (registando ganhos com subidas). É, pois, relevante analisar o impacto da ocorrência destes desvios sobre os resultados efectivos consolidados.

A Tabela 4.12 sintetiza o essencial desta análise, pondo em evidência o resultado consolidado que decorreria de desvios nulos nas quantidades (resultado consolidado com a cobertura) e os resultados que decorrem dos desvios (resultado no físico das

quantidades não cobertas: $Q_{ef}-Q_{cob}$). Os gráficos da Figura 4.11 concretizam a análise para todo o período de cobertura (valores constantes na Tabela E.10)

Tabela 4.12 – Resultados consolidados relativos às quantidades cobertas, resultados no físico das quantidades não cobertas e resultados consolidados efectivos, expressos em euros

Resultado consolidado com a cobertura	$(S_t - F_t)Q_{cob}$
Resultado no físico das quantidades não cobertas	$(S_t - S_T)(Q_{ef} - Q_{cob})$
Resultado consolidado efectivo	$(S_T - F_t)Q_{cob} + (S_t - S_T)Q_{ef}$



Figura 4.11 – Resultados do consolidado com a cobertura, resultados no físico para as quantidades não cobertas e os resultados do consolidado efectivo para os óleos base 150 SN e 500 SN relativamente a 2005 e 2006

Em 2005, a decomposição dos resultados referentes aos óleos base 150 SN permite verificar que, no caso de as quantidades efectivas serem as mesmas das quantidades

utilizadas na cobertura, as perdas obtidas são de 1.5% do valor total da exposição no mercado à vista nesse mesmo ano. Com os desvios das quantidades, as perdas no físico são de 0.3%. De facto, as perdas efectivas são de 1.8%. Relativamente aos óleos base 500 SN, as perdas são de 1.8% na cobertura e 1.7% no físico para os desvios das quantidades.

No ano de 2006, a cobertura permite ganhos de 1.5% e de 1.6% na cobertura e perdas de 1.2% e de 0.9% no físico para os desvios das quantidades, respectivos aos óleos base 150 SN e 500 SN. Assim, obtém-se ganhos efectivos de 0.3% para o 150 SN e 0.7% para o 500 SN.

As principais conclusões que daqui decorrem são:

- No caso de as quantidades utilizadas na cobertura serem iguais às que efectivamente são necessárias, as perdas e os ganhos são os relativos aos apresentados na cobertura. Nestas circunstâncias a estratégia proposta teria sido muito eficaz, conclusão que resulta da reduzida volatilidade dos resultados consolidados com a cobertura e do facto de eles serem muito próximos de zero.

- Apesar da incerteza relativamente ao volume mensal das encomendas do cliente, a estratégia implementada foi eficaz, na medida em que os resultados no físico, resultantes dos desvios nas quantidades, correspondem, em termos anuais, a percentagens muito reduzidas do valor total da exposição inicial, mesmo com a elevada volatilidade mensal desta rubrica.

Pela análise geral dos resultados conclui-se que a estratégia proposta é eficaz na gestão do risco de preço dos óleos base. No caso de as quantidades que efectivamente são necessárias para a produção dos lubrificantes pedidas pelo cliente serem conhecidas, o risco da subida de preço seria eliminado, isto é, as perdas obtidas no mercado à vista são compensadas com os ganhos obtidos na utilização da estratégia de cobertura. De facto, os resultados da estratégia apontam no sentido de um desempenho positivo, na medida em que as perdas consolidadas são significativamente inferiores às registadas na posição no mercado à vista.

5. CONCLUSÃO

Devido ao aumento significativo dos preços dos óleos base, é necessário encontrar uma estratégia que possibilite a diminuição de exposição ao risco da variação do preço. Como foi referido anteriormente, este estudo consiste fundamentalmente em verificar se uma das estratégias de cobertura de risco com contratos de futuros do petróleo *light sweet* ou de um dos seus derivados, gasolina e *heating oil*, ou com contratos *forward* é eficaz na gestão de risco dos preços dos óleos base.

Na revisão da literatura refere-se que a utilização de instrumentos de derivados pode ser relevante na gestão dos riscos inerentes às actividades das empresas. Os mercados de derivados, além de permitirem a protecção de riscos inerentes, permitem que a informação seja obtida com maior facilidade, tornando o mercado mais eficiente. A gestão de riscos tem um papel fundamental para a gestão financeira de uma empresa, embora, por si só, não seja a sua actividade principal. Esta poderá viabilizar a sua sobrevivência, de modo a proteger os ganhos provenientes das suas vendas.

Quando as empresas vendem os seus produtos (no caso analisado a Unidade de Lubrificantes da Galp Energia vende óleos ou massas lubrificantes) são confrontadas com situações de alterações do preço das matérias-primas.

Frequentemente, como o mercado dos lubrificantes é bastante concorrencial, as empresas que produzem e comercializam lubrificantes realizam contratos de venda a preço fixo com duração de médio e longo prazo. Em períodos de subidas dos preços dos óleos base, regidos pelos índices do ICIS-Lor, o negócio que se realiza com o cliente pode deixar de ser rentável, ou seja, as suas margens tornam-se reduzidas ou mesmo negativas. Os custos acrescidos nos preços das matérias-primas provocam dificuldades financeiras por parte destas empresas, sendo, por isso, necessário cobrir os riscos associados. O *case study* analisado diz respeito à cobertura do risco de preço dos óleos base decorrente de um contrato de 5 anos com um dos principais clientes da Unidade de Lubrificantes da Galp Energia.

No que toca à diminuição dos riscos inerentes a esta actividade, a implementação de uma estratégia de cobertura com a utilização de instrumentos de derivados pode ser

eficaz. Relativamente ao caso prático, os maiores riscos subjacentes à actividade são o risco de subida dos preços das matérias-primas e o risco de depreciação do euro face ao dólar. Torna-se, pois, necessário estudar as melhores estratégias para cobertura destes riscos. No presente estudo foram privilegiados os mercados de futuros e de *forwards*.

Assim, tal como aconteceu no mercado do petróleo e de alguns dos seus derivados, surge a necessidade de se criarem instrumentos de transmissão do risco da variação dos preços dos óleos base. De facto, não existem contratos de derivados sobre óleos base nem existe um mercado fora de bolsa estabelecido para estas matérias-primas. Por esta via, as estratégias de gestão de risco de preço dos óleos base são implementação mais complexa.

Primeiro foi necessário encontrar contratos de futuros sobre um activo subjacente cujos preços estivessem fortemente correlacionado com o preço do activo de exposição inicial, ou seja, com os preços dos óleos base. Estas escolhas permitem minimizar o risco da base associado às mudanças no valor da sua carteira coberta. Os contratos de futuros que à partida se esperaria estarem mais correlacionados com os preços dos óleos base são os contratos sobre o petróleo *light sweet* e sobre os derivados deste, a gasolina e *heating oil*, transaccionados na bolsa NYMEX (a bolsa internacional mais líquida neste segmento). Posteriormente, fez-se a análise das estratégias de cobertura cruzada daí decorrentes. Os três modelos analisados com o objectivo de encontrar o rácio óptimo de cobertura não se mostraram eficazes, ou seja, através do teste de eficácia desta estratégia, verifica-se que os preços dos óleos base não são explicados pelos preços dos contratos futuros. Os resultados revelam que a estratégia não seria eficaz na cobertura do risco de variação dos preços dos óleos base.

Foi, ainda, analisada uma estratégia alternativa mas com contratos *forward*. Na determinação dos preços *forward* dos óleos base foi utilizado o modelo de avaliação destes instrumentos, o Modelo *Cost-of-Carry*.

A estratégia implementada baseia-se na realização de 11 contratos *forward* mensais entre o vendedor e o comprador dos óleos base, com datas de vencimento diferentes, isto é, entre Fevereiro e Dezembro do ano em causa. Após um ano, com a revisão dos preços dos contratos efectuados entre a Unidade de Lubrificantes e o cliente, realizam-se novos contratos *forward* e com o mesmo fundamento.

Os preços das matérias-primas estão cotados em dólares e são comprados em euros. Para além do risco de preço, o negócio dos Lubrificantes também está exposto ao risco cambial. Desta forma foi necessário caracterizar, para além dos *forward* dos óleos base, os *forward* cambiais para o mesmo período.

Da análise desta estratégia, verifica-se que as perdas obtidas nos resultados físicos são compensadas pelos ganhos obtidos na estratégia implementada. Em 2005 as perdas são de 1.8% para os óleos base 150 SN e 3.5% relativamente aos óleos base 500 SN. Em 2006, face aos preços em dólares, as perdas são da ordem dos 1.5% para ambos os óleos base e, face aos preços em euros, os ganhos rondam os 0.5%. Conclui-se que os ganhos são relevantes pela valorização do euro face ao dólar.

Das duas estratégias estudadas, os valores obtidos na estratégia de cobertura com contratos *forward* evidenciam um desempenho superior ao da estratégia de cobertura com contratos sobre futuros.

A principal limitação deste trabalho diz respeito ao valor do *convenience yield* utilizado na análise. A inexistência de contratos de futuros sobre os óleos base inviabiliza a utilização dos modelos propostos pela literatura para a sua estimação. Optou-se por utilizar na análise um valor constante para todo o período e que foi retirado de um estudo empírico sobre o petróleo.

A gestão do risco de preço dos óleos base foi implementada no âmbito de apenas um contrato de longo prazo da Unidade de Lubrificantes da Galp Energia. Tal não representa uma limitação mas sim uma simplificação da análise. A estratégia sugerida deverá ser implementada a nível global, para todos os contratos de fornecimento em aberto.

A melhor solução para a Unidade de Lubrificantes da Galp Energia seria conseguir contratar com os fornecedores, interno ou outro, o fornecimento de óleos base em condições semelhantes às que define com os seus clientes de lubrificantes, ou seja, através de contratos de média ou longa duração que prevejam o fornecimento de matérias-primas a preços de compra fixos e estabelecendo volumes máximos anuais. Apenas nestas circunstâncias conseguiria eliminar a totalidade da sua exposição ao risco de preço dos óleos base. Por esta via a empresa conseguiria fixar a margem de venda

dos seus produtos. Nestas circunstâncias o grande problema associado ao caso estudado – a incerteza quanto à data da recepção de encomendas – deixaria de ser relevante.

Como temas de investigação futura sugere-se dois:

- Por um lado, o desenvolvimento de modelos para a estimação do *convenience yield* dos óleos base que não dependam da disponibilidade de preços de contratos derivados sobre essas mercadorias;

- Por outro lado, o desenvolvimento de modelos robustos de previsão dos preços à vista dos óleos base para, com base neles, melhor definir os preços a fixar nos contratos de fornecimento de lubrificantes a médio e longo prazo. A utilização destes modelos é fundamental para a gestão do negócio, evitando reduções das margens das vendas resultante de uma desadequada previsão dos preços das matérias-primas.

BIBLIOGRAFIA

- Aggarwal, R. e Demaskey, A. L. (1997), "Using Derivatives in Major Currencies for Cross-Hedging Currency Risks in Asian Emerging Markets", *The Journal of Futures Markets*, 17(7), 781-790.
- Allayannis, George e Weston, James (2001), "The Use of Foreign Currency Derivatives and Firm Market Value", *Review of Financial Studies*, 14(1), 243-276.
- Anderson, R.W. e Danthine, J.P. (1981), "Cross Hedging", *Journal of Political Economy*, 89(6), 1182-1196.
- Bailey, W. e Koh, A. (2005), "Hedging spot fuel oil in Singapore: Will the new SIMEX contract succeed?", *Asia Pacific Journal of Management*, 7, 97-107.
- Benninga, S.; Eldor, R. e Zilcha, I. (1984), "The Optimal Hedge Ratio in Unbiased Futures Markets," *The Journal of Futures Markets*, 4(2), 155-159.
- Bodnar, Gordon; Gregory, Hayt e Marston, Richard (1998), "Wharton Survey of Financial Risk Management by U.S. Non-financial Firms", *Financial Management*, 27(4), 70-91.
- Bollerslev T. (1986), "A generalized Autoregressive Conditional Heteroschedasticity", *Journal of Econometrics*, 31, 307-327.
- Bollerslev, T e Engle, R.F. (1986), "Modelling the Persistence of Conditional Variances", *Econometric Reviews*, 5, 1-50.
- Brennan, M. J. e Schwartz, E. S. (1985), "Evaluating Natural Resource Investments", *Journal of Business*, 58(2) 135-157.
- Brown, S. L. (1985), "A Reformulation of the Portfolio Model of Hedging" *American Journal of Agricultural Economics*, 68(4), 508-512.
- Carter, David A.; Rogers, Daniel A. e Simkins, Betty J. (2002), "Does Fuel Hedging Make Economic Sense? The case of the U.S. Airline Industry", *Oklahoma State University*.

- Carter, C. A. e Giha, C. L. R. (2007), “The Working Curve and Commodity Storage under Backwardation”, *American Journal of Agricultural Economics*, 89(4), 864-872.
- Casassus, J. e Collin-Dufresne, P. (2005), “Stochastic Convenience Yield Implied from Commodity Futures and Interest Rates”, *Journal of Finance*, 60(5), 2283–2331.
- Clark, E.; Tan, M e Tunaru R (2004), “Cross Hedging Jet Fuel on the Singapore Spot Market” *International Journal of Banking and Finance*, 1(2).
- Clayton, R. e Ghosh, A. (1996), “Hedging with International Stock Index Futures: An Intemporal Error Correction Model”, *The Journal of Financial Research*, 19(4), 477-491.
- Cornell, B. e French, K. R. (1983), “Taxes and the Pricing of Stock Index Futures”, *The Journal of Finance*, 38(3), 675-694.
- Ederington, L. H. (1979), "The Hedging Performance of the New Futures Markets", *The Journal of Finance*, 34(1), 157-170.
- Engle, R. F. (1982), “Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of U.K. inflation”, *Econometrica*, 50, 987-1008.
- Engle, R. F. e Granger, C. W. J. (1987), “Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing”, *Econometrica*, 55(2), 251-276.
- Fama, E. F. e French, K. R. (1987), “Commodity Futures Prices: Some Evidence on Forecast Power, Premiums, and the Theory of Storage”, *Journal of Business*, 60(1), 55-73.
- Floros, C. e Vougas, D. V. (2006), “Hedging Effectiveness in Greek Stock Index Futures Market, 1999-2001”, *International Research Journal of Finance and Economics*, 5, 7-18.
- Froot, K.; Stein, J. C. e Scharfstein, D. (1992), “Risk Management: Coordinating Corporate Investment and Financing Policies”, *Journal of Finance*, 48(5), 1629-1657.
- Géczy, Christopher, Bernadette Minton e Catherine Schrand (1997), “Why Firms Use Currency Derivatives”, *The Journal of Finance* 52(4), 1323-1354.

- Géczy, Christopher; Minton, Bernadette e Schrand, Catherine (2002), “Choices Among Alternative Risk Management Strategies: Evidence from the Natural Gas Industry”, Working Paper, University of Pennsylvania, Wharton School of Economics, 2002.
- Ghosh, A. (1993), “Hedging with Stock Index Futures: Estimation and Forecasting with Error Correction Model”, *The Journal of Futures Markets*, 13(7), 743-752.
- Gibson, R. e Schwartz, E. S. (1990), “Stochastic Convenience Yield and the Pricing of Oil Contingent Claims”, *The Journal of Finance* 45(3), 959-976.
- Graham, J.R. e Rogers, D.A. (2002), “Do Firms Hedge in Response to Tax Incentives?”, *Journal of Finance*, 57(2), 815-839.
- Guay, Wayne e S.P. Kothari (2003), “How Much do Firms Hedge with Derivatives?” *Journal of Financial Economics* 70(3), 423-461.
- Gujarati, Damodar N. (2006), *Essentials of econometrics*, 3rd Edition, São Paulo: MacGraw-Hill.
- Haushalter, David (2000), “Financing Policy, Basis Risk, and Corporate Hedging: Evidence from Oil and Gas Producers”, *Journal of Finance* 55(1), 107-52.
- Howard, C. e D’Antonio, L. (1984), “A Risk-Return Measure of Hedging Effectiveness”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 19(1), 101-111.
- Hull J. C. (2005), “Options, Futures and Other Derivatives”, 6th Edition, Ptentice Hall
- In, F. e Kim, S. (2006), “The Hedge Ratio and Empirical Relationship between the Stock and Futures Markets: A New Approach Using Wavelet Analysis”, *Journal of Business*, 79(2), 799-820.
- Jin, Yambo e Jorion, Philippe (2006), “Firm Value and Hedging: Evidence from U.S. Oil and Gas Producers”, *Journal of Finance*, 61(2), 893-919.
- Johnson L.L. (1960), “The Theory of Hedging and Speculation in Commodity Futures”, *Review of Economic Studies*, 27(3), 139-151.
- Jorion, Philippe (1991), “The Pricing of Exchange Rate Risk in the Stock Market”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 26(3), 363-376.

- Kavussanos, M. G. e Nomikos, N. K. (2000), “Futures Hedging when the Structure of the Underlying Asset Changes: The Case of the BIFFEX contract”, *The Journal of Futures Markets*, 20(8), 775-801.
- Myers, R.J. e Thompson, S.R. (1989), “Generalized Optimal hedge Ratio Estimation”, *American Journal of Agricultural Economics*, 71(4), 858-868.
- Modigliani, F. e Miller, M. H. (1958), “The Cost of Capital, Corporate Finance, and the Theory of Investment”, *American Economic Review*, 48(3), 261-97.
- Pennings, J. M. E. e Meulenbergh, M. T. G. (1997), “Hedging Efficiency: a Futures Exchange Management Approach”, *The Journal of Futures Markets*, 17(5), 599-615.
- Raju, S. S. (2005), “Risk Return Trade-Offs from Hedging Oil Price Risk in Ecuador”, *Journal of Emerging Market Finance*, 4(1), 27-41.
- Schwartz, E. S. (1997), “The Stochastic Behavior of Commodity Prices: Implication for Valuation and Hedging”, *The Journal of Finance*, 52(3), 923-973.
- Schwartz, E. e Smith, J. E. (2000), “Short-Term Variations and Long-Term Dynamics in Commodity Prices”, *Management Science*, 46(7), 893-911.
- Smith, Clifford e Stulz, René (1985), “The Determinants of Firm’s Hedging Policies”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 20(4), 391-405.
- Stein J.L. (1961), “The Simultaneous Determination of Spot and Futures Prices”, *American Economic Review*, 51(5), 1012-1025.
- Switzer, L. N. e El-Khoury, M. (2007), “Extreme Volatility Speculative Efficiency and the Hedging Effectiveness of the Oil Futures Markets”, *The Journal of Futures Markets*, 27(1), 61-84.
- Tufano Peter (1996), “Who Manages Risk? An Empirical Examination of Risk Management Practices in the Gold Mining Industry”; *The Journal of Finance*, 51(4), 1097-1137.
- Working, H. (1949), “The Theory of Price Storage”, *American Economic Review*, 39(6), 1254-1262.

Zimmermann, Heinz e Gibson, Rajna (1994), “The Benefits and Risks of Derivative Instruments: in Economic Perspective”. Université de Lausanne. Switzerland.

Dados dos preços futuros de contrato de futuros transaccionados no NYMEX provenientes em *The Energy Information Administration (EIA)*:
<http://www.eia.doe.gov/>

Cotações dos preços dos óleos base 150 SN, 500 SN e Bright Stock AIV transaccionados no ICIS-Lor: http://www.icispricing.com/il_home.asp

Normas internas da empresa e informação da Galpenergia: www.galpenergia.com

Descrição dos contratos de futuros do petróleo WTI, gasolina reformulada e *heating oil*, transaccionados na bolsa NYMEX: www.nymex.com

Descrição do contrato de futuros do petróleo Brent, transaccionado na bolsa ICE: www.theice.com

Taxas de juro EURIBOR: www.euribor.com

Taxas de juro LIBOR: <http://www.bba.org.uk>

Taxas de câmbio Euro/Dólar: <http://www.forecasts.org/data/data/EXUSEU.htm>

ANEXOS

ANEXO A. DESCRIÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES DOS CONTRATOS DE FUTUROS

Especificação do contrato WTI Futures (NYMEX)

Unidade de negociação	1000 barris (42.000 galões)
Método de cotação	USD/barril e centimos/barril
Mínima variação (<i>tick</i>)	0,01 USD/barril (10 USD/contrato)
Máxima variação	10 USD/barril (10000 USD/barril)
Margem inicial	3300 USD
Margem de manutenção	3630 USD (110% da Margem inicial)
Vencimentos	Dezembro
Último dia de negociação	Terceiro dia útil anterior ao 25º dia de calendário do mês que precede o mês de vencimento
Liquidação no vencimento	Física
Local de entrega	Cushing, Oklahoma
Horário de negociação	9h00 / 14h30 (Horário de Nova Iorque)

Nota: Início a 30 de Março de 1983.

Especificação do contrato Reformulated Regular Gasoline Futures (NYMEX)

Unidade de negociação	42.000 galões (1000 barris)
Método de cotação	USD/galão e centimos/galão
Mínima variação (<i>tick</i>)	0,0001 USD/galão (4.20 USD/contrato)
Máxima variação	0.25 USD/galão (10500 USD/barril)
Margem inicial	3300 USD
Margem de manutenção	3630 USD (110% da Margem inicial)
Vencimentos	36 meses após a realização do contrato
Último dia de negociação	O último dia útil mês que precede o mês de vencimento
Liquidação no vencimento	Física
Local de entrega	New York, Harbor
Horário de negociação	9h00 / 14h30 (Horário de Nova Iorque)

Nota: Início a 3 de Dezembro de 1984 e terminou a 29 de Dezembro de 2006, sendo substituído pelo contrato de RBOB *Regular Gasoline* cujo começo foi no dia 3 de Outubro de 2005.

Especificação do contrato Heating Oil Futures (NYMEX)

Unidade de negociação	42.000 galões (1000 barris)
Método de cotação	USD/galão e centavos/galão
Mínima variação (<i>tick</i>)	0,0001 USD/galão (4.20 USD/contrato)
Máxima variação	0.25 USD/galão (10500 USD/barril)
Margem inicial	3300 USD
Margem de manutenção	3630 USD (110% da Margem inicial)
Vencimentos	36 meses após a realização do contrato
Último dia de negociação	O último dia útil mês que precede o mês de vencimento
Liquidação no vencimento	Física
Local de entrega	New York, Harbor
Horário de negociação	9h00 / 14h30 (Horário de Nova Iorque)

Nota: Início a 2 de Janeiro de 1980.

ANEXO B. CORRELAÇÕES E SUMÁRIO DAS ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DOS PREÇOS À VISTA E PREÇOS FUTUROS

Correlações

	150SN	500SN	BSAIV
GASOLINA	0.763227	0.767784	0.689377
HEATING OIL	0.78311	0.791231	0.773121
CRUDE OIL	0.792513	0.801543	0.766868

Sumário das Estatísticas Descritivas

	150SN	500SN	BSAIV	GASOLINA	HEATING OIL	CRUDE OIL
Mean	331.5	331.95	393.43	91.23448	83.942	31.03044
Median	342.5	341.25	382.5	88.11	78.86	29.61
Maximum	447.5	455	595	141.65	156.81	55.17
Minimum	212.5	212.5	300	50.61	49.99	18.08
Std. Dev.	59.74847	61.49634	59.10613	19.57616	20.05493	6.840578
Skewness	-0.2299	-0.15208	1.580715	0.523148	1.252702	1.101972
Kurtosis	2.247847	2.230783	5.718831	3.143868	4.777052	4.578814
Jarque-Bera	8.095285	7.127203	181.1112	11.61912	98.28082	76.56275
Probability	0.017463	0.028337	0	0.002999	0	0
Sum	82875	82987.5	98357.5	22808.62	20985.5	7757.61
Sum Sq. Dev.	888900	941668.1	869890	95423.29	100147.8	11651.58
Observations	250	250	250	250	250	250

ANEXO C. QUANTIDADES EFECTIVAS MENSAIS VENDIDAS AO CLIENTE

Ano 2005

Data	Quantidade (ton mt)	150 SN	500 SN
31/01/2005	4.50	0.45	3.38
28/02/2005	7.50	0.75	5.63
31/03/2005	37.00	7.70	24.15
30/04/2005	53.00	9.30	36.15
31/05/2005	96.00	12.85	68.10
30/06/2005	38.00	3.80	28.50
31/07/2005	10.50	1.05	7.88
30/09/2005	27.00	2.70	20.25
31/10/2005	19.50	3.45	13.28
30/11/2005	63.25	6.33	47.44
31/12/2005	15.00	1.50	11.25

Ano 2006

Data	Quantidade (ton mt)	150 SN	500 SN
31/01/2006	34.00	3.40	25.50
28/02/2006	47.50	8.25	32.48
31/03/2006	37.00	8.20	23.70
30/04/2006	20.00	2.00	15.00
31/05/2006	26.50	2.65	19.88
30/06/2006	60.00	6.00	45.00
31/07/2006	26.50	2.65	19.88
31/08/2006	56.50	10.65	36.38
30/09/2006	23.50	2.35	17.63
31/10/2006	70.00	8.00	51.60
30/11/2006	18.00	1.80	13.50
31/12/2006	26.50	2.65	19.88

ANEXO D. EXEMPLO DE CÁLCULO

Para o mês de Março de 2005 e para o óleo base 150 SN

i) Para o cálculo do preço *forward* em dólares:

$$F_t = S_t e^{(r+u-y)(T-t)}$$

$Q_0 = 3.3$ toneladas

$S_0 = \$1481.40$

$r_{\text{LIBOR}} = 1.985\%$

$u = ?$

$U_0 = €3.95$

Actualizando o custo de armazenagem do mês de Março e multiplicando pela quantidade, obtém-se um custo de €39.04.

Converte-se o custo expresso em euros para dólares usando a taxa de câmbio da data da realização do contrato, ou seja, USD/EUR = 0.752162. Obtém-se um custo de armazenagem de \$51.91.

Para a obtenção da taxa do custo de armazenagem usa-se a seguinte equação:

$$e^{u(T-t)} = 1 + \frac{U}{S}$$

Para o mês de Março, obtém-se uma taxa de 13.77%.

$y = 10.9\%$

$T-t = 3$

$F_{\text{USD}} = \$1499.81$

ii) Para a conversão do preço *forward*, expresso em dólares, em euros:

$$F_t = S_t e^{(r-r_f)(T-t)}$$

S (taxa de câmbio relativamente à data da realização do contrato) = 0.752162

$r_{\text{EURIBOR}} = 1.721\%$

$r_{\text{LIBOR}} = 1.985\%$

$T-t = 3$

$F_{\text{USD/EUR}} = 0.7517 \text{ €/€}$

$F_{\text{EUR}} = F_{\text{USD}} \times F_{\text{USD/EUR}} = €1127.36$

ANEXO E. TABELAS

Tabela E.1 – Resultados no físico, na cobertura e consolidados expressos em dólares para as quantidades utilizadas na cobertura relativamente ao óleo base 150 SN

Data de vencimento	150 SN (Q = Q _{Cob} = 3.3 toneladas)					
	S _t	S _T	F _t	Res. Físico	Res. Cobertura	Res. Consolidado
Fev. 2005	449.00	449.00	452.79	0.00	-12.51	-12.51
Mar. 2005	449.00	449.00	454.49	0.00	-18.11	-18.11
Abr. 2005	449.00	451.50	456.06	-8.25	-15.05	-23.30
Mai. 2005	449.00	469.00	457.53	-66.00	37.86	-28.14
Jun. 2005	449.00	476.50	458.91	-90.75	58.05	-32.70
Jul. 2005	449.00	484.00	460.18	-115.50	78.60	-36.90
Ago. 2005	449.00	491.50	461.37	-140.25	99.44	-40.81
Set. 2005	449.00	521.50	462.47	-239.25	194.79	-44.46
Out. 2005	449.00	546.50	463.49	-321.75	273.93	-47.82
Nov. 2005	449.00	640.50	464.43	-631.95	581.02	-50.93
Dez. 2005	449.00	706.50	465.29	-849.75	795.99	-53.76

Data de vencimento	150 SN (Q = Q _{Cob} = 3.8 toneladas)					
	S _t	S _T	F _t	Res. Físico	Res. Cobertura	Res. Consolidado
Fev. 2006	739.00	764.00	739.09	-95.00	94.64	-0.36
Mar. 2006	739.00	799.00	738.51	-228.00	229.87	1.87
Abr. 2006	739.00	814.00	737.66	-285.00	290.08	5.08
Mai. 2006	739.00	816.50	736.62	-294.50	303.53	9.03
Jun. 2006	739.00	831.50	735.43	-351.50	365.06	13.56
Jul. 2006	739.00	840.88	734.09	-387.13	405.80	18.68
Ago. 2006	739.00	861.50	732.63	-465.50	489.70	24.20
Set. 2006	739.00	885.50	731.08	-556.70	586.78	30.08
Out. 2006	739.00	900.25	729.44	-612.75	649.08	36.33
Nov. 2006	739.00	906.50	727.73	-636.50	679.34	42.84
Dez. 2006	739.00	904.00	725.94	-627.00	676.61	49.61

Tabela E.2 – Resultados no físico, na cobertura e consolidados expressos em dólares para as quantidades utilizadas na cobertura relativamente ao óleo base 500 SN

Data de vencimento	500 SN (Q =Q _{Cob} = 19.9 toneladas)					
	S _t	S _T	F _t	Res. Físico	Res. Cobertura	Res. Consolidado
Fev. 2005	456.50	456.50	460.35	0.00	-76.71	-76.71
Mar. 2005	456.50	456.50	462.08	0.00	-111.01	-111.01
Abr. 2005	456.50	459.00	463.68	-49.75	-93.10	-142.85
Mai. 2005	456.50	475.88	465.17	-385.56	213.02	-172.55
Jun. 2005	456.50	481.50	466.57	-497.50	297.01	-200.49
Jul. 2005	456.50	489.00	467.87	-646.75	420.53	-226.22
Ago. 2005	456.50	496.50	469.07	-796.00	545.77	-250.23
Set. 2005	456.50	526.50	470.20	-1393.00	1120.44	-272.56
Out. 2005	456.50	551.50	471.23	-1890.50	1597.31	-293.19
Nov. 2005	456.50	643.50	472.19	-3721.30	3409.03	-312.27
Dez. 2005	456.50	706.50	473.06	-4975.00	4645.39	-329.61

Data de vencimento	500 SN (Q =Q _{Cob} = 22.8 toneladas)					
	S _t	S _T	F _t	Res. Físico	Res. Cobertura	Res. Consolidado
Fev. 2006	739.00	764.00	739.09	-570.00	567.85	-2.15
Mar. 2006	739.00	799.00	738.51	-1368.00	1379.20	11.20
Abr. 2006	739.00	814.00	737.66	-1710.00	1740.45	30.45
Mai. 2006	739.00	816.50	736.62	-1767.00	1821.19	54.19
Jun. 2006	739.00	831.50	735.43	-2109.00	2190.35	81.35
Jul. 2006	739.00	840.88	734.09	-2337.00	2449.05	112.05
Ago. 2006	739.00	861.50	732.63	-2907.00	3052.23	145.23
Set. 2006	739.00	885.50	731.08	-3454.20	3634.70	180.50
Out. 2006	739.00	900.25	729.44	-3819.00	4036.96	217.96
Nov. 2006	739.00	906.50	727.73	-4047.00	4304.02	257.02
Dez. 2006	739.00	904.00	725.94	-3990.00	4287.66	297.66

Tabela E.3 – Resultados cambiais unitários: à vista (físico), na cobertura e consolidados, expressos em USD/EUR

Data de vencimento	$S_t^{\text{USD/EUR}}$	$S_T^{\text{USD/EUR}}$	$F_t^{\text{USD/EUR}}$	Res. Físico	Res. Cobertura	Res. Consolidado
Fev. 2005	0.7522	0.7548	0.7518	-0.0026	0.0029	0.0003
Mar. 2005	0.7522	0.7688	0.7517	-0.0166	0.0171	0.0005
Abr. 2005	0.7522	0.7552	0.7515	-0.0031	0.0037	0.0007
Mai. 2005	0.7522	0.7727	0.7513	-0.0205	0.0214	0.0008
Jun. 2005	0.7522	0.7831	0.7512	-0.0309	0.0319	0.0010
Jul. 2005	0.7522	0.8190	0.7511	-0.0668	0.0679	0.0011
Ago. 2005	0.7522	0.8301	0.7510	-0.0779	0.0791	0.0012
Set. 2005	0.7522	0.8156	0.7508	-0.0635	0.0648	0.0013
Out. 2005	0.7522	0.8134	0.7508	-0.0613	0.0626	0.0014
Nov. 2005	0.7522	0.8324	0.7507	-0.0803	0.0817	0.0015
Dez. 2005	0.7522	0.8444	0.7507	-0.0922	0.0937	0.0015

Data de vencimento	$S_t^{\text{USD/EUR}}$	$S_T^{\text{USD/EUR}}$	$F_t^{\text{USD/EUR}}$	Res. Físico	Res. Cobertura	Res. Consolidado
Fev. 2006	0.8347	0.8288	0.8329	0.0060	-0.0041	0.0018
Mar. 2006	0.8347	0.8344	0.8324	0.0003	0.0020	0.0023
Abr. 2006	0.8347	0.8332	0.8321	0.0015	0.0011	0.0026
Mai. 2006	0.8347	0.8201	0.8318	0.0146	-0.0117	0.0029
Jun. 2006	0.8347	0.7856	0.8317	0.0492	-0.0461	0.0031
Jul. 2006	0.8347	0.7874	0.8315	0.0473	-0.0441	0.0032
Ago. 2006	0.8347	0.7903	0.8314	0.0444	-0.0412	0.0033
Set. 2006	0.8347	0.7814	0.8314	0.0533	-0.0500	0.0034
Out. 2006	0.8347	0.7848	0.8313	0.0499	-0.0465	0.0034
Nov. 2006	0.8347	0.7929	0.8313	0.0418	-0.0384	0.0034
Dez. 2006	0.8347	0.7811	0.8313	0.0536	-0.0501	0.0035

Tabela E.4 – Resultados efectivos no físico, na cobertura e consolidados expressos em euros relativamente ao óleo base 150 SN

Data de vencimento	150 SN						
	S _t	S _T	F _t ^{USD/EUR}	F _t	Res. Físico	Res. Cobertura	Res. Consolidado
Fev. 2005	336.50	338.89	0.7518	340.43	-1.79	-5.08	-6.87
Mar. 2005	336.50	345.18	0.7517	341.62	-66.83	11.74	-55.09
Abr. 2005	336.50	340.98	0.7515	342.73	-41.64	-5.79	-47.43
Mai. 2005	336.50	362.40	0.7513	343.76	-332.81	61.50	-271.31
Jun. 2005	336.50	373.14	0.7512	344.73	-139.24	93.78	-45.47
Jul. 2005	336.50	396.38	0.7511	345.63	-62.87	167.48	104.61
Ago. 2005	336.50	407.99	0.7510	346.47	0.00	203.05	203.05
Set. 2005	336.50	425.35	0.7508	347.25	-239.91	257.76	17.85
Out. 2005	336.50	444.53	0.7508	347.98	-372.70	318.63	-54.08
Nov. 2005	336.50	533.17	0.7507	348.65	-1243.92	608.90	-635.02
Dez. 2005	336.50	596.54	0.7507	349.28	-390.06	815.95	425.89

Data de vencimento	150 SN						
	S _t	S _T	F _t ^{USD/EUR}	F _t	Res. Físico	Res. Cobertura	Res. Consolidado
Fev. 2006	623.52	633.18	0.8329	615.60	-79.70	66.82	-12.88
Mar. 2006	623.52	666.69	0.8324	614.76	-353.95	197.33	-156.62
Abr. 2006	623.52	678.21	0.8321	613.81	-109.37	244.69	135.32
Mai. 2006	623.52	669.65	0.8318	612.76	-122.23	216.18	93.94
Jun. 2006	623.52	653.19	0.8317	611.63	-178.01	157.93	-20.07
Jul. 2006	623.52	662.15	0.8315	610.41	-102.36	196.58	94.22
Ago. 2006	623.52	680.83	0.8314	609.13	-610.29	272.43	-337.86
Set. 2006	623.52	691.93	0.8314	607.79	-160.76	319.72	158.96
Out. 2006	623.52	706.52	0.8313	606.40	-663.96	380.45	-283.52
Nov. 2006	623.52	718.77	0.8313	604.95	-171.45	432.53	261.08
Dez. 2006	623.52	706.16	0.8313	603.45	-218.98	390.28	171.29

Tabela E.5 – Resultados efectivos no físico, na cobertura e consolidados expressos em euros relativamente ao óleo base 500 SN

Data de vencimento	500 SN						
	S _t	S _T	F _t ^{USD/EUR}	F _t	Res. Físico	Res. Cobertura	Res. Consolidado
Fev. 2005	342.12	344.55	0.7518	346.11	-13.65	-31.12	-44.78
Mar. 2005	342.12	350.95	0.7517	347.33	-213.11	71.98	-141.12
Abr. 2005	342.12	346.64	0.7515	348.46	-163.42	-36.15	-199.57
Mai. 2005	342.12	367.71	0.7513	349.51	-1742.75	362.33	-1380.42
Jun. 2005	342.12	377.06	0.7512	350.49	-995.72	528.82	-466.90
Jul. 2005	342.12	400.47	0.7511	351.40	-459.52	976.54	517.02
Ago. 2005	342.12	412.14	0.7510	352.25	0.00	1191.85	1191.85
Set. 2005	342.12	429.43	0.7508	353.05	-1768.05	1520.09	-247.96
Out. 2005	342.12	448.60	0.7508	353.79	-1413.47	1886.69	473.22
Nov. 2005	342.12	535.67	0.7507	354.48	-9181.21	3605.66	-5575.55
Dez. 2005	342.12	596.54	0.7507	355.12	-2862.21	4804.30	1942.09

Data de vencimento	500 SN						
	S _t	S _T	F _t ^{USD/EUR}	F _t	Res. Físico	Res. Cobertura	Res. Consolidado
Fev. 2006	623.52	633.18	0.8329	615.60	-313.73	400.90	87.17
Mar. 2006	623.52	666.69	0.8324	614.76	-1023.00	1183.95	160.96
Abr. 2006	623.52	678.21	0.8321	613.81	-820.28	1468.13	647.85
Mai. 2006	623.52	669.65	0.8318	612.76	-916.75	1297.06	380.31
Jun. 2006	623.52	653.19	0.8317	611.63	-1335.04	947.60	-387.44
Jul. 2006	623.52	662.64	0.8315	610.41	-777.45	1190.68	413.24
Ago. 2006	623.52	684.78	0.8314	609.13	-2228.18	1724.69	-503.49
Set. 2006	623.52	695.84	0.8314	607.79	-1274.59	2007.41	732.83
Out. 2006	623.52	711.42	0.8313	606.40	-4535.66	2394.51	-2141.15
Nov. 2006	623.52	726.70	0.8313	604.95	-1392.95	2775.99	1383.03
Dez. 2006	623.52	713.97	0.8313	603.45	-1797.62	2519.76	722.14

Tabela E.6 – Resultados da cobertura implementada, acumulados anualmente e em percentagem do valor da exposição anual

Ano	150 SN	500 SN
2005	12.9	13.6
2006	7.6	8.3

Tabela E.7 – Resultados no físico, acumulados anualmente e em percentagem do valor da exposição anual

Ano	150 SN	500 SN
2005	-14.7	-17.1
2006	-7.3	-7.6

Tabela E.8 – Resultados da posição consolidada, acumulados anualmente e em percentagem do valor da exposição anual

Ano	150 SN	500 SN
2005	-1.8	-3.5
2006	0.3	0.7

Tabela E.9 – Quantidades efectivas e os desvios relativos às quantidades utilizadas na cobertura

Data de vencimento	150 SN			500 SN		
	Q _{ef} ¹	Q _{cob}	Desvio ²	Q _{ef}	Q _{cob}	Desvio
Fev. 2005	0.75	3.3	-2.55	5.63	19.9	-14.28
Mar. 2005	7.7	3.3	4.4	24.15	19.9	4.25
Abr. 2005	9.3	3.3	6	36.15	19.9	16.25
Mai. 2005	12.85	3.3	9.55	68.1	19.9	48.2
Jun. 2005	3.8	3.3	0.5	28.5	19.9	8.6
Jul. 2005	1.05	3.3	-2.25	7.88	19.9	-12.03
Ago. 2005	0	3.3	-3.3	0	19.9	-19.9
Set. 2005	2.7	3.3	-0.6	20.25	19.9	0.35
Out. 2005	3.45	3.3	13.28	13.28	19.9	-6.63
Nov. 2005	6.33	3.3	47.48	47.44	19.9	27.58
Dez. 2005	1.5	3.3	11.25	11.25	19.9	-8.65

Data de vencimento	150 SN			500 SN		
	Q _{ef} ³	Q _{cob}	Desvio ⁴	Q _{ef}	Q _{cob}	Desvio
Fev. 2006	8.25	3.8	4.45	32.48	22.8	9.68
Mar. 2006	8.20	3.8	4.40	23.70	22.8	0.90
Abr. 2006	2.00	3.8	-1.80	15.00	22.8	-7.80
Mai. 2006	2.65	3.8	-1.15	19.88	22.8	-2.93
Jun. 2006	6.00	3.8	2.20	45.00	22.8	22.20
Jul. 2006	2.65	3.8	-1.15	19.88	22.8	-2.93
Ago. 2006	10.65	3.8	6.85	36.38	22.8	13.58
Set. 2006	2.35	3.8	-1.45	17.63	22.8	-5.18
Out. 2006	8.00	3.8	4.20	51.60	22.8	28.80
Nov. 2006	1.80	3.8	-2.00	13.50	22.8	-9.30
Dez. 2006	2.65	3.8	-1.15	19.88	22.8	-2.93

¹ Q_{ef} – Quantidades efectivamente consumidas

² Desvio é dado pela diferença entre a quantidade efectiva e a quantidade utilizada na cobertura (70% ou 80% da quantidade máxima em 2005 e 2006 respectivamente).

³ Q_{ef} – Quantidades efectivamente consumidas

⁴ Desvio é dado pela diferença entre a quantidade efectiva e a quantidade utilizada na cobertura (70% ou 80% da quantidade máxima em 2005 e 2006 respectivamente).

Tabela E.10 – Decomposição dos resultados consolidados, em euros

Data de vencimento	150 SN			500 SN		
	$(S_t - F_t)Q_{cob}$	$(S_t - S_T)(Q_{ef} - Q_{cob})$	Consol.	$(S_t - F_t)Q_{cob}$	$(S_t - S_T)(Q_{ef} - Q_{cob})$	Consol.
Fev. 2005	-12.95	6.09	-6.87	-79.43	34.65	-44.78
Mar. 2005	-16.90	-38.19	-55.09	-103.62	-37.50	-141.12
Abr. 2005	-20.57	-26.86	-47.43	-126.11	-73.46	-199.57
Mai. 2005	-23.97	-247.34	-271.31	-146.93	-1233.49	-1380.42
Jun. 2005	-27.15	-18.32	-45.47	-166.44	-300.46	-466.90
Jul. 2005	-30.12	134.73	104.61	-184.67	701.68	517.02
Ago. 2005	-32.88	235.93	203.05	-201.59	1393.44	1191.85
Set. 2005	-35.46	53.31	17.85	-217.40	-30.56	-247.96
Out. 2005	-37.87	-16.20	-54.08	-232.19	705.40	473.22
Nov. 2005	-40.10	-594.92	-635.02	-245.85	-5329.70	-5575.55
Dez. 2005	-42.18	468.07	425.89	-258.63	2200.72	1942.09

Data de vencimento	150 SN			500 SN		
	$(S_t - F_t)Q_{cob}$	$(S_t - S_T)(Q_{ef} - Q_{cob})$	Consol.	$(S_t - F_t)Q_{cob}$	$(S_t - S_T)(Q_{ef} - Q_{cob})$	Consol.
Fev. 2006	30.11	-42.99	-12.88	180.64	-93.47	87.17
Mar. 2006	33.30	-189.92	-156.62	199.81	-38.85	160.96
Abr. 2006	36.88	98.43	135.32	221.30	426.55	647.85
Mai. 2006	40.90	53.04	93.94	245.39	134.92	380.31
Jun. 2006	45.20	-65.27	-20.07	271.18	-658.62	-387.44
Jul. 2006	49.80	44.42	94.22	298.82	114.42	413.24
Ago. 2006	54.68	-392.53	-337.86	328.06	-831.55	-503.49
Set. 2006	59.76	99.19	158.96	358.59	374.24	732.83
Out. 2006	65.06	-348.58	-283.52	390.38	-2531.53	-2141.15
Nov. 2006	70.57	190.51	261.08	423.44	959.59	1383.03
Dez. 2006	76.26	95.03	171.29	457.59	264.55	722.14