



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

**Efetividade e Razão Ótima de *Hedge* no Mercado
Futuro de Café Arábica: Análise Comparativa entre
Diferentes Abordagens.**

CEDOC - IE - UNICAMP

Alessandra Gazzoli dos Santos

Silveira, Rodrigo Lanna Franco da

Monografia defendida no
Instituto de Economia da
Universidade Estadual de
Campinas, para obtenção do
título de Bacharel em
Ciências Econômicas, sob a
orientação do Prof. Dr.
Rodrigo Lanna Franco da
Silveira.

Campinas, julho de 2010.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por poder dizer agora, depois de todos estes anos de graduação, com um sorriso no rosto: “*Enfim, Economista!*”

Um agradecimento especial ao Professor Dr. Rodrigo Lanna Franco da Silveira, meu orientador nesta jornada, pelos ensinamentos, pelas claras explicações e especialmente pela paciência e confiança depositadas em mim. Sua orientação foi essencial para minha formação como Economista.

Agradeço aos meus pais, Valdemir e Maria, e à minha família pelo apoio e motivação. Serei eternamente grata pela realização de mais um ideal. Dedico principalmente a eles o resultado destes anos de estudo.

Ao Luis Antonio, pelo contínuo interesse por este trabalho, pelo carinho, pelas conversas e pelos apontamentos sempre muito pertinentes e atenciosos.

E por fim às minhas amigas pelo incentivo e pela infinita compreensão diante das ausências durante este período.

“A adversidade desperta em nós capacidades que, em circunstâncias favoráveis, teriam ficado adormecidas”
(Horácio)

Índice

1	Introdução.....	6
1.1	Objetivos	9
1.2	Estrutura do Trabalho.....	9
2	O Panorama do Setor Cafeeiro.....	10
2.1	O Setor Cafeeiro no Mundo e no Brasil	10
2.2	O Sistema Agroindustrial do Café	21
3	Os riscos das atividades agrícolas e os mercados de derivativos	24
3.1	Gerenciamento de risco nas atividades agrícolas	24
3.2	Operação de <i>hedge</i> com contratos futuros	29
3.3	A base e o risco de base	29
3.4	A efetividade do <i>hedge</i>	33
4	Metodologias de Análise de Eficiência.....	35
4.1	O modelo de Ederington (1979).....	36
4.2	O modelo de Myers e Thompson (1989)	39
4.3	O modelo de Viswanath (1993)	41
4.4	Análise de estudos aplicados no mercado de café no Brasil	41
5	Metodologia e Análise dos Resultados	48
5.1	Procedimentos Metodológicos	48
5.2	Dados.....	48
5.3	Operações de <i>hedge</i> : metodologias de análise de eficiência.....	49
5.3.1	A metodologia de Geppert (1995).....	49
5.3.2	A metodologia de Myers e Thompson (1989)	50
5.3.3	A metodologia de Viswanath (1993)	52
6	Resultados	53
6.1	Resultados para o <i>hedge</i> semanal.....	53
6.1.1	Testes de Raiz Unitária de Phillips-Perron (PP) para o <i>hedge</i> semanal..	55
6.1.2	Ordem dos Processos Auto-regressivos para o <i>hedge</i> semanal.....	57
6.1.3	Efetividade e Razão ótima de <i>hedge</i> para o <i>hedge</i> semanal	58
6.2	Resultados para o <i>hedge</i> mensal.....	61
6.2.1	Testes de Raiz Unitária de Phillips-Perron (PP) para o <i>hedge</i> mensal....	64
6.2.2	Ordem dos Processos Auto-regressivos para o <i>hedge</i> mensal	65
6.2.3	Efetividade e Razão ótima de <i>hedge</i> para o <i>hedge</i> mensal	66
7	Conclusões	70
8	Anexos.....	74
9	Referências Bibliográficas	75

1 Introdução

É senso comum admitir a importância das atividades do agronegócio para a economia brasileira. Respondendo por um percentual considerável do PIB nacional já há alguns anos, o agronegócio tornou-se uma atividade chave para o País.

Os processos de estabilização e abertura econômica iniciada na década de 1990 colaboraram para o aumento dos níveis tecnológicos empregados no campo em uma busca de um aumento de eficiência gerando uma considerável elevação da produtividade no setor agropecuário, marcadamente em produções como a da soja e do café.

Exemplo deste avanço é notado pela expansão significativa da produção de grãos brasileira, que dobrou em 30 anos, passando de cerca de 50 milhões de toneladas no início da década de 1980 para 135,13 milhões de toneladas na safra de 2008/2009, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), sem grandes avanços da área plantada. Isto colaborou inclusive para uma alteração da percepção dos países em relação à posição do Brasil no cenário internacional, que deixou para trás o papel de ator secundário e passou a assumir uma posição cada vez maior de destaque seja no G-20, nas discussões sobre clima e comércio internacional.

Todavia, embora as perspectivas promissoras quanto ao bom desempenho do agronegócio brasileiro, há questões tanto estruturais quanto conjunturais que podem comprometer este sucesso. Não obstante adaptação positiva que muitos setores do agronegócio nacional tiveram de realizar na década de 1990, diversos agentes sofreram com o processo de abertura econômica e tiveram até mesmo de suspender suas atividades. Dificuldades decorreram ainda do progressivo afastamento do governo de suas políticas tradicionais de custeio e sustentação de preços dos setores agrícolas, que ao reduzir sua participação (em termos de intervenção via políticas agrícolas) expôs as fragilidades dos agentes menos preparados para enfrentar a concorrência do mercado. Este foi, contudo, um processo essencial para o despertar deste setor para as exigências dos consumidores internacionais.

No caso específico do setor cafeeiro nacional os anos 1990 e o processo de abertura comercial representaram uma alteração de paradigma de extrema importância para o setor. Até este período o IBC (Instituto Brasileiro do Café) era responsável pela regulação do setor e tinha como estratégia de sustentação dos preços o estabelecimento

de limites à oferta o que, segundo Saes (1999) acabou inibindo a busca de novos mercados e segmentos consumidores em função da dificuldade de abastecimento dos próprios clientes mais tradicionais. Neste sentido, a extinção do IBC (Instituto Brasileiro do Café) e o fim da regulação (característica histórica do setor) marcaram a entrada do setor cafeeiro brasileiro no ambiente competitivo do livre comércio internacional.

Diante da progressiva redução dos tradicionais estímulos governamentais ao setor agrícola brasileiro, os agentes ficaram mais fortemente submetidos aos riscos de preços associados às incertezas e características próprias de cada cultura, como a influência do clima, a possibilidade de quebra de safra, alterações de demanda, entre outras. No caso do café isto não foi diferente e as dificuldades decorrentes destas mudanças exigiram dos agentes da cafeicultura nacional um esforço de adaptação tanto às exigências dos consumidores globais quanto em termos de gestão de suas atividades (de produção, comercialização e administração).

Frente ao enfraquecimento da presença do governo para sustentação dos preços, e das características no crédito no Brasil (em geral pouco favoráveis devido ao baixo volume, os *spreads* elevados, prazos pequenos e a escassez de fontes privadas de financiamento de longo prazo) surgia uma questão central a continuidade da expansão das atividades do agronegócio nacional: a viabilidade de novas fontes de financiamento e de instrumentos eficientes de captação de recursos. Enfatizou-se a procura por outros instrumentos que colaborassem para o financiamento e comercialização da produção, com especial ênfase àqueles destinados à cobertura dos riscos de produção e de preços.

Passou-se a observar então uma crescente aproximação entre o agronegócio e o mercado de capitais, que surgia como um elemento fundamental no processo de ampliação das alternativas de financiamento para as empresas e produtores rurais, além de possibilitar a diversificação e distribuição dos riscos individuais entre os diferentes participantes do mercado, colaborando assim para reduzir o custo global do financiamento das atividades. Passaram então a ser utilizadas pelo setor privado uma série de alternativas de financiamento (e de redução do risco das operações) do setor agropecuário como: a Cédula de Produto Rural (CPR)¹, criada em 1994; a CPR

¹ A Cédula de Produto Rural (criada pela Lei 8.929 de 1994) é um título de crédito que se constitui como promessa de entrega futura de produtos rurais. Pode ser emitido por produtores rurais e suas associações (inclusive cooperativas) em favor de terceiros e na prática equivale a uma venda a termo (no sentido de que a emissão do título representa a comercialização antecipada dos produtos, pela qual se recebe também antecipadamente o valor negociado, permitindo portanto um adiantamento de recursos pelo emissor). É

financeira (CPRF)² criada em 2001; os Programas Governamentais de Suporte de Preços; e também os contratos derivativos (Termo³, Futuros, Opções e Swaps) estes últimos voltados principalmente para a cobertura dos riscos das operações.

Os Programas Governamentais de Suporte de Preços, como o Programa de Opções do Governo; o Prêmio de Escoamento da Produção (PEP); as Aquisições do Governo Federal (AGF) buscam também oferecer maiores garantias para os agentes e apresentam a principal vantagem de serem em geral de baixo custo. Todavia, tem como desvantagem essencial o fato de estarem sujeitos às limitações orçamentárias do Governo Federal.

Além das CPR e os Programas Governamentais, já mais difundidos no mercado brasileiro, os contratos de derivativos apresentam-se como outra alternativa para a gestão do risco de preços. No caso específico mercado brasileiro, o contrato futuro de café arábica é um dos mais importantes derivativos agropecuários negociados na BM&FBOVESPA. Em 2009 as negociações com contratos este contrato representaram aproximadamente 29,4% do volume geral de negócios do mercado agropecuário nesta bolsa (BM&FBOVESPA, 2009).

Todavia, estes instrumentos são ainda pouco utilizados no mercado brasileiro como proteção à produção agrícola, em oposição ao que é observado nos países com mercados de capitais mais maduros, onde os contratos derivativos são bastante utilizados pelos agentes já que oferecem melhores possibilidades de administração de

um título líquido e certo, endossável, exigível segundo a quantidade e a qualidade do produto nela previsto. Pode ser negociado no mercado secundário, mediante avalizamento por uma instituição financeira. Pode ocorrer o deságio nos títulos, de acordo com a liquidez de mercado dos produtos. A CPR física relacionada às commodities (como café, acuar, algodão etc) também pode ser comercializada nas bolsas de mercadorias financeiras. Pode ocorrer o deságio nos títulos, de acordo com a liquidez de mercado dos produtos. A CPR física relacionada às commodities (como café, acuar, algodão etc) também pode ser comercializada nas bolsas de mercadorias.

² Já a Cédula de Produto Rural Financeira (CPRF) foi criada pela lei 10.200 de 2001. Apresenta as mesmas características da CPR-física todavia a liquidação se dá mediante pagamento em dinheiro e não em produtos (entrega física). Na data de liquidação o investidor receberá do produtor que vendeu a CPR o valor do título negociado atualizado segundo o preço ou índice de preços expresso no título. O produtor fica assim com a produção livre para comercialização. Isto tornou as operações com CPRs mais abrangentes, impulsionando o desenvolvimento do mercado secundário destes títulos.

³ No que diz respeito aos contratos a Termo, existem dois tipos comumente utilizados: os contratos a termo com ou sem adiantamento de recursos. Na primeira modalidade o produtor recebe um dinheiro antecipado em troca da entrega do produto no vencimento (ex: contratos de “soja verde” e CPR). Na segunda modalidade há o comprometimento dos agentes de que a produção será comercializada (vendida por um agente e comprada pelo outro) por um preço previamente estipulado. O pagamento se dá contra a entrega no vencimento do contrato. Este instrumento apesar de permitir a fixação de um preço futuro oferece a possibilidade de uma das partes se sentir prejudicada no momento da liquidação do contrato e não cumprir o acordo, inserindo assim um novo risco à operação.

riscos de preços e podem também ser utilizados como elementos de composição de carteiras diversas (formadas por ações e outros títulos por exemplo).

1.1 Objetivos

O presente estudo busca destacar a relevância da utilização de contratos derivativos, analisando-se o caso dos contratos futuros, para o gerenciamento de risco de preço na cafeicultura. Neste sentido, tem o objetivo de mensurar e comparar a efetividade e razão ótima de *hedge* em distintas regiões brasileiras, sob diferentes metodologias, utilizando contratos futuros negociados na Bolsa de Valores, Mercadorias & Futuros (BM&FBOVESPA) e na Intercontinental Exchange (ICE Futures) no período entre 2001 e 2009.

1.2 Estrutura do Trabalho

Para alcançar os objetivos acima descritos o trabalho está dividido em cinco partes, descritas brevemente nesta introdução. Inicialmente, serão analisadas as características gerais da produção cafeeira no Brasil, destacando sua importância para a economia nacional, aspectos centrais do Sistema Agroindustrial do Café e elementos particulares da cultura desta *commodity*, como a bienalidade e sua influência sobre os preços. No capítulo seguinte, serão analisados os riscos aos quais as atividades agrícolas estão submetidas e a importância dos mercados de derivativos no gerenciamento destes riscos por meio da realização do *hedge*. Será feita uma breve revisão bibliográfica em que serão abordados conceitos como base, risco de base, efetividade e a razão ótima de *hedge* entre outros, que serão fundamentais para o processo de análise dos dados. Além disso, será feita uma discussão teórica sobre três diferentes abordagens e procedimentos de avaliação do *hedge* a serem utilizadas neste trabalho. A próxima etapa envolverá a análise comparativa entre estas diferentes abordagens, por meio da aplicação de seus procedimentos metodológicos e de avaliação ao mercado brasileiro de café arábica. Por fim, será feita uma discussão sobre resultados obtidos e uma conclusão acerca da adequação das diferentes metodologias utilizadas.

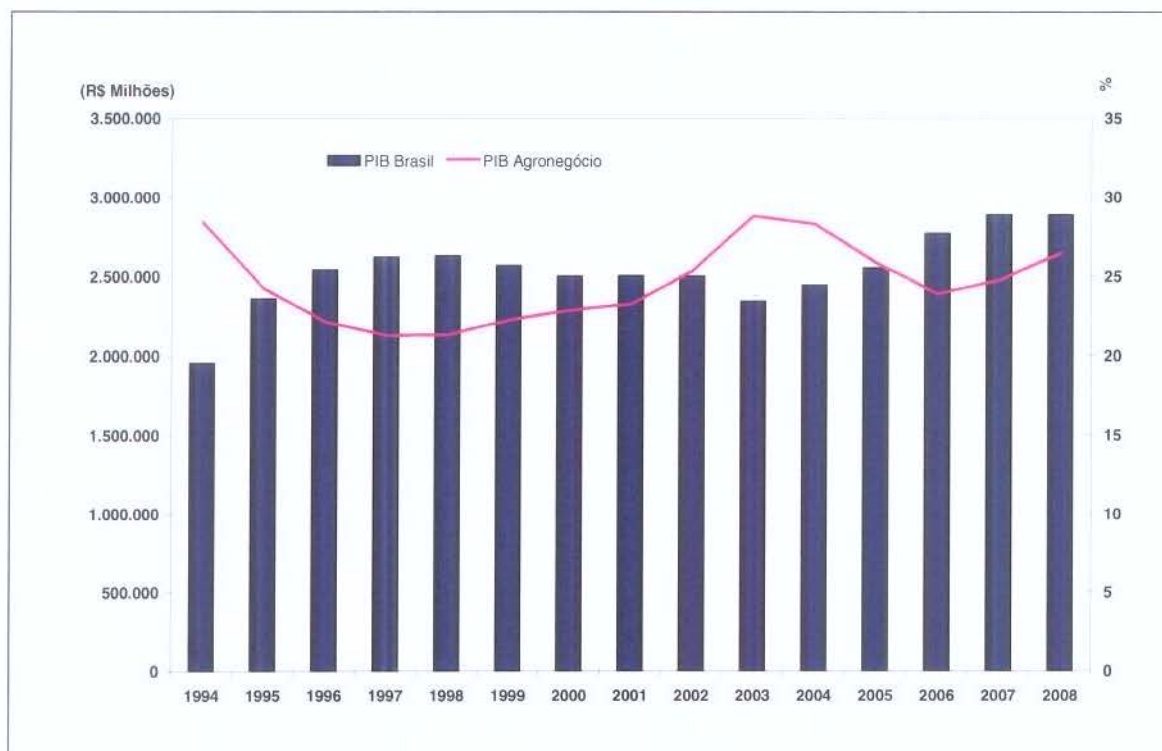
2 O Panorama do Setor Cafeeiro

Este capítulo tem a função de oferecer um panorama geral do setor cafeeiro no Brasil e no mundo, destacando o desempenho da cafeicultura brasileira nos últimos anos. De forma a atingir tais objetivos, está dividido em duas partes. Inicialmente, é apresentado um panorama do setor em termos da oferta e da demanda mundial e a participação do Brasil como principal produtor de café arábica (*Coffea arábica*). Na segunda parte, é feita uma breve descrição do Sistema Agroindustrial do Café no Brasil, revelando características marcantes do seu funcionamento, abordando-se a questão da adequação da atividade cafeeira às mudanças globais neste setor.

2.1 O Setor Cafeeiro no Mundo e no Brasil

O agronegócio, entendido como o conjunto dos setores de insumos, agropecuária, indústria e distribuição, é uma das principais atividades da economia brasileira, respondendo por cerca de 26,46% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, segundo dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA/ESALQ/USP) para o ano de 2008. Verifica-se que, entre 1994 e 2008, a participação do PIB do agronegócio no PIB total do País esteve entre 28,42% e 26,46% - Gráfico 1.

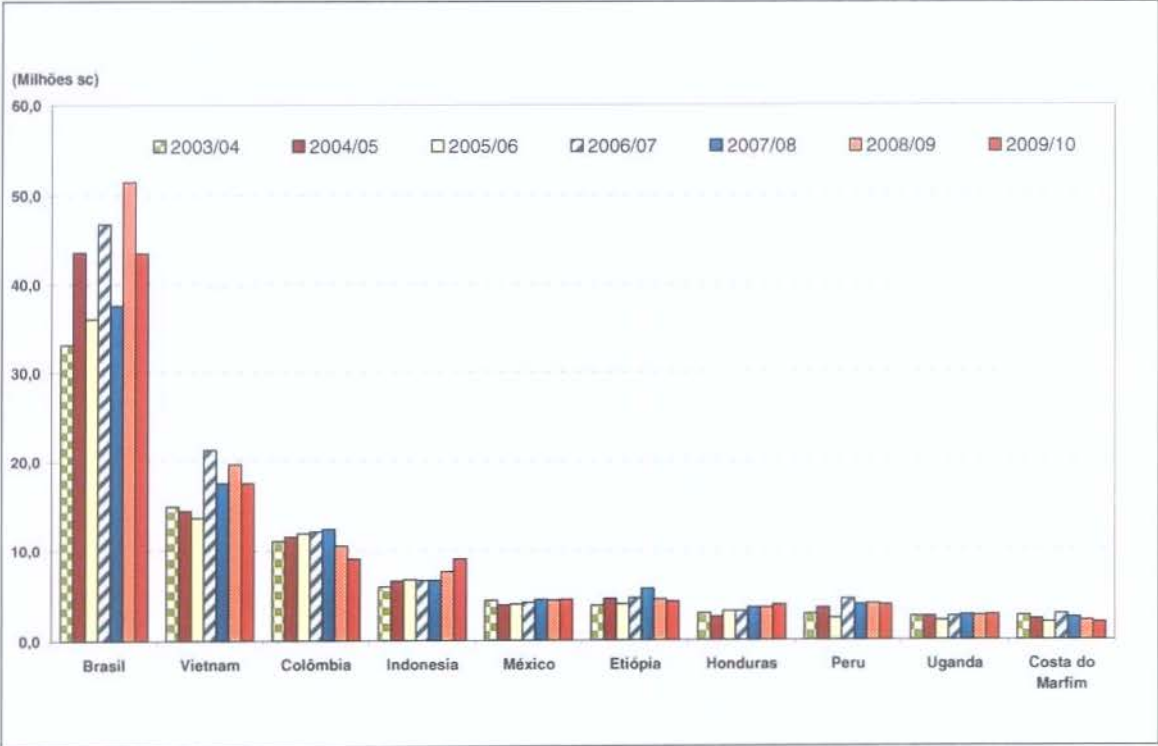
Gráfico 1. Evolução do PIB do agronegócio brasileiro.



Fonte: CEPEA/ESALQ/USP. Elaboração Própria.

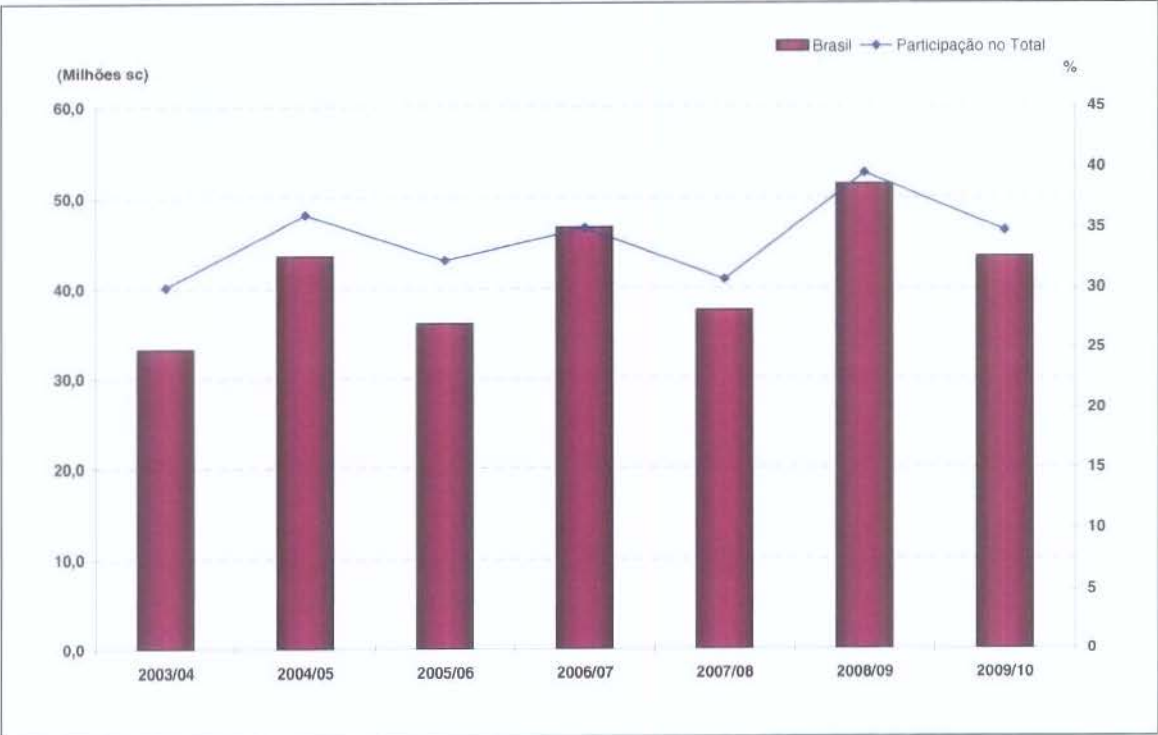
Um dos principais produtos agrícolas produzidos pelo Brasil é o café. O País se destaca como maior produtor mundial de café arábica, com aproximadamente 43,5 milhões de sacas produzidas na safra 2009/2010, segundo dados do USDA (United States Department of Agriculture) – Gráfico 2. Isso equivale a 34,74% da produção mundial para a safra 2009/10 – Gráfico 3. Outros dois importantes países produtores são Vietnã e Colômbia, com participações de 13,98% e 7,19% na safra mundial 2009/10, respectivamente. Vale observar que, enquanto o Vietnã tem produção voltada para o café robusta (*Coffea canephora*), a Colômbia é especializada no café arábica.

Gráfico 2. Evolução da produção de café nos principais países produtores entre as safras 2003/04 e 2009/10.



Fonte: USDA. Elaboração Própria.

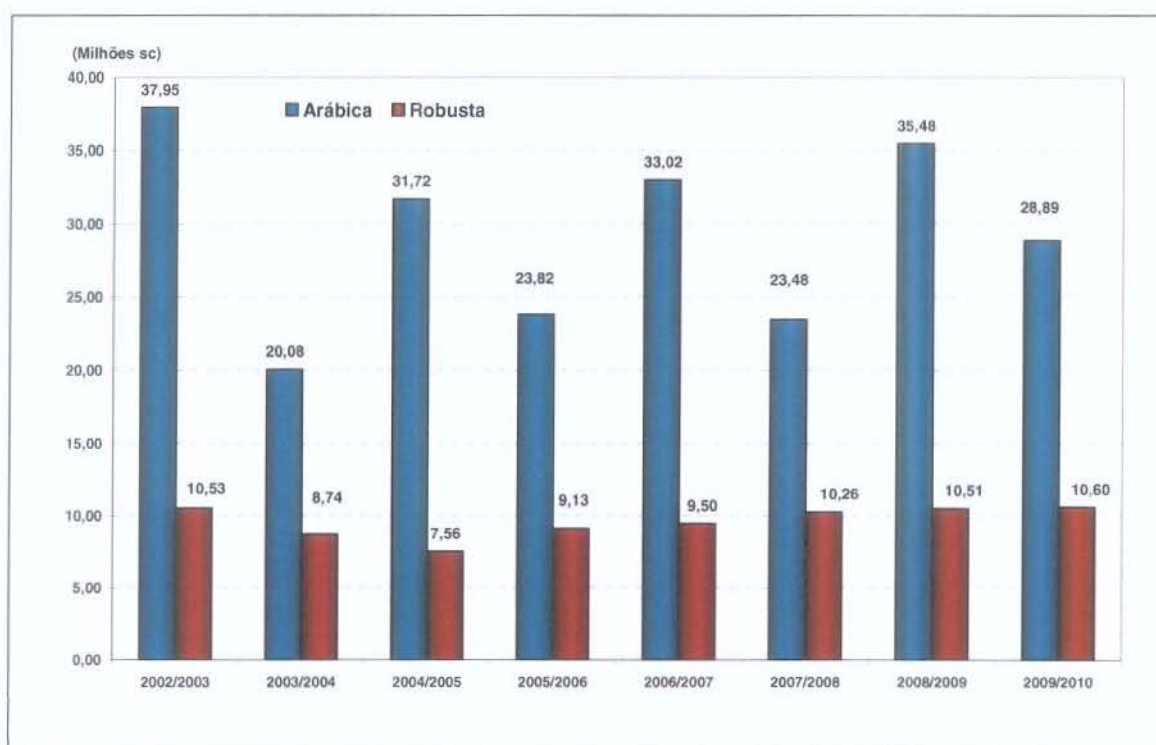
Gráfico 3: Evolução da produção brasileira de café e a sua participação no total mundial entre as safras 2003/04 e 2009/10.



Fonte: USDA. Elaboração Própria.

A produção nacional se concentra no café do tipo arábica, que representa 73,1% do total produzido no País, o equivalente a 28,89 milhões de sacas de café beneficiado na safra de 2009, segundo dados da Conab (Companhia Nacional de Abastecimento) – Gráfico 4. Dentre os principais estados produtores, destacam-se Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Bahia (Gráfico 5). Minas Gerais é o estado de maior produção, responsável por 50,3% do total produzido no País na safra 2009/10, o que corresponde a 19,88 milhões de sacas de café beneficiado. Já, no caso do café robusta⁴ (conillon), Espírito Santo e Rondônia são os destaques em termos da produção nacional.

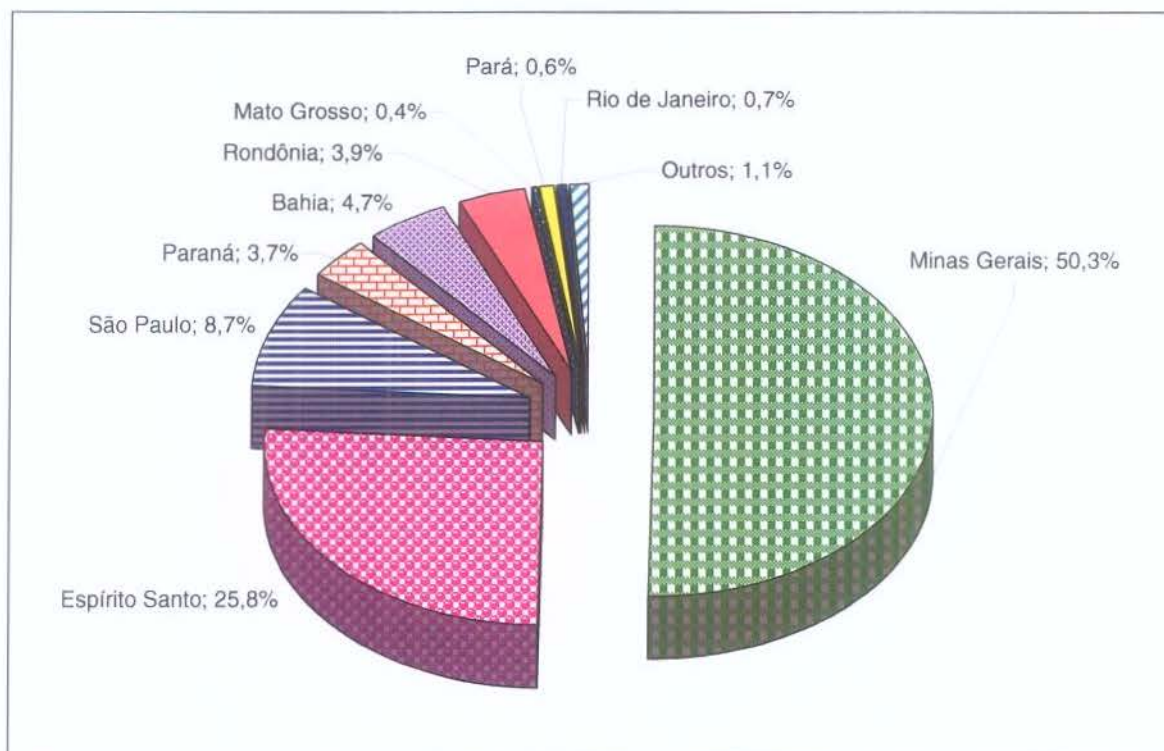
Gráfico 4. Produção brasileira de café arábica e conillon (2002 a 2009)



Fonte: CONAB. Elaboração Própria.

⁴ O café arábica, originado do oriente (Etiópia), como observam Lazzarini et al (2000), podem apresentar diferentes tipos de preparo do grão verde: café lavado (ou suave) em que grão de café é despulpado e desmuciado na lavagem (retirada da goma que envolve o grão); e café seco em terreiro. Este último método é utilizado pelo Brasil e pela maioria dos países produtores da África, enquanto o primeiro é mais comum nos países da América Central e outros da América do Sul. O café arábica pode ainda ser classificado de acordo com tipo (destacando a presença e ausência de defeitos), a peneira (tamanho do grão), qualidade da bebida (sabor e aroma do café) e cor (em que se determina o ano/safra e a integridade do grão). Vale mencionar que o café arábica é mais valorizado pelo mercado para composição dos *blends*. O café robusta, originado da África, tem acidez menos acentuada que o arábica e um nível de cafeína mais acentuado, sendo por isso utilizado principalmente na fabricação de solúveis. Pode ser classificado por tipo e cor. Em termos abrangentes, é possível identificar três tipos distintos de cafés no mercado: cafés suaves, cafés arábicas (brasileiros ou outros arábicas) e café robusta.

Gráfico 5. Participação dos estados na produção nacional de café - safra 2009/2010.



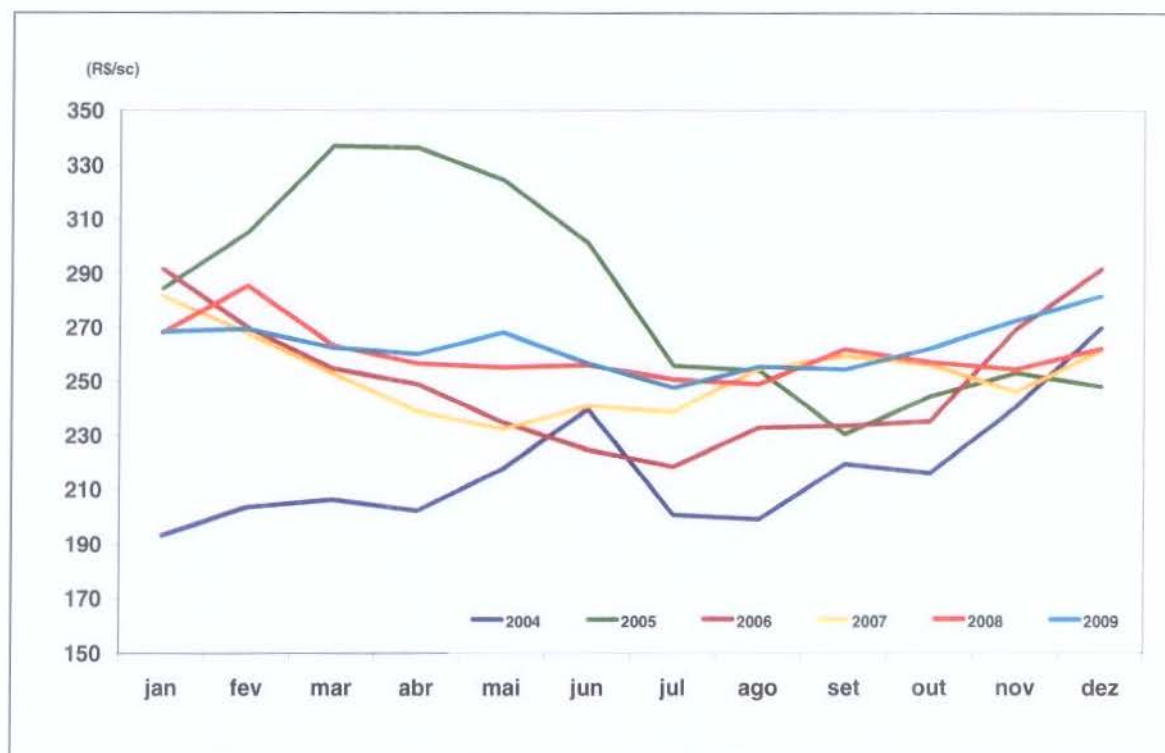
Fonte: CONAB. Elaboração Própria.

Outra variável relevante que deve ser considerada na análise do desempenho da cultura cafeeira é o preço. No Gráfico 4, observa-se um dos elementos característicos da produção cafeeira: o ciclo produtivo bienal. Uma produção de ciclo bienal implica que a quantidade produzida entre um ano e outro se alterna, ocasionando um ano com alta produção, seguido por outro com baixo número de sacas produzidas.

Esta característica do café faz com que em ciclos de bienalidade negativa (em que a produção normalmente é inferior à obtida no ano anterior) seja esperada uma restrição maior da oferta, gerando um impulso aos preços, de modo que o contrário é observado nos ciclos de bienalidade positiva.

Aliado a isto, o café, assim como outras commodities, está sujeito também aos ciclos de preços sazonais relacionados às condições de oferta e demanda durante o próprio ano. Nesse sentido, observa-se uma oscilação considerável dos preços do café durante o ano, sobretudo se comparados os meses de safra (de abril a setembro), em que a oferta se acelera promovendo uma redução dos preços de mercado, e os meses de entressafra (de outubro a março, dependendo das condições climáticas e de produção de cada região), em que é observada uma recuperação destes preços – Gráfico 6.

Gráfico 6. Evolução Mensal dos Preços Nominais de Café Arábica (2004 a 2009).



Fonte: CEPEA/ESALQ/USP. Elaboração Própria.

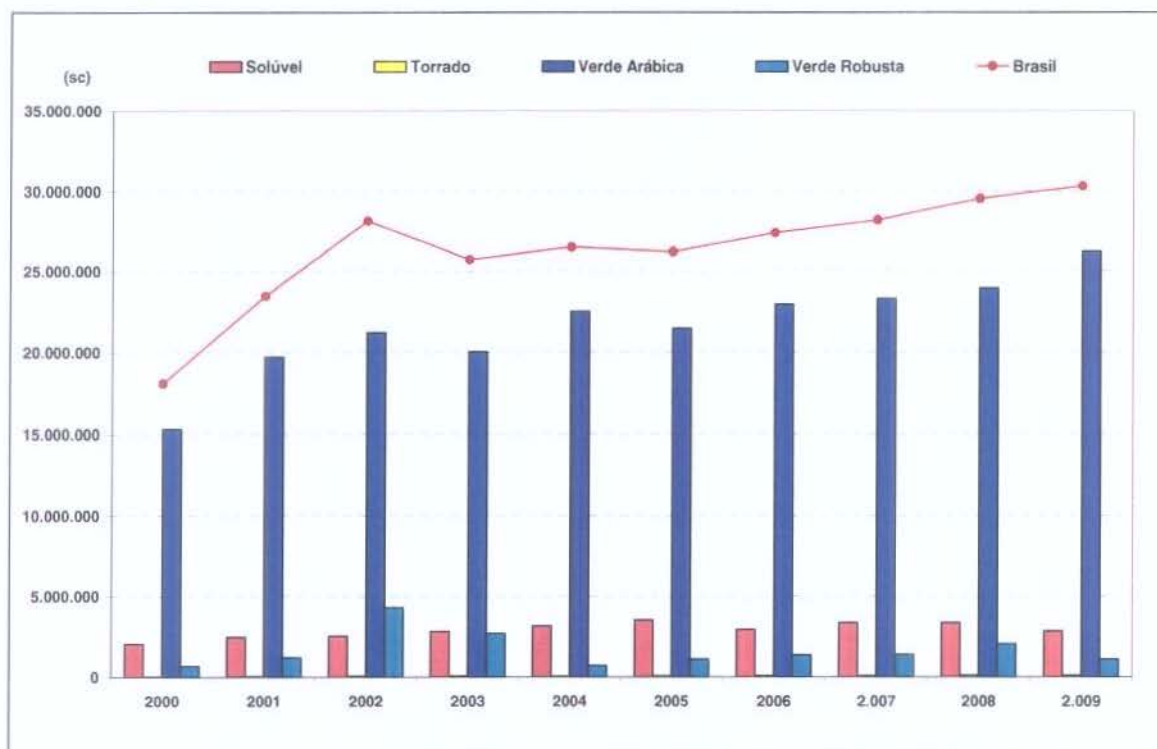
Este aspecto aliado à bienalidade desta cultura oferece aos agentes da cadeia produtiva cafeeira um fator adicional de preocupações na medida em que acarreta também um ciclo particular de movimento de preços. Este movimento particular dos preços em conjunto com as transformações enfrentadas pelo setor em especial a partir dos anos 90, como o processo de desregulamentação interna e as mudanças no ambiente competitivo com o aumento da concorrência internacional, tornou cada vez mais necessária adoção de posturas diferenciadas na gestão dos negócios visando controlar os diversos riscos aos quais estão expostos (Pinto, 2001).

O café, além de configurar entre as principais commodities produzidas em território nacional como abordado acima, é também um dos itens mais tradicionais da pauta de exportações brasileiras, colaborando para que o País detenha o posto de maior exportador mundial desta *commodity*.

As exportações brasileiras se concentram no café verde do tipo arábica, que em 2009 representaram 86,56% (26,6 milhões de sacas) do total exportado neste segmento pelo país, seguido das exportações de café verde do tipo robusta, que representou neste

ano 3,68% das exportações brasileiras de café (1,1 milhão de sacas), como pode ser observado no gráfico abaixo.

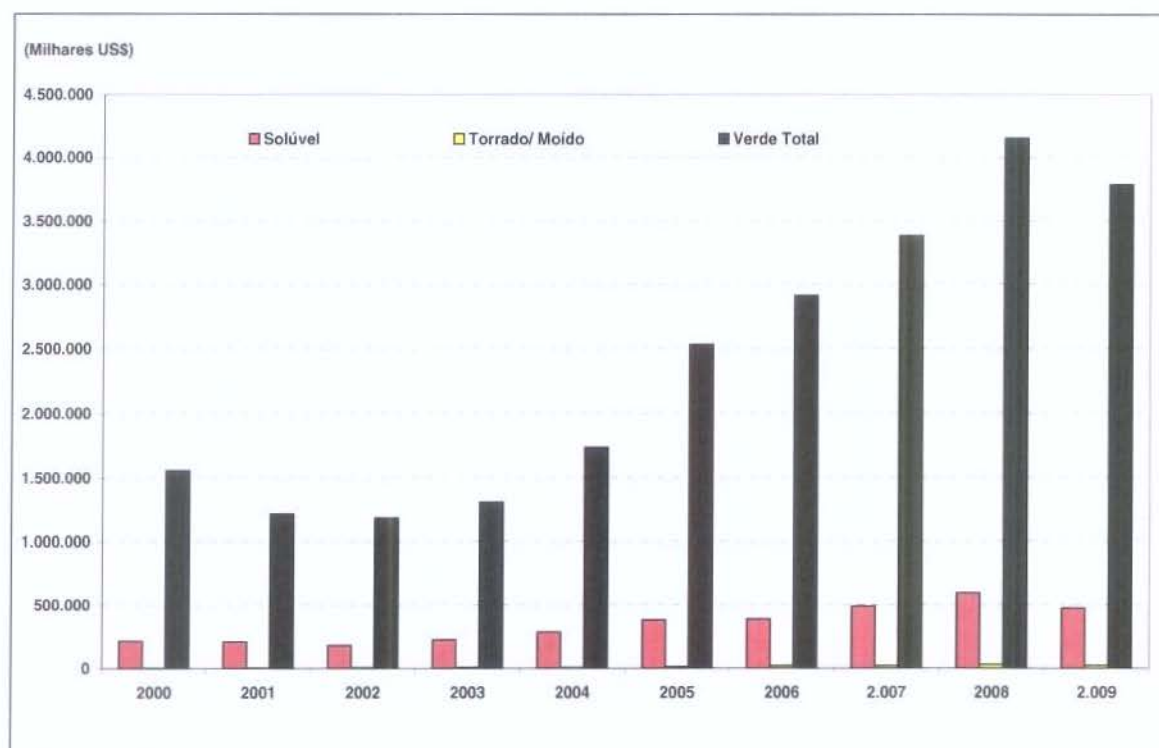
Gráfico 7. Exportações brasileiras por tipo de Café (2000 a 2009).



Fonte: Cecafé. Elaboração Própria.

Em função da pauta brasileira de exportações de café, é possível observar ainda que as receitas cambiais obtidas derivam principalmente das exportações de café verde, que, em 2009, gerou US\$ 4,2 milhões para o País – Gráfico 8.

Gráfico 8. Receita cambial das exportações brasileiras por tipo de café (2000 a 2009).



Fonte: Cecafé. Elaboração Própria.

De acordo com levantamento do Cecafé (Conselho dos Exportadores de Café do Brasil), o país é líder em exportações de café verde para a União Européia, Estados Unidos e Japão, regiões que se destacam pelo crescimento regular da demanda em torno de 1% a 1,5% ao ano. Vale mencionar que, na Europa, Alemanha, Itália, Bélgica e Espanha são os principais países importadores, de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1. Exportações brasileiras de café por destino e por tipo de café – 2009 (sc)

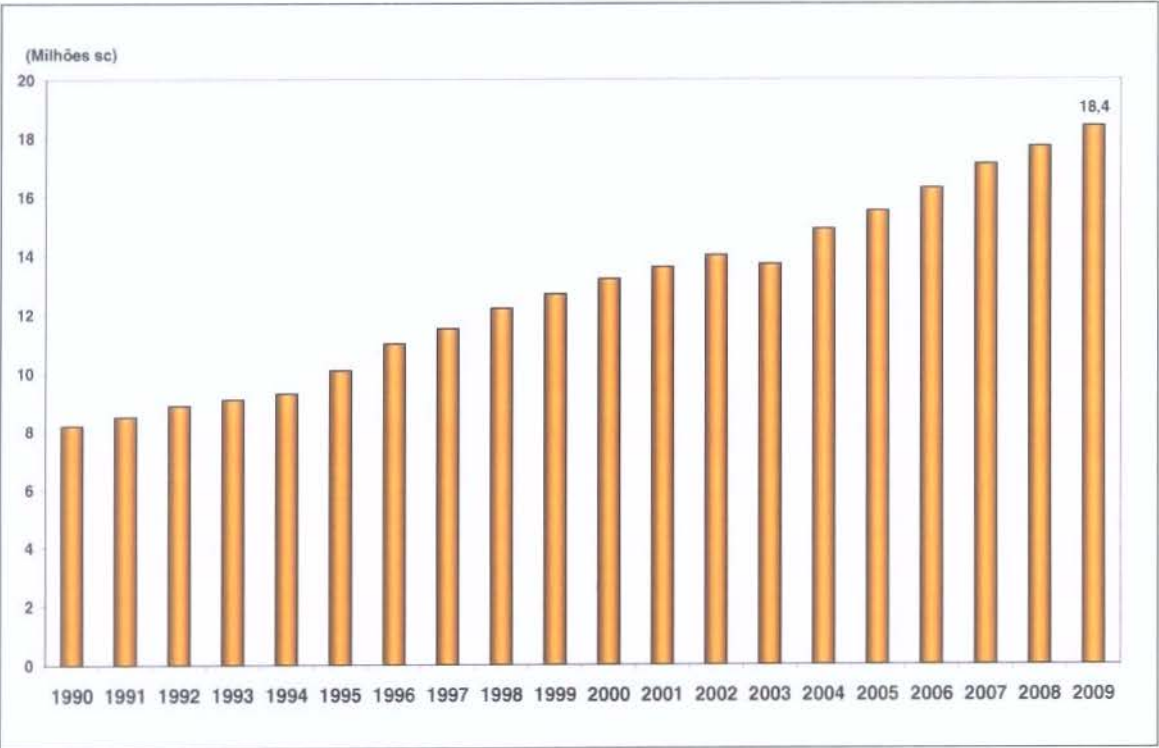
País	Arábica	Conillon	Solúvel	Torrado	Total	%
Alemanha	5.933.426	32.160	107.774	104	6.073.464	22,63
E.U.A.	4.862.940	456.140	523.905	47.692	5.890.677	18,54
Itália	2.369.757	113.860	6.896	16.640	2.507.153	9,04
Japão	1.867.295	7.899	279.422	325	2.154.941	7,12
Bélgica	2.075.356	320	58.237	19	2.133.932	7,91
Espanha	856.199	18.200	7.182	0	881.581	3,27
Suécia	721.002	0	121	0	721.123	2,75
França	674.619	13.300	5.087	349	693.355	2,57
Eslovênia	655.576	0	606	0	656.182	2,50
Argentina	340.307	104.308	176.384	4.029	625.028	1,30
Federação Russa	306.960	1.080	298.680	48	606.768	1,17
Reino Unido	404.162	0	192.466	0	596.628	1,54
Finlândia	457.720	0	45.393	0	503.113	1,75
Canadá	407.124	320	94.884	0	502.328	1,55
Síria	479.729	320	13.888	0	493.937	1,83
Holanda	397.196	3.200	1.605	0	402.001	1,51
Grécia	381.344	0	1.347	0	382.691	1,45
Líbano	308.860	14.080	14.295	12	337.247	1,18
Turquia	280.195	320	39.035	0	319.550	1,07
Coreia do Sul	273.707	0	39.807	0	313.514	1,04
Outros	2.169.807	349.169	957.083	22.966	3.499.025	8,27
Total	26.223.281	1.114.676	2.864.097	92.184	30.294.238	100,00

Fonte: Cecafé. Elaboração Própria.

Quanto ao consumo, o Brasil se destaca como o segundo maior consumidor mundial em termos de volume, com 18,4 milhões de sacas em 2009, segundo dados da ABIC (Associação Brasileira da Indústria de Café) - Gráfico 9. Deste total, o consumo interno per capita de café verde em 2009 foi de 5,81 Kg e o de café torrado foi de 4,65 Kg (Quadro 2).

Observa-se assim que o consumo interno per capita no período que vai de 2000 a 2009 tem sido superior ao consumo per capita mundial (Quadro 3). Dados da Organização Internacional do Café (OIC) indicam que, enquanto o consumo total mundial per capita cresce em média 1,5% ao ano o mercado interno brasileiro tem absorvido aproximadamente 5% a mais de café a cada ano. Em termos de volume, o aumento da demanda interna é ainda mais expressivo. No período que vai de 2000 a 2009 o crescimento do consumo interno deu um salto, passando de 13,2 milhões de sacas de café (inclusive solúvel) para 18,4 milhões de sacas em 2009, avanço de aproximadamente 39,4% segundo dados da ABIC.

Gráfico 9. Evolução do Consumo Interno no Brasil de 1990 a 2009.



Fonte: ABIC. Elaboração Própria.

Quadro 2. Consumo interno per capita (Kg/Habitante ano)

Café	Verde	Torrado
2000	4,76	3,81
2001	4,88	3,91
2002	4,83	3,86
2003	4,65	3,72
2004	5,01	4,01
2005	5,14	4,11
2006	5,34	4,27
2007	5,53	4,42
2008	5,64	4,51
2009	5,81	4,65

Fonte: ABIC. Elaboração Própria.

Quadro 3. Consumo per capita nos países importadores (Kg/ Habitante ano)

Importadores Ano	2004	2005	2006	2007	2008
Mundo	4,58	4,46	4,52	4,5	4,47
Luxemburgo	15,33	11,66	15,4	16,17	25,55
Finlândia	11,87	12,62	11,94	12,01	12,62
Suécia	8,21	7,74	8,66	8,15	8,29
Dinamarca	9,43	8,8	9,09	8,52	7,71
Alemanha	7,61	6,31	6,66	6,29	6,97
Estônia	5,71	6,43	7,42	4,53	6,89
Áustria	7,3	5,63	4,44	6,11	6,53
Itália	5,63	5,68	5,69	5,89	5,98
Eslovênia	5,55	5,44	5,24	5,82	5,77
Chipre	4,32	4,97	3,92	4,89	5,39
Grécia	4,73	4,72	4,63	5,48	5,27
França	4,88	4,71	5,16	5,47	4,97
Holanda	7,31	7,08	7,79	8,36	4,79
Espanha	3,82	4,19	4,15	4,36	4,7
Portugal	3,92	3,73	3,8	4,07	4,14
Eslováquia	3,16	3,26	3,13	3,97	3,79
Lituânia	3,44	3,39	3,78	4,11	3,68
Bélgica	8,09	6,67	8,81	6,29	3,68
Rep.Tcheca	3,56	3,86	3,7	3,97	3,61
Bulgária	2,81	3,33	3,28	2,86	3,52
Malta	2,33	2,44	4,22	2,33	3,33
Latvia	4,03	3,78	4,76	3,46	3,06
Reino Unido	2,46	2,67	3,03	2,78	3,01
Hungria	4,21	3,39	3,57	3,12	2,96
Romênia	2,26	2,38	2,33	2,3	2,27
Polônia	3,58	3,56	3,07	2,41	1,87
Irlanda	3,29	3,19	2,85	3,36	1,56
Comunidade Européia	5,06	4,81	5	4,93	4,83
Outros Importadores					
Suíça	5,86	8,87	7,48	7,9	9,15
Noruega	9,25	9,61	9,25	9,81	8,99
EUA	4,2	4,16	4,06	4,09	4,17
Japão	3,35	3,36	3,42	3,43	3,33

Fonte: Cecafé. Elaboração Própria.

No Brasil, como destacam Saes e Farina (1999) em especial após o Plano Real, foi observada uma elevação considerável do consumo interno de café, impulsionada pelo aumento do crédito à população e pelas possibilidades de planejamento dos gastos que a estabilidade econômica trouxe ao brasileiro.

Segundo pesquisa realizada em 2009 pelo Instituto Ivani Rossi para a ABIC (Associação Brasileira da Indústria de Café), cerca de 97% dos lares brasileiros consomem café. A penetração do café torrado e moído é de 93% enquanto que a penetração do solúvel é bem menor, em torno de 12% (ABIC, 2009).

Observou-se também que as classes mais baixas da sociedade são as principais responsáveis pelo avanço do consumo em território nacional, com destaque para a classe C cuja participação cresceu 14% entre 2003 e 2009, atingindo 42% do total do consumo doméstico neste último ano. Já as classes A e B, apesar de representarem um percentual menor no consumo total brasileiro, têm colaborado para o aumento da demanda dos cafés especiais. No caso destes cafés, o consumo da classe A sofreu um aumento de 42% entre 2004 e 2009 e o da classe B 26%. A pesquisa indicou também que nos últimos 7 anos houve aumento considerável do consumo entre os jovens de 15 a 26 anos e do consumo fora de casa.

Todavia, é preciso considerar que, comparando-se os resultados referentes ao consumo doméstico e aqueles referentes ao consumo dos países que são grandes importadores do café brasileiro (como é o caso da Alemanha), nota-se que a demanda interna ainda pode se expandir.

2.2 O Sistema Agroindustrial do Café

Apesar de o Brasil ocupar a posição de principal produtor mundial de café e apresentar maior vantagem comparativa em relação aos demais produtores, o Sistema Agroindustrial do Café (SAG do Café) esteve submetido, por quase um século, a uma extensa regulamentação. Este arranjo organizacional colaborou em grande medida para que o Brasil perdesse grande parte de sua representatividade, dando espaço para o avanço de outros países no comércio internacional.

O Sistema Agroindustrial do Café, como destacam Saes e Farina (1999), é composto por fornecedores de insumos, máquinas e equipamentos; produtores primários; maquinistas e cooperativas; empresas de torrefação e moagem de solúvel; vendedores nacionais (cooperativas, exportadores e atacadistas); compradores internacionais (empresas de solúvel, torrefação e *dealers*); e por fim, integrantes do varejo nacional e internacional (supermercados, cafeterias, bares e restaurantes).

Prevaleceram, neste período de forte regulamentação, entidades como o Departamento Nacional do Café (DNC) que regulamentou a atividade entre 1933 e 1946; os Acordos Internacionais do Café (AIC's) desde 1962, cuja atuação está relacionada às limitações de oferta por meio de um sistema de cotas de produção; e o Instituto Brasileiro do Café (IBC), criado em 1952, cujos objetivos envolviam a

assistência técnica, econômica e de pesquisa aos agentes da cadeia produtiva, além do controle do Funcafé, fundo formado por recursos advindos das exportações.

Saes e Farina (1999) analisam que a estrutura de governança reguladora, que permaneceu no setor cafeeiro nacional até a década de 1990, estaria entre as principais razões para as distorções que ocasionam os mais relevantes problemas deste setor, tais como a reduzida preferência pelo café brasileiro na realização dos *blends* internacionais; a pequena diversificação do setor cafeeiro nacional (com exceção do setor de solúveis) e o baixo valor agregado das exportações brasileiras, concentradas na exportação do café verde.

O IBC permaneceu orientando e coordenando as atividades e estratégias do Sistema Agroindustrial do Café até 1990, quando foi extinto, deixando o setor livre da tutela do Estado, incluindo o fim do tabelamento dos preços internos. O setor passou então a estar submetido às flutuações dos preços e às exigências do livre mercado, forçando uma necessária alteração no perfil tecnológico e produtivo nacional. Nesse sentido, a mudança observada no paradigma internacional de produção, que passou a enfatizar os cafés *gourmets* que privilegiam a qualidade dos grãos e exigem técnicas diferenciadas de cultivo, colaborou para acelerar a tentativa de adequação do setor cafeeiro nacional às demandas deste novo cenário competitivo internacional.

Foram observadas não somente mudanças na estrutura organizacional da cadeia produtiva cafeeira como também em termos das estruturas comerciais nacionais buscando alcançar avanços inclusive nos padrões de qualidade. Todavia, a produção nacional não acompanhou o direcionamento para este segmento de cafés *gourmets* que já apresentava forte expansão.

Ademais os problemas anteriormente citados, a cafeicultura nacional enfrenta ainda uma questão muito importante relacionada ao endividamento do setor produtor. Este alto endividamento determina maiores dificuldades de investimento em tratamentos culturais por parte dos cafeicultores nacionais, que acaba sendo aquém do ideal para o alcance de alta produtividade das lavouras e colabora assim para uma oferta mais restrita. Um exemplo destes impactos pôde ser observado em 2008, quando foi observada uma elevação considerável dos preços dos fertilizantes e adubos derivada do aumento substancial dos preços do petróleo ainda no período da preparação do plantio para a safra 2009/2010, que ocasionaram custos elevados aos produtores e colaboraram para a redução da produtividade desta última safra.

Além da questão do endividamento do setor produtor, especialmente no que concerne ao café conillon, outras dificuldades são enfrentadas pelos cafeicultores e estão relacionadas à influência dos fatores climáticos. A exemplo disso, tem-se a seca de 1994 que provocou uma quebra considerável de produção e que combinados ao endividamento do setor prejudicou o avanço da cultura em território nacional nos anos de 1990.

Diante do exposto, nota-se que o Brasil é um país de grande relevância para o setor cafeeiro no mundo, com o principal produtor e exportador desta *commodity*. Além disto, o avanço do consumo doméstico, em especial a partir dos processos de estabilização e abertura econômica na década de 1990, traz perspectivas otimistas para os agentes da cadeia cafeeira nacional. Todavia, este mesmo processo ao reduzir a interferência governamental e permitir o aumento da concorrência tanto no mercado interno quanto no comércio internacional colaborou para o aumento dos desafios impostos ao processo de expansão continuada deste setor. Processos de gerenciamento destes riscos relacionados às atividades agrícolas tornaram-se assim essenciais ao complexo cafeeiro nacional.

3 Os riscos das atividades agrícolas e os mercados de derivativos

Neste capítulo, serão analisados os riscos presentes nas atividades agrícolas e alguns elementos que podem colaborar substancialmente para o avanço do gerenciamento destas atividades. A primeira parte traz o papel dos mercados de derivativos e os instrumentos de *hedge* por eles oferecidos. Na segunda e terceira partes, verificam-se conceitos relativos às operações de *hedge* nos mercados agrícolas: a análise do comportamento da base e a mensuração da efetividade e da razão ótima do *hedge*.

3.1 Gerenciamento de risco nas atividades agrícolas

Os principais riscos presentes nas atividades agrícolas são, de acordo com Marques (2006), o de produção (relacionado à possibilidade de que a produção efetivamente alcançada seja inferior à esperada); de crédito (relacionado à possibilidade de não cumprimento dos acordos de compra e venda firmados entre as partes); operacional (ligados às falhas que podem ocorrer na execução dos processos e tarefas exigidas pela atividade agrícola) e de preços (ligado às variações indesejáveis de preços no momento da comercialização)

Conforme Schouchana e Miceli (2004), o risco de mercado é apontado pelos agentes participantes das cadeias agroindustriais como um dos principais riscos presente em suas atividades. Neste contexto, o uso de instrumentos capazes de garantir proteção (*hedge*) contra os movimentos desfavoráveis das cotações, é vital para a continuidade dos negócios.

O conceito de *hedge* nos mercados agrícolas deve ser entendido como uma operação com o intuito de fixar um valor para uma *commodity*, oferecendo assim uma proteção contra as variações bruscas do seu preço de mercado. Participam deste mercado, por exemplo, produtores; indústrias; tradings; exportadores, e inclusive especuladores, agentes essenciais para oferecer liquidez a estes mercados (Corrêa e Raíces, 2005).

Os chamados derivativos estão entre os contratos de grande valia para os agentes que visam a realização do *hedge*. Eles são, de maneira abrangente, instrumentos financeiros cujo preço é derivado de um ativo financeiro ou uma *commodity*. Estes

contratos permitem que sejam negociadas as variações de preços dos ativos sem que seja necessária a comercialização da mercadoria ou bem propriamente dita. Sua importância está diretamente ligada à possibilidade de servirem como instrumento de proteção contra movimentos adversos de preços, permitindo assim um maior planejamento das atividades agrícolas.

Segundo Hull (1996) são quatro os diferentes tipos de contratos derivativos: contratos a termo; futuros; opções e swaps.

Os contratos a termo são acordos de compra e/ou venda para liquidação em data futura a um preço estabelecido entre as partes na data da negociação, sendo customizados e, em geral, negociados em mercado balcão (ou *over the counter*, OTC). Trata-se de papéis cujos itens são acordados entre as partes, tais como qualidade e quantidade do ativo; garantias do negócio; forma de liquidação, entre outros aspectos. São, por isso, considerados contratos “sob medida”, pois permitem atender necessidades muito específicas das partes.

Sendo contratos customizados, são instrumentos, contudo, pouco intercambiáveis entre os agentes do mercado, de modo que dificilmente um participante consegue transferir sua posição (obrigação) para outro agente. Além da dificuldade quanto à liquidez, os contratos a termo oferecem ainda outras preocupações aos agentes, as quais estão relacionadas ao risco de crédito inerente à operação (risco de que uma das partes não honre o acordo em função da inexistência de um sistema de garantias adequado⁵).

Diante destas dificuldades impostas pelas características próprias dos contratos a termo, ao longo dos anos, foram desenvolvidos outros mecanismos que se tornaram mais adequados aos fins buscados pelos agentes, tais como os contratos futuros.

Os futuros são contratos para liquidação em uma data futura, a um preço estabelecido entre as partes na data da negociação, sendo, portanto, semelhantes ao termo. Apresentam, porém, algumas inovações. São instrumentos padronizados, em termos da quantidade e qualidade do ativo, das formas de liquidação, garantias, prazos de entrega, entre outros. Além disso, a negociação é realizada exclusivamente em Bolsas.

⁵ Nos contratos a termo, ocorre, em geral, somente um ajuste de posições na data de encerramento do contrato. A possibilidade de acúmulo de perdas ao longo da operação implica um risco maior de não cumprimento das obrigações do contrato. Isso não ocorre, por exemplo, no caso dos contratos futuros, como será explicado mais adiante, em que prevalecem os mecanismos de ajuste diário e de margem de garantia.

As Bolsas, ao contrário do mercado de balcão, oferecem locais específicos e sistemas adequados para o registro, compensação e liquidação das operações de compra e venda dos contratos, concedendo, portanto, maior transparência na formação dos preços, assim como na segurança e na divulgação das transações realizadas.

Nesse sentido, a padronização dos contratos futuros e sua negociação em Bolsa oferecem maior facilidade para os agentes em termos da transferência de suas obrigações (intercambialidade de posições), o que permite um aumento da liquidez nas negociações com estes contratos. Isto possibilita também que a liquidação destes instrumentos possa ocorrer em momentos anteriores à data de vencimento do contrato⁶, o que oferece maiores vantagens aos participantes quanto à liberdade de atuação neste mercado.

Além disto, a negociação em Bolsa gera outras vantagens relacionadas a diversos mecanismos que visam reduzir a possibilidade de perdas aos participantes do mercado em função da inadimplência. Nesse sentido, a atuação das câmaras de compensação (*clearing houses*), como responsáveis pelo registro, compensação e liquidação das operações é essencial. As *clearing houses* ao registrarem todos os negócios realizados no dia e monitorarem a posição líquida de cada um de seus membros (investidores, corretoras, bancos e outras entidades autorizadas a atuar na Bolsa) se colocam entre os vendedores e compradores, e com isso garantem a integridade das negociações.

Isto se dá por meio da margem de garantia, principal garantia dos mercados futuros. Consiste em um depósito que deverá ser realizado (em uma conta de margem, ou *margin account*) por todo agente que abrir posições nos mercados futuros e ser mantido até a data de vencimento ou liquidação dos contratos. É utilizado somente quando existir falta de pagamento de ajuste diário (caso tal fato não se verifique, o valor depositado é devolvido ao cliente no final da operação). Por meio da margem de garantia a câmara viabiliza um ajuste diário das posições⁷ dos agentes, evitando assim o risco de não cumprimento das obrigações contratuais.

⁶ Apesar de os contratos futuros serem instrumentos que prevêm a liquidação do contrato por meio da entrega do ativo físico em data futura previamente estabelecida (no caso do café, dos grãos em si), é importante notar que são poucos os casos em que ocorre efetivamente a entrega física, dado que na maioria deles prevalece a liquidação por meio da reversão da posição, em que se realiza uma operação inversa à original. ou a liquidação financeira, em que a Bolsa reverte a posição do agente compulsoriamente no vencimento do contrato.

⁷ O ajuste diário de posições é o mecanismo básico do funcionamento dos mercados futuros. Por meio dele (e com base no preço de ajuste do dia), contabilizam-se os pagamentos ou recebimentos diários que

Além disto, por meio dos limites diários de oscilações de preços⁸ e dos limites de posições⁹, a Bolsa procura reduzir o risco de distorções nos mercados derivada de ações de especulação.

Desta forma, nota-se que, somada à possibilidade de intercambialidade da posição, a negociação em bolsa se faz vantajosa pelo fato das câmaras de compensação garantirem a integridade das operações, eliminando o risco de crédito presente na transação.

Apesar das inúmeras vantagens advindas da negociação em Bolsa, a padronização dos contratos requer uma adaptação pelos agentes às especificações, o que muitas vezes não é possível sem perdas ao *hedge* (já que o item do contrato se distancia das características do ativo físico). Além disto, as exigências de ajustes diários implicam a necessidade de um fluxo de encaixes e desencaixes ao longo da operação, o que exige uma capacidade de custeio maior dos agentes.

Interessante no caso dos contratos a termo e futuros é o fato de que eles permitem uma trava de preços neste mercado, protegendo o agente contra as variações bruscas dos preços de mercado da commodity. Todavia, estes instrumentos não permitem que eventuais oscilações favoráveis de preços sejam aproveitadas pelos agentes.

As opções surgiram como um instrumento capaz de oferecer ainda maior flexibilidade aos agentes na medida em que são contratos que garantem não necessariamente uma obrigação, como previsto pelos contratos a termo e de futuros, mas primordialmente um direito ao comprador (titular).

Nesse sentido, as opções são contratos que oferecem ao comprador (titular da opção) o direito de comprar (no caso das opções de compra, denominadas também *call*) ou vender (no caso das opções de venda, denominadas *put*) um ativo em uma data ou período futuro a um preço pré-determinado. Pela aquisição deste direito, o comprador paga ao vendedor (lançador da opção) um preço, conhecido como prêmio. Enquanto o titular da opção adquire um direito, ao lançador cabe uma obrigação: a de atender ao direito do titular caso este queira exercê-lo. No caso, por exemplo, de um titular de uma

os compradores e vendedores devem efetuar em função da diferença entre o preço futuro do dia anterior e do dia em questão, de acordo com as elevações e quedas no preço futuro.

⁸ Os limites diários de posição estabelecidos pela Bolsa buscam evitar grandes oscilações dos preços decorrentes de especulação. Em geral delimita-se uma faixa de oscilação diária dos preços (com limite de alta e de baixa) permitida. Quando um destes limites é atingido, as negociações são interrompidas evitando assim grandes perdas e também ganhos especulativos.

⁹ Os limites de posição referem-se ao número máximo de contratos que um agente de mercado pode deter.

put: este agente adquiriu o direito de vender o ativo-objeto da opção a determinado preço (*strike price*) estabelecido. Caso seja interessante para este agente exercer seu direito estabelecido pela *put*, o lançador da opção terá então uma obrigação comprar o ativo ao *strike*.

As opções podem ser ainda negociadas tanto em mercado de balcão quanto em Bolsa. No caso do mercado de balcão, são acordos não padronizados, sendo flexíveis e customizados entre duas partes. Quando negociados em bolsa, os contratos são padronizados e existe a garantia da *clearing* quanto ao cumprimento do contrato. Além disso, as opções podem ser de dois tipos: européias (exercício somente pode ser feito na data do vencimento) e americanas (exercício pode ser realizado em qualquer momento até a data do vencimento).

Por último, os swaps são acordos privados entre partes que se comprometem com a troca futura de fluxos de caixa com referência à rentabilidade entre dois ativos, respeitando uma determinada fórmula previamente estabelecida. São negociados em balcão, podendo ter registro em Bolsas, visando facilitar o cumprimento dos aspectos acordados.

No caso específico da cafeicultura, os contratos a termo transacionados em balcão e os futuros, negociados na BM&FBOVESPA (Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros) e na Bolsa de Nova York (ICE Futures), são os instrumentos comumente utilizados nas operações de *hedge*¹⁰. As opções e os swaps sobre commodities, apesar de serem também instrumentos vantajosos para os agentes na realização do *hedge* ainda são pouco utilizados no país, de modo que sua liquidez é pequena, o que dificulta a estruturação das operações.

Os contratos futuros de café arábica negociados na BM&FBOVESPA possuem como o ativo-objeto “café cru, em grão, de produção brasileira, *coffea arabica*, tipo 6 ou melhor, bebida dura ou melhor, para entrega no Município de São Paulo, SP, Brasil”. Em cada contrato são negociadas 100 sacas de 60 kg cotadas em US\$ com duas casas decimais. Estes derivativos apresentam vencimentos nos meses de março, maio, julho, setembro e dezembro. Já os contratos negociados na Bolsa de Nova York determinam a negociação de 37500 libras-peso, com vencimento em março, maio, julho, setembro e dezembro.

¹⁰ Na London International Financial Futures and Options Exchange (LIFFE), localizada em Londres, são negociados contratos de café robusta. Entretanto, considerada a produção menos significativa de café robusta no Brasil em termos do café arábica, esta bolsa é considerada pouco relevante para os fins deste estudo.

3.2 Operação de *hedge* com contratos futuros

Uma operação de *hedge*, como já citado anteriormente, tem objetivo de proteção contra as variações de preço de mercado e que, por isso, busca fixar um preço para uma *commodity*, este pode ser de dois tipos: o de compra e o de venda (Silveira, 2002).

O *hedge* de venda é aquele normalmente realizado pelo agente que possui o ativo ou o possuirá no futuro, estando sujeito ao risco de queda do preço. Em uma operação como esta, o agente vende contratos futuros, assumindo uma posição vendida (*short*), a qual permitirá fixar o preço de venda de seu ativo. Caso o preço tenha queda no mercado à vista, a perda no *spot* será compensada pelo ganho no mercado futuro. Por outro lado, com a alta das cotações, o ganho no físico será neutralizado pela perda no mercado futuro.

Já o *hedge* de compra é normalmente realizado pelo agente que irá comprar o ativo em data futura, já que não o possui, estando sujeito assim a um risco de alta dos preços. Neste caso, este agente realizará no mercado futuro a compra de contratos futuros, assumindo uma posição comprada (*long*), protegendo-se, assim, de um movimento altista nas cotações. Caso o movimento de alta se efetive, a perda no mercado à vista será compensada pelo ganho nos mercados futuros. No entanto, se o movimento for contrário, o ganho no mercado à vista é anulado pela perda no futuro.

3.3 A base e o risco de base

Como destacou Ederington (1979) a abordagem mais tradicional de análise do *hedge* enfatiza a possibilidade de redução dos riscos pela utilização de contratos futuros. De acordo com esta abordagem, embasada na Teoria da Média e Variância (Teoria do Portfólio) de Harry Markowitz¹¹, a estratégia central seria a tomada de uma posição em futuros igual (em termos de quantidade do ativo físico e do ativo-objeto do contrato) e oposta àquela que se possui no mercado à vista, de tal forma que os ganhos em um

¹¹ Markowitz (1952) afirma que na análise do risco de um portfólio, devido à correlação existente entre os ativos que o compõem, é necessário atentar não somente para a variação individual de cada ativo em resposta às variações do mercado, mas sim para a variação conjunta dos ativos inseridos na carteira. Para o autor a diversificação dos ativos da carteira, ao colaborar para a redução da variância dos retornos dos títulos individuais às variações do mercado, permite uma redução do componente de risco não-sistemático (diversificável) da carteira.

mercado compensem eventuais perdas no outro mercado, como descrito acima. Ou seja, um agente que possui uma posição comprada (*long*) no mercado à vista (já que detém o físico) realizará o *hedge* assumindo uma posição vendida (*short*) em futuros e, em termos da quantidade de contratos a ser vendida, ela deve ser igual à quantidade do ativo físico que o agente possui.

A análise quanto à redução dos riscos é feita por meio da comparação entre dois portfólios distintos: um formado somente pelas posições no mercado à vista (portfólio sem *hedge*) e outra se considerando as posições no mercado à vista e em contratos futuros (portfólio com *hedge*). Analisam-se assim os preços do ativo físico e do ativo-objeto do contrato em dois momentos distintos da operação: na abertura de posições e no fechamento. Dessa forma, a perda ou ganho em um portfólio sem *hedge* é avaliada pela diferença entre o preço *spot* obtido na abertura da posição e o preço *spot* obtido no encerramento. Já em um portfólio com *hedge*, consideram-se estas variações no mercado à vista e as variações nos contratos futuros (ou seja, a diferença entre o preço futuro obtido na abertura da posição e o preço futuro obtido no encerramento). A redução dos riscos que o *hedge* pode oferecer envolve assim a comparação destas duas situações acima citadas.

Nesse sentido, a questão relevante para o *hedger* é se os ganhos em um mercado compensarão as eventuais perdas que podem vir a ocorrer no outro mercado, o que dependerá essencialmente do comportamento conjunto dos preços à vista e futuro (Barros e Aguiar, 2005).

A análise do comportamento conjunto destes preços pode ser feita por meio da observação da evolução da base (*B*) ao longo do tempo, definida de maneira geral como a diferença entre o preço *spot* (à vista) do ativo que se deseja eliminar os riscos de variação de preços e o preço futuro correspondente deste ativo – equação (1).

$$Base_t = P_t - F_t \quad (1)$$

Onde, P_t é o preço à vista e F_t é o preço futuro.

Sendo assim, a base pode variar de acordo com a localidade e conforme a bolsa utilizada para obtenção do preço futuro. Essa diferença de preços deriva de diversos fatores e, no caso das commodities de consumo (como é o caso do café e outras commodities agrícolas), reflete o chamado custo de carregamento. O custo de carregamento é formado pelos custos de transação e outros custos necessários para se manter ou levar (carregar) uma posição do presente por um período de tempo até uma data futura (como

o vencimento do contrato futuro por exemplo). Dentre os elementos que compõem o custo de carregio no caso de commodities de consumo citam-se o custo de armazenagem; de seguros; de transporte (frete); custos de financiamento; custos com comissões e corretagens entre outros.

No caso de commodities de consumo (em oposição às commodities de investimento como ouro e prata, por exemplo) como observou Hull (1996), é preciso considerar ainda um fator associado às possibilidades de obtenção de lucros em função da posse do ativo (em momentos de escassez temporária da commodity, por exemplo) chamado de *convenience yield*. Segundo o autor este fator reflete as expectativas do mercado quanto à disponibilidade futura da *commodity*. Desta forma, na análise do comportamento da base, é preciso avaliar o custo de carregio e deste descontar o *convenience yield* (a renda que pode ser obtida em função da posse da *commodity*).

Estes elementos (custo de carregio e o *convenience yield*) exercem grande influência não somente na determinação da relação entre preços à vista e futuros como também na relação entre preços futuros de diferentes vencimentos e são essenciais para os agentes na determinação dos momentos ideais de realização do *hedge*.

Considerando assim o comportamento dos preços no mercado futuro e no mercado a vista, admite-se como exemplo um produtor rural que está sujeito ao risco de queda do preço da *commodity* e faz por isso um *hedge* de venda em futuros (vende contratos futuros da *commodity* assumindo posição vendida - *short* - em futuros). O resultado (R) desta operação será dado por:

$$\begin{aligned} R &= P_{t_2} - (F_{t_2} - F_{t_1}) \\ R &= P_{t_2} - F_{t_2} + F_{t_1} \\ R &= B_{t_2} + F_{t_1} \end{aligned} \tag{2}$$

O resultado do *hedge* seria assim determinado pela soma entre o preço futuro no momento da negociação do contrato (F_{t_1}) e a base no momento do encerramento da posição (B_{t_2}), obtida pela diferença entre o *spot* (P_{t_2}) e o preço futuro do ativo (F_{t_2}) ambos no encerramento da posição..

Sendo assim de acordo com a relação entre preço *spot* e preço futuro, a base pode ser negativa ou positiva (Silveira, 2002).

Quando preço futuro é superior ao preço a vista, situação conhecida como mercado normal, a base é negativa. Uma situação de mercado normal é observada quando os preços de contratos futuros com vencimentos mais distantes são maiores do

que os preços de contratos com vencimentos mais próximos da data em que se realiza a operação. O mercado futuro apresenta assim uma tendência de alta (*bullish market*) e cada mês (contrato futuro) é negociado a um preço em que consta um prêmio (ágio) em relação ao contrato vencimento anterior. Diz-se assim que o mercado “paga” para que o agente carregue a *commodity* para um período posterior, estimulando a estocagem, e por isso o mercado seria “de carregio”. Pode ser observado nos períodos de safra, em que há bastante oferta no curto prazo e uma expectativa de escassez (ou ao menos redução da oferta) no longo prazo.

Já nos momentos em que o preço futuro se torna inferior ao preço à vista, a base torna-se positiva, levando ao chamado mercado invertido. A situação de mercado invertido é caracterizada pela expectativa de escassez do produto no curto prazo e de um aumento na oferta em um período futuro podendo ser mais comumente observado no período da entressafra.

A situação de mercado invertido pode ocorrer em momentos em que se estima que o preço futuro será menor do que o preço à vista ou em situações em que o mercado futuro apresenta tendência de baixa (*bearish market*) e estima-se que os preços futuros de contratos com vencimentos mais distantes são menores do que os preços dos contratos mais próximos. Diante disto, cada mês (contrato futuro) é negociado a um preço em que consta um desconto (deságio) em relação ao contrato vencimento anterior e diz-se que o mercado “paga” para que o agente que possui a *commodity* no presente abra mão dela (realize a venda no mercado físico) no período recente, desestimulando a estocagem.

Em geral os preços à vista e futuros apresentam movimentos na mesma direção. Todavia, esses movimentos podem não ser simultâneos assim como não ocorrer na mesma intensidade, dando origem a processos de fortalecimento ou enfraquecimento da base, determinando assim a existência do risco de base (*basis risk*).

Considerando uma situação de mercado normal (quando o preço futuro é superior ao preço à vista), o fortalecimento (aumento) da base ocorre quando aumento do preço *spot* do ativo (P_t) for superior ao do preço futuro (F_t) ou quando o preço futuro apresentar queda maior do que o *spot*. Sendo assim, o fortalecimento da base seria favorável àqueles agentes que estiverem vendidos (*short*) em futuros. De maneira análoga, o enfraquecimento (diminuição) da base ocorre em situações em que o aumento do preço *spot* do ativo for menor do que o do preço futuro, ou quando o preço

futuro apresentar queda menor que aquela apresentada no mercado *spot*. Situações como esta são positivas para os agentes que estão comprados (*long*) em futuros.

Como destacaram Barros e Aguiar (2005), a confiabilidade no uso do comportamento histórico da base depende inversamente do risco de base que o ativo apresenta, de modo que quanto menor o risco de base (quanto menor, portanto, as possibilidades de descolamento entre os preços do ativo no mercado a vista e em futuros), maior a confiabilidade na análise.

Este é, contudo, um risco que não pode ser transferido para outro agente, de forma que quem realiza operações em futuros estará sempre sujeito a um risco: aquele relacionado às oscilações da base. Isto implica que o mercado futuro não oferece uma proteção perfeita dado que não é capaz de eliminar completamente o risco de preços, mas somente reduzi-lo.

Denota-se do que foi exposto nessa seção que as análises focadas no acompanhamento do comportamento da base são assim importantes para a determinação do melhor momento de abertura e encerramento de posições no mercado futuro. Entretanto, a existência do risco de base torna falha a afirmação da teoria tradicional de que a totalidade dos ativos físicos que o agente possui deve ser *hedgeada* com contratos futuros para garantir um *hedge* bem feito.

3.4 A efetividade do *hedge*

Em função dos riscos associados à possibilidade de desconhecimento da base em momentos futuros e da invalidação da hipótese tradicional de que a partir do *hedge* de toda a posição no mercado a vista com contratos futuros seria possível eliminar todo o risco de variações de preços, foram desenvolvidas outras formas de análise do *hedge*.

Como observam Pennings e Meulenberg (1997), estas outras formas de análise derivam dos esforços de sistematização de Johnson (1960) e Stein (1961)¹² e

¹² Estes autores empreenderam um esforço de sistematização do debate inicial sobre o *hedge*. Sua abordagem, segundo Bueno (2002), permitiu a integração da teoria tradicional sobre o *hedge* (que enfatiza a aversão ao risco dos agentes e afirma que em função dela os agentes realizariam o *hedge* dos seus ativos) com a abordagem de Working (1953), que afirma que os agentes estariam interessados não somente na redução do risco, mas também nas variações da base e na maximização dos retornos que poderiam ser obtidos. Ao integrar ambas as teorias, os autores foram capazes de aplicar a teoria da média-variância de Markowitz e explicar que os agentes manteriam na realidade somente parte de suas posições *hedgeadas* (e não a totalidade, como afirmava a teoria tradicional).

posteriormente de Ederington (1979), também embasadas na Teoria da Média e Variância (Teoria do Portfólio) de Harry Markowitz.

Citam-se como exemplos de derivações da obra de Ederington (1979) estudos como de Brown (1985), Myers e Thompson (1989), Viswanath (1993) e Geppert (1995). Já de forma alternativa à abordagem de Ederington (1979), mas ainda tendo esta obra como ponto de partida, citam-se, por exemplo, as análises de Howard e D'Antonio (1984), cuja metodologia se mostrou inadequada para alguns casos específicos em que a taxa livre de risco é muito alta (como é o caso das análises para o mercado brasileiro)¹³; Hsin, Kuo e Lee (1994) e Pennings e Meulenberg (1997).

Segundo estes estudos, cabe aos agentes a escolha de um percentual de sua posição à vista que deve ser protegida por meio do *hedge* com contratos futuros, proporção esta conhecida como razão de *hedge* de mínima variância (ou razão ótima de *hedge*).

Partindo destes conceitos, diversos estudos elaboraram formas distintas de mensuração da efetividade e razão ótima do *hedge*. Nestas pesquisas, são realizadas análises comparativas entre dois portfólios: um com *hedge* e outro sem *hedge* (somente posições *spot*). Avalia-se então a efetividade do *hedge*, entendida como o percentual de redução do risco (relacionado à variância das receitas decorrente das variações do preço à vista) que se pode obter mediante a realização do *hedge* em sua razão ótima (na proporção ótima) com contratos futuros (Carter e Loynes, 1985).

Nesse sentido, as análises fundadas na observação da razão ótima de *hedge* e da efetividade do *hedge* podem ser consideradas uma forma mais adequada de análise da qualidade do *hedge* do que aquelas fundamentadas na observação do comportamento da base, (estas mais adequadas para avaliação do melhor momento para a realização das operações). Sendo assim na próxima seção serão discutidas diferentes abordagens sobre o cálculo de efetividade e razão ótima de *hedge* que servirão de base para a análise dos dados que pretende este estudo: o modelo de Geppert (1995); de Myers e Thompson (1989) e o modelo de Viswanath (1993), além de algumas extensões relevantes sobre estas abordagens.

¹³ Uma breve visão deste debate pode ser observada nas análises de Chang e Shanker (1987) e Howard e D'Antonio (1987).

4 Metodologias de Análise de Eficiência

Neste capítulo, será feita uma breve revisão bibliográfica sobre a efetividade e a razão ótima de hedge, onde serão apresentados os modelos que serão utilizados para a avaliação do *hedge* no mercado futuro de café e suas respectivas metodologias: o modelo de Geppert (1995); o modelo de Myers e Thompson (1989) e o modelo de Viswanath (1993) respectivamente. Serão também apresentadas suas respectivas metodologias de cálculo da razão de *hedge* ótimo e da efetividade, além de análises de estudos que ocorreram para o mercado brasileiro.

Como abordado na seção anterior, estes modelos derivam da Teoria do Portfólio de Markowitz. As análises fundamentam-se na idéia de construção de dois portfólios distintos: um deles constando somente a posição à vista (só a commodity neste caso), sendo, portanto, um portfólio sem hedge; e outro formado pela posição à vista e a posição em futuros, sendo um portfólio com hedge.

Por meio da abordagem acima exposta, a análise do risco associados às variações dos preços e a capacidade do hedge de reduzir este risco é feita por meio da observação do comportamento da variância dos retornos esperados (decorrente de alterações dos preços de mercado) de ambos os portfólios (com e sem *hedge*). Como instrumental analítico, como observado por Pennings e Meulenberg (1997), é possível ainda traçar uma curva (fronteira) relacionando a variância (risco) dos retornos esperados das carteiras e o próprio retorno esperado dos portfólios.

Segundo a abordagem do portfólio (ou Teoria da média e variância), admite-se ainda que na montagem de um portfólio de ativos os investidores procuram obter o máximo retorno esperado para um determinado nível de risco ou de maneira alternativa, a minimização dos riscos para um dado nível de retorno esperado. Nesse sentido, o critério de determinação da efetividade do *hedge*, como destacado por Brailsford (2001) estaria relacionado ao objetivo do hedge como por exemplo a minimização dos riscos (Ederington, 1979) ou a maximização dos retornos (Pennings e Meulenberg, 1997).

4.1 O modelo de Ederington (1979)

O artigo de Ederington (1979) é pioneiro em termos da estimação da efetividade e razão ótima de *hedge*. Em 1979, logo após o início dos mercados futuros nos Estados Unidos com as atividades da Bolsa de Chicago, Ederington buscou avaliar dois contratos futuros (GNMA¹⁴ e as Treasury Bill - T-Bill¹⁵, lançados respectivamente em 1976 e 1977 pela Bolsa de Chicago) como instrumentos de *hedge* (no sentido de instrumentos capazes de garantir a transferência de riscos de preços entre os agentes do mercado). Em sua análise comparou estes dois ativos entre eles e cada um deles individualmente com outros dois ativos fortemente transacionados no mercado futuros: primeiro com milho e depois com o trigo.

Segundo este modelo, a efetividade do *hedge* pode ser avaliada pela observação do risco de descolamento entre os preços *spot* (P_t) e futuros (F_t) e é avaliada por meio da variância dos retornos esperados. Sendo assim, uma medida da efetividade do *hedge* é aquela obtida pela redução da variância dos retornos esperados associados ao portfólio com *hedge* em comparação com o portfólio sem *hedge*.

Sua análise foi feita por meio de uma regressão simples entre os preços *spot* e futuros pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), pela qual estimou o seguinte modelo:

$$P_t = \beta * F_t + \mu_t \quad (2)$$

Segundo este modelo, β representa a razão ótima de *hedge*, sendo este calculado pela razão entre covariância entre preço à vista e o preço futuro e a variância do preço futuro; μ_t é o termo errático com média zero e variância constante. A partir da determinação da razão ótima de *hedge*, é possível então estabelecer a efetividade do

¹⁴ Government National Mortgage Association 8% Pass-Through Certificates (GNMA). São títulos com lastro em hipotecas introduzidos no mercado norte-americano pela Government National Mortgage Association (GNMA ou Ginnie Mac). Como observam Bodie et al (2000) estes títulos funcionariam como um pool de empréstimos, agregando hipotecas individuais em grupos relativamente homogêneos. Os compradores destes títulos recebiam participações do pagamento do principal assim como os juros pelas hipotecas pagos pelo devedor. Sendo assim os bancos que haviam originado as hipotecas transferiam o investimento nelas (e o risco de não pagamento) para os proprietários dos títulos, apesar de continuarem recebendo uma taxa pelo serviço das hipotecas. Estes títulos permitiram assim a securitização das hipotecas, garantindo que elas pudessem ser negociadas como quaisquer outros títulos.

¹⁵ Treasury Bill: são obrigações de dívida do governo norte-americano de curto prazo (menos de um ano) emitidas com desconto sobre seu valor de face. Nos dias atuais, a compra e venda destes ativos é um dos principais instrumentos do FED (Banco Central norte-americano) para regular a oferta de moeda na economia.

hedge. Esta medida indica o grau de redução da variância dos preços a vista que pode ser obtida a partir da realização do *hedge*. Nesse sentido, a efetividade corresponderia à diminuição da variância dos retornos esperados obtida com o *hedge*. Sendo assim, segundo este modelo, o coeficiente de determinação (R^2), obtido a partir da regressão simples, expressaria a efetividade do *hedge*.

Hayenga et al. (1996) realizam uma alteração no modelo anterior, incluindo o termo de intercepto, α .

$$P_i = \alpha + \beta * F_i + \mu_i \quad (3)$$

Sobre esta metodologia, Brown (1985) atentou para uma questão central: os modelos obtidos via regressão simples só tem suas propriedades asseguradas se todas as variáveis contidas no modelo forem estacionárias¹⁶. Porém na prática, a maioria das séries econômicas são não-estacionária, de modo que apresenta autocorrelação serial. Na presença de autocorrelação, uma das premissas do modelo clássico de regressão linear (de que os termos de erro não apresentam correlação serial) é invalidada e os estimadores obtidos pelo método dos MQO deixam de ser eficientes (ter variância mínima), apesar de continuarem sendo lineares, não tendenciosos e consistentes com a distribuição normal (Gujarati, 2004). A continuidade do uso dos métodos clássicos de estimação (como o de MQO) mediante a presença de autocorrelação pode levar a resultados incorretos - problema da regressão espúria - e a razão de *hedge* ótima estimada pode não ser confiável (Brown, 1985).

Brown (1985) propôs então uma transformação em relação às análises realizadas por Johnson (1960), Stein (1961) e Ederington (1979). Partindo da abordagem do portfólio, o autor estimou a razão de *hedge* ótima por meio dos preços em seus retornos, considerando, portanto, uma distribuição das variações de preço (e não os preços em nível como fizeram Johnson, Stein e Ederington). Realizou ainda o teste de Durbin-Watson para verificação da correlação serial e constatou fortes indicações de autocorrelação positiva, o que indicaria uma inadequação da metodologia de cálculo da razão de *hedge* por meio da regressão dos preços em nível como queria Ederington. Brown obteve ainda estimativas de razões de *hedge* não significativamente diferentes de

¹⁶ Uma série temporal é dita estacionária quando suas estatísticas (média, variância, covariância) não variam com o passar do tempo, de modo que uma série como esta tende a retornar para sua média e as flutuações ao redor desta média terão amplitude relativamente constante. Já as séries cujas estatísticas variam no tempo são conhecidas como séries não-estacionárias, também chamadas de processos de raiz unitária ou modelo de passeio aleatório (Gujarati, 2004).

um, o que implica que quase a totalidade dos ativos deveria ser *hedgeada* com contratos futuros, contrariando¹⁷ assim o que determina a abordagem de Johnson (1960) e Stein (1961).

Com base no trabalho de Brown (1985) outros procedimentos foram então desenvolvidos, como a realização da regressão simples (pelo método dos MQO) entre os retornos do *spot* e os retornos no mercado futuro, considerando-se os retornos como uma mudança percentual dos preços para um determinado intervalo de tempo.

$$\frac{\Delta P_t}{P_{t-1}} = \alpha + \beta \frac{\Delta F_t}{F_{t-1}} + \mu_t \quad (4)$$

Geppert (1995) elaborou ainda outra forma de estimação por meio de uma regressão simples (pelo método dos MQO) entre a variação dos preços *spot* e a variação dos preços no mercado futuro, mas com correções para a autocorrelação.

$$\Delta P_t = \alpha + \beta * \Delta F_t + \mu_t \quad (5)$$

O que se busca nesse caso é β : a estimativa da razão de *hedge* que minimiza a variância dos retornos (lucros ou perdas) da operação (variância esta determinada pela soma do quadrado dos desvios da regressão) - equação (6):

$$\beta^* = \frac{Cov(\Delta P_t, \Delta F_t)}{Var(\Delta F_t)} \quad (6)$$

Tal que $Cov(\Delta P_t, \Delta F_t)$ é a covariância entre as variações dos preços à vista e futuro e $Var(\Delta F_t)$ é a variância dos preços *spot* em sua primeira diferença.

Segundo esta abordagem, o β estimado (coeficiente angular da regressão simples) é a parcela das variações do preço à vista que as variações do preço futuro não explicam, correspondendo portanto à porção aleatória da base (o risco de base). Estas variações aleatórias são justamente aquelas que o *hedge* de mínima variância não é capaz de eliminar (Rochelle 1997). Considerando esta observação, quanto menor a variância do risco de base, menor o risco da operação de *hedge* em mercados futuros e portanto, maior a efetividade da operação, conforme notou Netz (1996).

¹⁷ Segundo Brown (1985), as abordagens de Johnson (1960) e Stein (1961) sugerem que como os preços *spot* e futuros não se movem exatamente da mesma forma, seria uma vantagem para o *hedger* obter uma razão ótima de *hedge* inferior a um

Nota-se, portanto, que a questão quanto a abordagem mais adequada para avaliar o hedge (por meio dos preços em nível, em seus retornos, ou pelas variações percentuais) foi amplamente discutida na literatura econômica. No entanto, na visão de Myers e Thompson (1989), todas estas variações apresentam problemas, que serão discutidos na próxima seção.

4.2 O modelo de Myers e Thompson (1989)

Para estes autores, o problema central do uso das metodologias citadas na seção anterior está relacionado ao fato de que a estimativa da razão de *hedge*, representado pelo β , depende da razão da covariância entre a variável dependente (preços futuros) e da explicativa (preços *spot*), e a variância da variável explicativa – equação 6. Entretanto, trata-se de covariâncias e variâncias condicionais, e não incondicionais como consideram estes modelos. Na sua visão, estas estatísticas são momentos condicionais que dependem das informações disponíveis no momento da tomada de decisão quanto à realização do *hedge*, de modo que é necessário considerar também este aspecto.

A partir disto propõem um método generalizado de estimação com base nas informações disponíveis no período $t - 1$, que resulta no seguinte modelo:

$$P_t = \alpha * X_{t-1} + \beta * F_t + \varepsilon_t \quad (7)$$

Em que X_{t-1} é uma matriz que contém as variáveis relevantes para a formação dos preços *spot* e α é um coeficiente de regressão não conhecido. Neste modelo, o β estimado fornecerá a razão ótima de *hedge*.

Este modelo pode ainda ser simplificado por meio da consideração de que a matriz X_{t-1} é formada pelo termo constante e pelos preços *spot* e futuro defasados – equação (8) .

$$P_t = \alpha_0 + \delta F_t + \sum_{j=1}^q \beta_j P_{t-j} + \sum_{j=1}^q \beta_{q+j} F_{t-j} + \varepsilon_t \quad (8)$$

Onde, q representa número de defasagens do modelo¹⁸.

¹⁸ Como pressuposto do modelo, os preços *spot* e futuros apresentam processo autorregressivo (AR).

Sendo assim, sobre a questão da condicionalidade da variância e covariâncias e a adequação das metodologias citadas anteriormente, Myers e Thompson (1989) admitem que as abordagens que consideram o coeficiente angular da regressão simples (R^2 , representado pelo β) do preço *spot* contra o preço futuro (tanto em nível, como em suas variações ou mesmo em seus retornos) são na realidade casos especiais do modelo geral que os autores obtém, sendo portanto adequadas para estimar a razão ótima de *hedge* somente diante de circunstâncias específicas. Afirmam ainda que os modelos baseados no método dos MQO são mais suscetíveis a erros de especificação do que o modelo que os autores propõem, dado que alguns dos pressupostos à situação de equilíbrio dos preços (como a ausência de autocorrelação) ficam somente implícitos, não sendo testados para conferir sua validade.

Desta forma, ao proporem uma análise por meio de regressão múltipla torna-se necessária uma nova medida de efetividade do *hedge* diferente do coeficiente de determinação desta regressão (R^2 , encontrado a partir do β) - equação (9) - sendo necessário o cálculo das variâncias e covariâncias dos portfólios *hedgeados* e não *hedgeados*.

$$E^* = \frac{Var(\Delta Ps_t) - Var(h^* \Delta Pf_t)}{Var(\Delta Ps_t)} = 1 - \frac{Var(h^* \Delta Pf_t)}{Var(\Delta Ps_t)} = 1 - \frac{Var(\Delta Ps_t - h^* \Delta Pf_t)}{Var(\Delta Ps_t)} \quad (9)$$

Onde, $Var(\Delta Ps_t - h^* \Delta Pf_t)$ representa a variância das alterações dos retornos em um portfólio com *hedge* realizado na proporção ótima e $Var(\Delta Ps_t)$ representa a variância das alterações dos retornos no portfólio sem *hedge*.

Myers e Thompson observam também que muitos estudos sugerem que os preços em nível de *commodities* são em geral variáveis não-estacionárias e apresentam raiz unitária¹⁹. Isso faz com que seja necessária a utilização de mecanismos voltados para a análise de séries temporais, ou então a diferenciação da série de modo a obter uma série estacionária. Diante disto, Myers e Thompson propõem uma análise preliminar da estacionariedade da série a ser trabalhada e a construção de modelos em

¹⁹ Como observaram Nogueira, Aguiar e Lima (2002) grande parte das séries econômicas é não-estacionária de modo que as características do processo estocástico variam ao longo do tempo, o que dificulta a análise do comportamento da série. Todavia, é possível diferenciar a série não-estocástica uma ou mais vezes de modo a obter uma série derivada que seja estacionária. O número de vezes que este procedimento é realizado é denominado ordem de integração ou de homogeneidade.

diferença como procedimentos para possibilitar a obtenção de estimativas da razão ótima de *hedge* mais eficientes.

A verificação da estacionariedade de séries temporais pode ser feita por meio de teste um teste de raiz unitária, por meio do qual é possível verificar se a série é estacionária em nível ou então nas diferenças.

4.3 O modelo de Viswanath (1993)

Uma extensão do modelo de Myers e Thompson (1989) pode ser obtida em Viswanath (1993). O autor admitiu que informações referentes ao comportamento da base seriam de grande relevância para os agentes no momento da elaboração e da estimação da razão de *hedge*, devendo por isso ser incluídas no modelo – equação (10).

$$P_t = \alpha + \beta F_t + \delta \sum_{i=1}^{t-n} B_i + \varepsilon_t \quad (10)$$

Tal que $\sum_{i=1}^{t-n} B_i$ seriam os valores da base no intervalo de tempo entre $(t-n)$ até o momento (t) da realização do *hedge*; α , β e δ são coeficientes da regressão. Por sua vez, β estimado representará a razão ótima de *hedge*.

Como observou Silveira (2002), a inclusão de informações relativas à base em períodos que antecedem o *hedge* pode ser considerada a principal vantagem deste modelo.

Todavia, como a estimação deste modelo, assim como o de Myers e Thompson (1989), envolvem a realização de regressão múltipla, o coeficiente de determinação desta regressão (R^2 , encontrado a partir do β) não é uma medida adequada da razão ótima de *hedge*, devendo esta ser obtida por meio da equação (9) citada anteriormente. ,

4.4 Análise de estudos aplicados no mercado de café no Brasil

Alguns estudos nacionais, já analisaram a efetividade do *hedge* no mercado futuro de café arábica na Bolsa de Nova York (ICE Futures) e na BM&FBOVESPA.

Pacheco (2000) realizou uma análise do comportamento dos preços futuro e à vista de café. Para medir a eficiência do *hedge*, realizou a regressão simples entre os preços à vista cotados em Santos (P_t), e futuro (F_t) em nível para os cinco principais tipos de café produzidos no Brasil, de acordo com o modelo de Ederington (1979) – equação (2).

Segundo o autor, a efetividade do *hedge* realizado na BM&FBOVESPA, para as localidades em que foi considerado o café do tipo arábica, varia em torno de 85% a 95%, sendo, em geral, 30% maior em comparação com a efetividade do *hedge* realizado na Bolsa de Nova York, chegando a 50% em alguns casos.

Pinto (2001) buscou analisar instrumentos alternativos de minimização de riscos de preços e a possibilidade de utilização da LIFFE (London International Financial Futures and Options Exchange), da ICE Futures e da BM&FBOVESPA como ferramenta de realização do *hedge* no mercado cafeeiro. O autor procedeu aos cálculos da razão ótima e da efetividade do *hedge* segundo o modelo de Myers e Thompson (1989), simulando a operação para as regiões de Garça (SP), Santos (SP), Patrocínio (MG), e Vitória (ES), considerando as três bolsas acima citadas. Com exceção de Vitória, em que se utilizou a cotação do café tipo conillon, as demais regiões referem-se ao café do tipo arábica.

O autor observou, assim como Pacheco (2000), que a melhor efetividade do *hedge* foi verificada para a BM&FBOVESPA, seguida da Bolsa de Nova York, sendo a efetividade somente maior para o caso do café conillon na Bolsa de Londres. Segundo o autor, a efetividade do *hedge* realizado na BM&FBOVESPA, para as localidades em que foi considerado o café do tipo arábica, varia em torno de 61% a 81%. Já a média da razão ótima de *hedge* para estas localidades variou entre 51% e 78%. Seguem abaixo os resultados obtidos pelo autor.

Quadro 4. Média da efetividade do *hedge* (EH) e da razão ótima de *hedge* (β^*) das diferentes regiões, no mercado futuro da BM&FBOVESPA ICE Futures e LIFFE.

Regiões	Patrocínio		Garça		Santos		Vitória	
Futuros	EH	β^*	EH	β^*	EH	β^*	EH	β^*
BM&F								
Março	71%	68%	66%	66%	74%	65%	61%	54%
Maio	74%	72%	75%	69%	77%	63%	73%	67%
Julho	80%	59%	75%	70%	75%	68%	70%	59%
Setembro	74%	70%	73%	72%	81%	76%	67%	42%
Dezembro	65%	71%	72%	72%	74%	76%	60%	49%
ICE								
Março	70%	74%	66%	75%	70%	78%	44%	53%
Maio	68%	71%	67%	71%	70%	63%	48%	42%
Julho	69%	55%	63%	64%	69%	65%	68%	46%
Setembro	72%	70%	65%	64%	73%	73%	42%	35%
Dezembro	61%	51%	63%	58%	68%	56%	51%	26%
LIFFE								
Janeiro	39%	107%	38%	116%	30%	77%	65%	79%
Março	35%	128%	25%	106%	26%	140%	69%	77%
Maio	35%	135%	35%	139%	25%	138%	69%	92%
Julho	34%	59%	28%	75%	26%	58%	68%	91%
Setembro	44%	163%	40%	164%	38%	169%	72%	61%
Novembro	19%	49%	21%	54%	15%	49%	69%	37%

Fonte: PINTO (2001). Elaboração Própria.

Nogueira, Aguiar e Lima (2002), ao analisarem as possibilidades e os resultados das operações de *hedge* com futuros para o mercado brasileiro de café arábica realizadas na BM&FBOVESPA e ICE Futures, consideraram cinco modelos diferentes para determinação da razão ótima e a efetividade de *hedge* (como proposto por Myers e Thompson):

- Modelo 1: Equação em nível de preço (preços a vista contra preço futuro ambos em nível) – equação (2);
- Modelo 2: Equação em nível de preço defasado (preço a vista em nível contra preço futuro e cotações a vista e futuras defasadas) – equação (11);
- Modelo 3: Equação em diferença de preço (variação do preço a vista contra variação do preço futuro) – equação (12);
- Modelo 4: Equação em diferença de preço defasado (variação do preço a vista contra variação do preço futuro e variação das cotações a vista e futuras defasadas) – equação (13);
- Modelo 5: Equação de diferença percentual (variação percentual do preço a vista contra o preço futuro) – equação (14).

Tal que:

Modelo 2: equação em nível de preço defasado

$$P_{i,t} = \delta_0 + \delta_1 \times F_{j,t} + a(L) \times P_{i,t-1} + b(L) \times F_{j,t-1} + \mu_{i,t} \quad (11)$$

Onde:

$P_{i,t}$: Preço a vista do café cotado na praça i , no período t

$P_{j,t-1}$: Preço a vista do café cotado na praça i , defasado em um período.

$F_{j,t}$: Preço futuro do café cotado na bolsa j , no período t

$F_{j,t-1}$: Preço futuro do café cotado na bolsa j , defasado em um período

$a(L)$ e $b(L)$: polinômios em L , que definem as defasagens.

δ_0 e δ_1 : parâmetros

$\mu_{i,t}$: termo errático com média zero e variância constante.

Modelo 3: equação em diferença de preço

$$\Delta P_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \times \Delta F_{j,t} + \mu_{i,t} \quad (12)$$

Tal que:

$\Delta P_{i,t} = P_{i,t} - P_{i,t-1}$: diferença do preço físico, cotado na respectiva praça, entre os períodos t e $t-1$;

$\Delta F_{j,t} = F_{j,t} - F_{j,t-1}$: diferença do preço futuro do café entre os períodos t e $t-1$.

Modelo 4: equação em diferença de preço defasado

$$\Delta P_{i,t} = \omega_0 + \omega_1 \times \Delta F_{j,t} + a(L) \times \Delta P_{i,t-1} + b(L) \times F_{j,t-1} + \mu_{i,t} \quad (13)$$

Onde:

$\Delta P_{i,t-1} = P_{i,t-1} - P_{i,t-2}$: diferença do preço físico, cotado na respectiva praça, entre os períodos $t-1$ e $t-2$

$\Delta F_{j,t-1} = F_{j,t-1} - F_{j,t-2}$: diferença do preço futuro do café entre os períodos $t-1$ e $t-2$

Modelo 5: equação de mudança percentual

$$\frac{\Delta P_{i,t}}{P_{i,t-1}} = \gamma_0 + \gamma_1 \frac{\Delta F_{j,t}}{F_{j,t-1}} + \varpi_{i,t} \tag{14}$$

Vale ressaltar que, para os modelos de regressão simples, a efetividade da operação é calculada mediante o coeficiente de determinação (R^2). Já quando se considera um modelo de regressão múltipla, a efetividade segue a equação (9)

Mediante uma análise prévia quanto à estacionariedade das séries (feita pelo teste de Dickey-Fuller Aumentado), os autores realizaram a definição de qual modelo a ser utilizado para análise (se estacionárias em nível, seriam utilizados os modelos em nível; se estacionárias na primeira diferença, seriam utilizados os modelos em diferença). Suas análises indicaram que as séries tanto diárias, quanto semanais e quinzenais eram integradas de ordem 1, sendo portanto não-estacionárias em nível e estacionárias em primeira diferença. Os autores utilizaram então os modelos com equação em diferença de preço (modelo 3) e equação em diferença de preço defasada (modelo 4). Seguem abaixo os resultados obtidos pelos autores.

Quadro 5: Efetividade do *hedge* (EH) e Razão Ótima (β^*) para séries Diárias.

Bolsa	Equação em diferença de preço				Equação em diferença de preço defasada			
	BM&F		ICE		BM&F		ICE	
Região	EH	β^*	EH	β^*	EH	β^*	EH	β^*
Cerrado	58,83	62,61	57,33	59,80	58,83	65,62	57,33	59,82
Sul de Minas	59,22	62,45	54,74	58,10	59,22	65,25	54,74	58,06
Mogiana	58,52	63,22	55,60	59,63	58,52	66,18	55,60	59,27
Paulista	57,01	60,69	56,25	58,33	57,01	62,78	56,25	58,09

Fonte: Nogueira et al (2002). Elaboração Própria.

Quadro 6: Efetividade do *hedge* (EH) e Razão Ótima (β^*) para séries Semanais.

Bolsa	Equação em diferença de preço				Equação em diferença de preço defasada			
	BM&F		ICE		BM&F		ICE	
Região	EH (%)	β^* (%)	EH (%)	β^* (%)	EH (%)	β^* (%)	EH (%)	β^* (%)
Cerrado	71,36	69,90	70,28	67,72	71,36	65,62	70,28	59,82
Sul de Minas	71,58	68,75	68,8	65,80	71,58	65,25	68,8	58,06
Mogiana	70,3	68,79	68,43	66,26	70,3	66,18	68,43	59,27
Paulista	68,39	67,02	68,18	65,33	68,39	62,78	68,18	58,09

Fonte: Nogueira et al (2002). Elaboração Própria.

Quadro 7: Efetividade do *hedge* (EH) e Razão Ótima (β^*) para séries Quinzenais.

Bolsa	Equação em diferença de preço				Equação em diferença de preço defasada			
	BM&F		ICE		BM&F		ICE	
Região	EH (%)	β^* (%)	EH (%)	β^* (%)	EH (%)	β^* (%)	EH (%)	β^* (%)
Cerrado	93,73	93,26	74,38	68,00	93,73	93,25	74,38	67,73
Sul de Minas	93,93	92,00	73,07	66,42	93,93	92,06	73,07	66,14
Mogiana	93,89	92,62	72,61	66,67	93,89	92,77	72,61	66,36
Paulista	92,82	90,11	73,48	65,62	92,82	89,94	73,48	65,31

Fonte: Nogueira et al (2002). Elaboração Própria.

De maneira geral, os valores obtidos para a razão ótima de *hedge* (todos inferiores a um) indicam que a proporção ideal de contratos futuros deve ser inferior à posição *spot* para a minimização das variações da receita da carteira. Nota-se todavia que de acordo com o modelo escolhido (nesse caso, equação em diferença de preço ou em diferença de preço defasada) ocorrem variações na razão de *hedge* ótima para as diferentes regiões. Os autores ressaltaram ainda que o aumento do horizonte temporal de análise (diário para semanal e quinzenal) colabora para o aumento da razão de *hedge*, relacionado à tendência de redução da variação dos preços futuros.

Já em termos da efetividade do *hedge*, eles ressaltam que a defasagem ou não da série não implica em alteração, de modo que os valores observados para esta medida são os mesmo para ambos os modelos utilizados. Os dados dos quadros indicam que para séries diárias (quadro 4), a efetividade do *hedge* se situou entre 54% e 59%; aumentando para a faixa de 68% a 71% no caso das séries semanais (quadro 5) e atingindo a faixa de 72% a 93% no caso do horizonte quinzenal (quadro 6). Diante disto, Nogueira et al. (2002) observam que o aumento do horizonte temporal de análise, ao tornar as variações dos preços a vista e dos preços futuros mais correlacionada, colaborou para o aumento da efetividade do *hedge* nas séries quinzenais em comparação com as séries diárias e semanais.

Os dados das tabelas acima também indicam que a efetividade das operações de *hedge* realizadas na BM&FBOVESPA são superiores às realizadas na Ice Futures especialmente no caso de horizontes temporais mais longos (a diferença no caso das séries quinzenais atinge cerca de 20%).

Percebe-se assim que de forma geral, os estudos chegaram à conclusão de que, o grau de efetividade do *hedge* feito na BM&FBOVESPA é maior do que o realizado na bolsa de Nova York, destacando como causa relevante para este resultado a proximidade geográfica na bolsa brasileira às regiões analisadas.

Uma questão que surge, a partir do uso desta metodologia, diz respeito ao fato de que a análise da efetividade do *hedge*, em que se consideram somente estes dois elementos (preço à vista e futuro) necessariamente condiciona o resultado que se obtém: que o *hedge* realizado com contratos futuros cujas especificações se aproximem mais do ativo-objeto do contrato (a commodity em si, o físico) seria necessariamente mais eficaz do que as operações realizadas com outros contratos.

5 Metodologia e Análise dos Resultados

Neste capítulo serão apresentados os dados utilizados neste estudo e descritos com mais detalhes os procedimentos metodológicos de cálculo da efetividade e razão ótima de *hedge*, tendo como referência analítica três modelos dentre os discutidos na seção anterior.

5.1 Procedimentos Metodológicos

Tendo como referencial analítico os modelos supracitados, o presente estudo buscou avaliar a efetividade do *hedge* na BM&FBOVESPA e na Bolsa de Nova York (ICE Futures) para diferentes regiões de comercialização de café no Brasil. Deste modo foi analisado o comportamento dos retornos esperados e redução percentual do risco de um portfólio com *hedge* realizado na BM&FBOVESPA e na Bolsa de Nova York (ICE Futures) de modo a verificar a eficácia do *hedge* realizado em cada uma destas Bolsas.

Para alcançar tais objetivos, este estudo utilizou diferentes métodos. O primeiro segue o trabalho de Geppert (1995), em que a efetividade e a razão ótima do *hedge* são obtidas mediante análise de regressão entre as variações dos preços a vista (*spot*) das diferentes regiões contra as variações dos preços futuros – equação (5). O segundo método segue a abordagem de Myers e Thompson (1989) com a realização de teste de raiz unitária para a verificação da estacionariedade das séries avaliadas. Já o terceiro será feito segundo a metodologia de Viswanath (1993).

5.2 Dados

Na realização dos estudos foram utilizados as cotações diárias do *spot* de café (cereja descascado) em Reais, fornecido pelo Cecafé (Conselho dos Exportadores de Café do Brasil), no período de outubro de 2001 a dezembro de 2009. Foram consideradas as seguintes praças: Patrocínio (MG), Varginha (MG), Paraíso (MG), Caratinga (MG), Londrina (PR) e Piraju (SP).

Os preços futuros foram obtidos junto à BM&FBOVESPA e a ICE Futures e correspondem às cotações diárias do primeiro vencimento. O contrato futuro de café arábica negociado na BM&FBOVESPA tem como unidade de cotação US\$/saca de

60Kg, enquanto que o contrato futuro de café arábica negociado na ICE Futures tem US\$cents/ libras-peso. Em função desta diferença de especificação, foi necessária a transformação das unidades visando uniformizar a mensuração. Sendo assim, foi feita a conversão do Dólar norte-americano para o Real utilizando a média da PTAX800 divulgada pelo Banco Central do Brasil (BCB) e também a conversão das unidades de medida, de tal forma que os dados cotados em US\$cents/libras-peso foram multiplicados por 1,323 para obter as cotações em R\$/sacas de 60Kg.

Foram realizadas análises considerando-se dois horizontes de *hedge* distintos: *hedge* semanal e o *hedge* mensal. Para tanto foram obtidas as médias semanais e mensais dos preços *spot* e dos preços futuros tanto da BM&FBOVESPA quanto da Ice Futures.

5.3 Operações de *hedge*: metodologias de análise de eficiência

Depois de realizadas todas as conversões necessárias e de obtidas a compatibilização das unidades de mensuração iniciaram-se os procedimentos de cálculo para obtenção da efetividade do *hedge* de acordo com três distintas abordagens dentre as citadas no quarto capítulo. As abordagens utilizadas foram: a de Geppert (1995); de Myers e Thompson (1989) e de Viswanath (1993).

5.3.1 A metodologia de Geppert (1995)

Esta metodologia de estimação da efetividade do *hedge* envolve a realização de uma regressão simples pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) entre a variação dos preços *spot* e a variação dos preços futuros, como citado anteriormente. Foram realizadas assim regressões, segundo o modelo expresso pela equação 5, entre os preços *spot* de cada região e os preços futuros de cada bolsa.(considerando-se os dados semanais e também mensais). De cada regressão foram obtidos os coeficientes angulares (β) que se configuram como a estimativa da razão de *hedge* ótima; a proporção que minimiza a variância dos retornos da operação. Destas regressões foram obtidos também os coeficientes de determinação (R^2) que caracterizam a efetividade do *hedge*. Os resultados deste modelo serão listados no próximo capítulo.

5.3.2 A metodologia de Myers e Thompson (1989)

A principal crítica dos autores às metodologias que utilizam as estimativas do coeficiente de determinação da regressão simples dos preços *spot* contra os preços futuros (como a de Geppert, 1995) é o fato de que a estimativa da razão ótima de hedge obtida pelo coeficiente angular da regressão (β) é um momento condicional dos preços de mercado, e que dependem de informações disponíveis no momento da realização do *hedge* (como abordado na seção 4.2) que devem, por sua vez, ser consideradas. Os autores propuseram então que estes dados fossem inclusos, o que pode ser visualizado na equação (7). Destas considerações é possível uma simplificação do modelo (equação 8), que foi então utilizada como ponto de partida aqui para a estimação da razão ótima e posterior cálculo da efetividade do *hedge*.

A simplificação que a equação (8) oferece envolve porém a necessidade de determinação do número de defasagens dos preços *spot* e futuros que devem ser incluídas no modelo. Isto exigiu que inicialmente fossem feitas assim a análise da estacionariedade das séries em nível dos preços *spot* de cada região e dos preços futuros de cada bolsa, essencial para que a estimação pela equação (8) pudesse ser feita pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários. Isto envolveu a realização de teste de raiz unitária de Phillips-Perron.

5.3.2.1 Teste de Phillips-Perron (PP)

Phillips e Perron (1988) propuseram um método não paramétrico de controle da correlação serial em teste de raiz unitária partindo da equação do teste Dickey-Fuller e promovendo modificações de forma que a correlação serial não afete a distribuição assintótica do teste estatístico. O método de Phillips-Perron utiliza-se da seguinte equação:

$$\tilde{t}_\alpha = t_\alpha \left(\frac{\gamma_0}{f_0} \right)^{1/2} - \frac{T(f_0 - \gamma_0)(se(\hat{\alpha}))}{2f_0^{1/2}s} \quad (15)$$

Onde, $\hat{\alpha}$ é a estimativa; t_α é a razão- t de α ; $se(\hat{\alpha})$ é o coeficiente de desvio-padrão e s é o desvio-padrão da regressão; f_0 é um estimador do espectro residual na

frequência zero. Já γ_0 é um estimador consistente da variância do erro calculado segundo a equação 16.

$$\gamma_0 = \frac{(T - k)s^2}{T} \quad (16)$$

Este teste requer ainda duas escolhas: primeiro é preciso decidir quanto à inclusão de uma constante, uma constante e uma tendência linear ou nenhum dos dois casos, na regressão. Depois, é necessário escolher um método para estimar (f_0).

No presente este estudo, o primeiro procedimento realizado neste teste, foi avaliar o número de defasagens a ser incluídas no modelo utilizando-se o critério de Newey-West. Em seguida, com base na hipótese nula de presença de raiz unitária, realizou-se o teste de PP com o modelo com constante e tendência linear, com somente constante, e sem tendência linear e constante, cujos resultados são apresentados nas seções 6.1.1 e 6.2.1.

5.3.2.2 Verificação dos Processos Autoregressivos

No caso das regiões em que não foi observada a estacionariedade da série de preços em nível, foi necessária a verificação da ordem dos processos auto-regressivo [AR(p)] gerador da série. Para tanto foram utilizados os critérios de informação de Akaike (AIC) e de Schwartz (SC), representados nas equações (17) e (18) abaixo:

$$AIC = \ln s^2 + \left(\frac{2}{T} \right) (\text{nº de parâmetros}) \quad (17)$$

$$SC = \ln s^2 + \left(\frac{\ln T}{T} \right) (\text{nº de parâmetros}) \quad (18)$$

Tal que T é igual ao número de observações e s^2 é igual à soma dos quadrados dos resíduos da equação autoregressiva. Foram então escolhidos os modelos que apresentaram ambas as menores variâncias dos resíduos e o menor número de parâmetros (portanto aqueles que apresentaram os menores critérios AIC e SC) e o que determinou a ordem de integração das séries. Depois de definida esta ordem foram então estimados os modelos adequados.

Utilizando-se estes modelos foram então realizadas as análises de regressão entre os preços spot de cada região e as bolsas (tanto para períodos semanais quanto mensais).

Destaca-se novamente que, segundo esta metodologia, a obtenção da razão ótima e da efetividade do *hedge* envolve não mais uma regressão simples, mas uma regressão múltipla, de modo que a estimativa da razão ótima ainda pode ser obtida pelo coeficiente angular da regressão (β) enquanto a efetividade foi obtida segundo a equação (9).

5.3.3 A metodologia de Viswanath (1993)

Em Viswanath (1993) é possível observar uma extensão do modelo de Myers e Thompson (1989). Para o autor, como citado anteriormente, informações relativas à base são de grande importância para os agentes no momento da realização do *hedge*, de modo que devem ser também incluídas nos modelos para o cálculo da razão ótima e da efetividade do *hedge*. Assim como no modelo de Myers e Thompson, neste caso também a estimação do modelo envolve regressão múltipla, de tal forma que a efetividade do *hedge* também deve ser obtida a partir da equação 9.

Seguindo os procedimentos desta metodologia, foram necessários além dos testes de raiz unitária para as regiões e as diferentes bolsas, a verificação da estacionariedade também das séries das bases. Foram então calculadas as bases semanais e mensais de cada região para ambas as bolsas, sendo estas obtidas pela diferença entre os preços *spot* em cada região e o preço futuro de cada bolsa..

Na sequência foram realizados testes de Phillips-Perron para verificar a presença de raiz unitária nas séries das bases (sendo esta a hipótese nula). Para aquelas regiões em que não foi possível rejeitar a hipótese nula, foi necessário avaliar a presença de processos auto-regressivos de modo a determinar a ordem de integração da série. Para tanto foram então avaliados os critérios de Akaike e Schwartz. Após determinada a ordem de integração adequada, pela seleção do menor valor do critério de Akaike, foram então estimados os modelos para cada região e realizada a regressão.

Foram então obtidas a razão ótima de *hedge* e calculada a efetividade para cada região e bolsa, tanto para os dados semanais quanto mensais. Os resultados obtidos para as três diferentes abordagens são apresentados no próximo capítulo.

6 Resultados

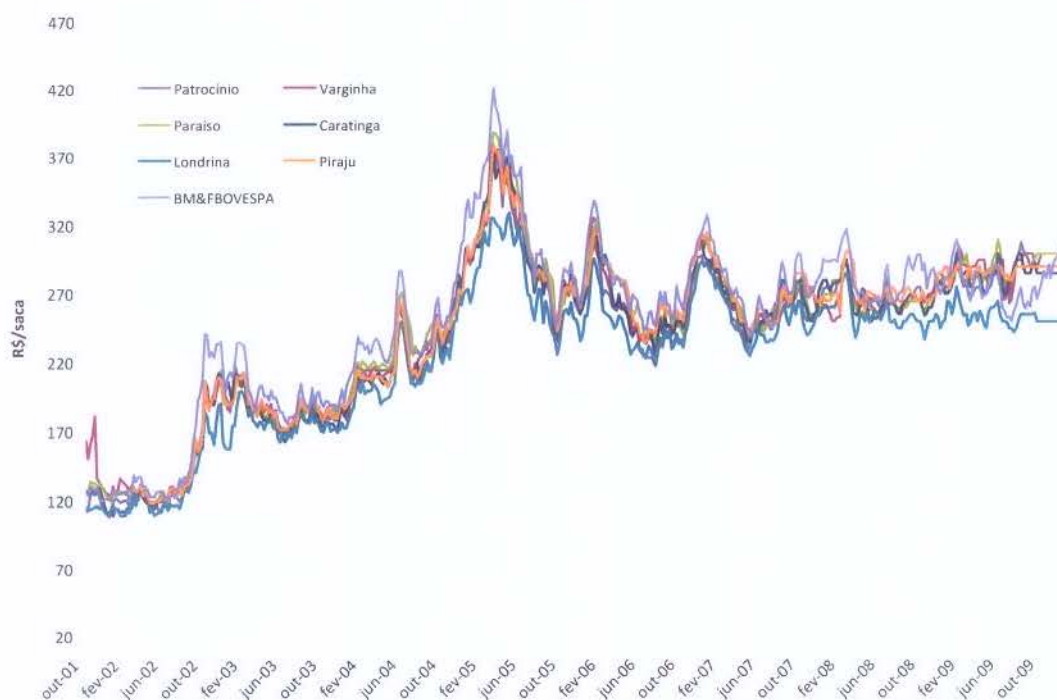
Na primeira parte deste capítulo são apresentados os resultados obtidos nas análises realizadas considerando-se as três diferentes metodologias consideradas no capítulo cinco, assim como dois períodos distintos de realização do *hedge*: com dados semanais e mensais. Na sequência é feita uma discussão quanto aos resultados obtidos e são apresentadas algumas implicações referentes à metodologia utilizada.

6.1 Resultados para o *hedge* semanal

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos considerando-se os dados em períodos semanais. O Gráfico 10 mostra a evolução dos preços do café em relação ao comportamento dos preços na BM&FBOVESPA enquanto que o Gráfico 12 revela a evolução dos preços à vista semanais em relação à ICE Futures.

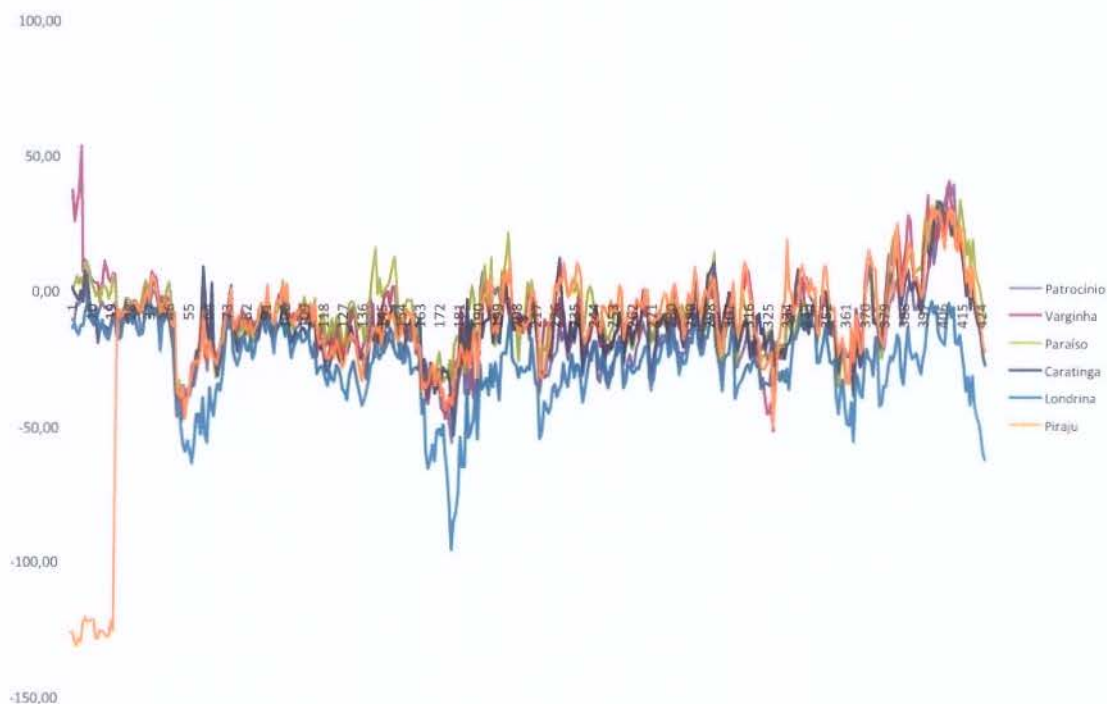
Já os Gráficos 11 e 13 indicam o comportamento das bases semanais ao longo do período de estudo em relação à BM&FBOVESPA e à ICE Futures respectivamente.

Gráfico 10. Evolução dos preços semanais à vista de café e do preço futuro na BM&FBOVESPA no período entre outubro de 2001 a dezembro de 2009.



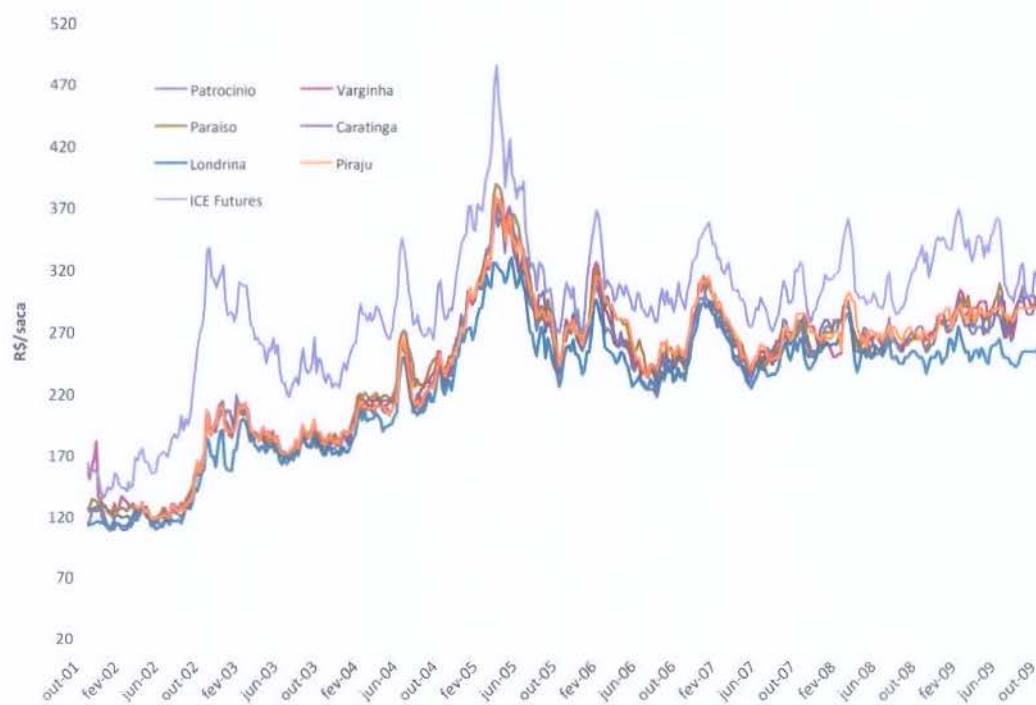
Fonte: resultados da pesquisa.

Gráfico 11. Evolução das bases semanais (em relação à BM&FBOVESPA) no período entre outubro de 2001 a dezembro de 2009.



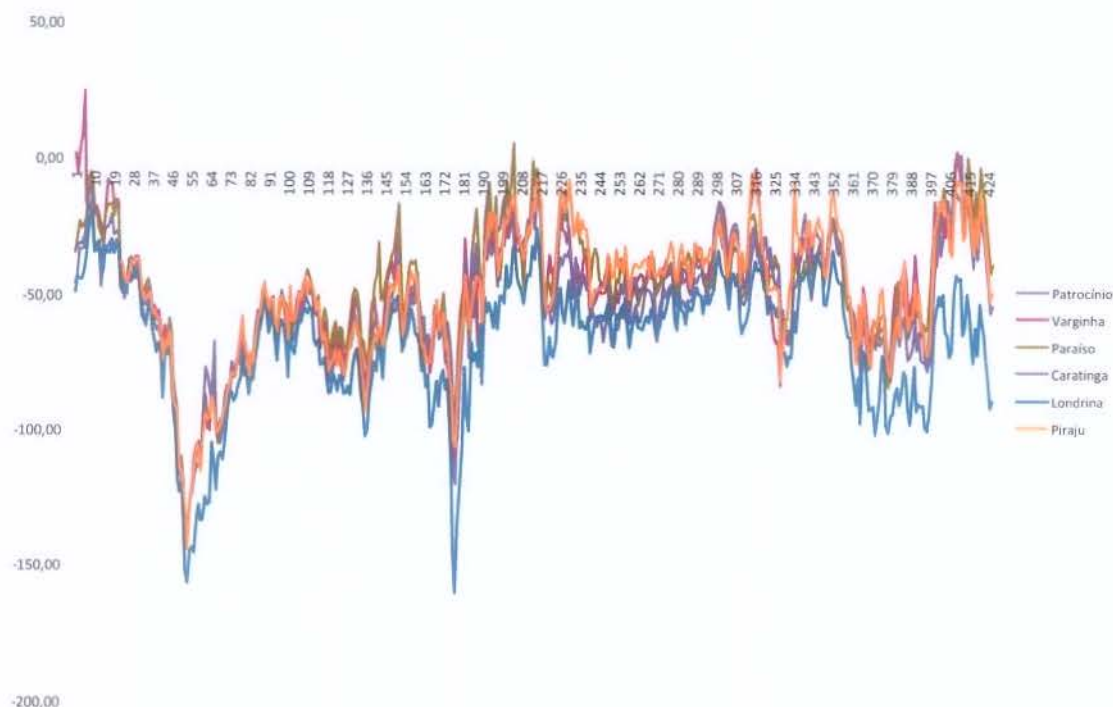
Fonte: resultados da pesquisa.

Gráfico 12. Evolução dos preços semanais à vista de café e do preço futuro na ICE Futures no período entre outubro de 2001 a dezembro de 2009.



Fonte: resultados da pesquisa.

Gráfico 13. Evolução das bases semanais (em relação à ICE Futures) no período entre outubro de 2001 a dezembro de 2009.



Fonte: resultados da pesquisa.

6.1.1 Testes de Raiz Unitária de Phillips-Perron (PP) para o *hedge* semanal

Segundo os resultados obtidos pelo teste de raiz unitária de Phillips-Perron não foi possível rejeitar a hipótese nula de presença de raiz unitária para as séries de preços semanais em nível. Tanto nos casos de presença de constante, constante e tendência linear e também na ausência de constante e tendência o p-valor do teste (Tabela 1) indicou percentual significativo (superior a 5%), de modo que foi necessário admitir a ausência de estacionariedade para todas as séries. Sendo assim, adotou-se como resultado a necessidade de diferenciação das séries de preços semanais de todas as regiões e também dos preços futuros de ambas as bolsas.

Tabela 1. Resultados do teste de PP para os preços à vista e futuros.

Série de Preços Semanais			
p-valor do teste de Phillips Perron para dados em nível			
Café	Com constante	Com constante e Tendência Linear	Sem constante ou Tendência
À vista			
Patrocínio	0.2736	0.3859	0.8386
Varginha	0.3887	0.3993	0.7687
Paraíso	0.3456	0.5203	0.8403
Caratinga	0.2866	0.4464	0.8145
Londrina	0.2163	0.5014	0.8039
Piraju	0.1914	0.3929	0.8195
Futuro (BM&F)	0.1902	0.3071	0.7800
Futuro (ICE)	0.0779	0.1338	0.7357

Fonte: resultados da pesquisa.

Já no caso dos testes de Phillips-Perron feitos para verificar a estacionariedade das séries das bases, calculadas segundo a equação (2) os p-valor obtidos (tabelas 2 e 3) foram pouco significativos, de modo que adotou-se a como resultado que as séries de base para as séries de preços semanais de todas as regiões deste estudo em relação a ambas as bolsas (BM&FBOVESPA e ICE Futures) são estacionárias.

Tabela 2. Resultados do teste de PP para as bases – BM&FBOVESPA.

Série de Preços Semanais			
p-valor do teste de Phillips Perron para dados em nível			
Café	Com constante	Com constante e Tendência Linear	Sem constante ou Tendência
Bases - BM&F			
Patrocínio	0.0001	0.0004	0.0014
Varginha	0.0000	0.0000	0.0000
Paraíso	0.0000	0.0000	0.0000
Caratinga	0.0000	0.0000	0.0005
Londrina	0.0002	0.0013	0.1411
Piraju	0.0005	0.0030	0.0001

Fonte: resultados da pesquisa.

Tabela 3. Resultados do teste de PP para as bases – ICE Futures

Série de Preços Semanais			
p-valor do teste de Phillips Perron para dados em nível			
Café	Com constante	Com constante e Tendência Linear	Sem constante ou Tendência
Bases - ICE			
Patrocínio	0.0085	0.0155	0.1980
Varginha	0.0008	0.0019	0.2095
Paraíso	0.0037	0.0092	0.1816
Caratinga	0.0034	0.0055	0.2661
Londrina	0.0077	0.0356	0.3742
Piraju	0.0083	0.0047	0.2178

Fonte: resultados da pesquisa.

6.1.2 Ordem dos Processos Auto-regressivos para o *hedge* semanal

Como exposto na seção 6.1.1, em função da necessidade de diferenciação das séries de preços à vista e futuros semanais (resultado do teste de Phillips-Perron - Tabela 1) foi necessária então a análise da ordem de diferenciação destas séries, visando identificar o *lag* adequado.

Tabela 4. Resultados das ordens de diferenciação das séries de preços semanais no período entre outubro de 2001 e dezembro de 2009.

Série de Preços Semanais			
Ordem do AR para:			
Café	d(preço)	Base BM&F	Base ICE
À vista			
Patrocínio	1	1	1
Varginha	1	1	1
Paraíso	1	1	1
Caratinga	2	1	1
Londrina	1	1	1
Piraju	1	1	1
Futuro (BM&F)	1	-	-
Futuro (ICE)	1	-	-

Fonte: resultados da pesquisa.

Os resultados dos critérios de informação de Akaike e Schwartz (calculados segundo as equações 17 e 18) para as séries de preços à vista e futuros semanais e também no caso das bases, indicaram que todas as séries, exceto a série da região de Caratinga, eram estacionárias em primeira diferença, de modo que foi necessário considerar somente um *lag* de diferenciação. Já no caso dos preços à vista de Caratinga, foram considerados dois *lags*.

6.1.3 Efetividade e Razão ótima de *hedge* para o *hedge* semanal

Nesta seção são apresentados os resultados da efetividade e razão ótima de *hedge* obtidos segundo as três metodologias indicadas no Capítulo 5 para os dados considerados em período semanal.

Inicialmente utilizou-se a metodologia de Geppert (equação 5), cujos resultados estão descritos na Tabela 5. Constatou-se que as razões de *hedge* foram muito próximas, variando entre 49,30% (Varginha) e 58,93% (Caratinga) para o *hedge* semanal realizado na BM&FBOVESPA e entre 41,8% (Varginha) e 48,92% (Caratinga) no caso do *hedge* realizado na ICE Futures. As razões obtidas para a região de Patrocínio também foram elevadas, sendo 55,89% para a BM&FBOVESPA e 46,01% para a ICE Futures.

Em termos da efetividade do *hedge*, os resultados obtidos também indicaram valores muito próximos, dentro do intervalo de 41,92% (Londrina) a 46,03% (Patrocínio) para a BM&F e 44,73% (Londrina) a 49,56% (Patrocínio) para o *hedge* semanal realizado na ICE Futures, com exceção da região de Varginha. Os resultados da efetividade do *hedge* para esta região distanciaram-se um pouco do observado para as demais, ficando em torno de 32,02% para o *hedge* feito na BM&FBOVESPA e 36,57% para o *hedge* semanal feito na ICE Futures. A região de Caratinga também apresentou valores altos para a efetividade do *hege* sendo 44,31% para a BM&FBOVESPA e 48,51% para a ICE Futures.

Tabela 5. Efetividade e Razão ótima de *hedge* segundo o modelo de Geppert (1995) para série de preços semanais no período entre outubro de 2001 e dezembro de 2009.

Modelo de Geppert (1995)				
Série de Preços Semanais				
Bolsa	BM&F		ICE	
Região	EH	β^*	EH	β^*
Patrocínio	46,03%	55,89%	49,56%	46,01%
Varginha	32,02%	49,30%	36,57%	41,80%
Paraíso	41,73%	51,71%	44,94%	42,58%
Caratinga	44,31%	58,93%	48,51%	48,92%
Londrina	41,92%	51,46%	44,73%	42,17%
Piraju	44,06%	51,55%	46,80%	42,33%

Fonte: resultados da pesquisa.

Prosseguiu-se a análise por meio da utilização da metodologia de Myers e Thompson (equação 8), que exige a prévia análise da estacionariedade das séries de preços feita por meio dos testes de raiz unitária, cujos resultados foram apresentados na tabela 1, e por meio da definição da ordem de diferenciação via análise dos processos auto-regressivos, cujos resultados encontram-se na Tabela 4. Diante deste referencial, foram obtidas as razões ótimas de *hedge* e calculada a efetividade para cada região e bolsa (segundo a equação 9), cujos resultados são apresentados na Tabela 6.

Constatou-se que, também segundo esta metodologia as razões de *hedge* foram muito próximas entre as regiões, variando entre 47,84% (Varginha) e 58,33% (Caratinga) para o *hedge* semanal realizado na BM&FBOVESPA e entre 40,54% (Varginha) e 48,00% (Caratinga) no caso do *hedge* realizado na ICE Futures.

Quanto à efetividade do *hedge*, os resultados obtidos também indicaram valores muito próximos, dentro do intervalo de 41,65% (Paraíso) a 46,32% (Patrocínio) para a BM&FBOVESPA e 44,73% (Londrina) a 49,56% (Patrocínio) para o *hedge* semanal realizado na ICE Futures, com exceção da região de Varginha, cujos resultados novamente se distanciaram do observado para as demais regiões. No caso desta região a efetividade do *hedge* calculada ficou em torno de 32,4% para o *hedge* feito na BM&FBOVESPA e 36,5% para o *hedge* semanal feito na ICE Futures.

No comparativo das duas metodologias para os dados semanais notou-se que não houve diferenças muito significativas em termos dos percentuais observados para a razão ótima de *hedge* e a efetividade do *hedge* em cada região e em cada bolsa.

Tabela 6. Efetividade e Razão ótima de *hedge* segundo o modelo de Myers e Thompson (1989) para preços no período entre outubro de 2001 e dezembro de 2009.

Modelo de Myers e Thompson (1989)				
Série de Preços Semanais				
Bolsa	BM&F		ICE	
Região	EH	β^*	EH	β^*
Patrocínio	46,32%	56,22%	49,56%	45,85%
Varginha	32,41%	47,84%	36,54%	40,54%
Paraíso	41,65%	50,50%	44,92%	41,67%
Caratinga	44,45%	58,33%	48,50%	48,00%
Londrina	42,36%	51,79%	44,73%	41,95%
Piraju	43,72%	50,52%	45,91%	41,49%

Fonte: resultados da pesquisa.

Uma observação que se faz a esta metodologia partindo da análise de Viswanath (1993), é a necessidade de considerar a base como elemento importante para o cálculo da efetividade do *hedge*. Neste sentido, procederam-se os cálculos para a verificação da estacionariedade das séries de base para cada região e de acordo com cada bolsa, cujos resultados foram apresentados nas Tabelas 2 e 3. Diante da verificação da estacionariedade das séries de base para todas as regiões e considerando-se ambas as bolsas, não foi necessária a verificação da ordem dos processos auto-regressivos e na sequência procedeu-se o cálculo das razões ótimas segundo o modelo de Viswanath (equação 10) e da efetividade do *hedge* (equação 9). Foram então obtidos estes quocientes cujos resultados são apresentados na Tabela 7.

Observou-se que segundo a metodologia de Viswanath para dados semanais as razões de *hedge* foram próximas entre as regiões, variando entre 51,78% (Varginha) e 61,9% (Caratinga) para o *hedge* semanal realizado na BM&FBOVESPA e entre 41,54% (Piraju) e 49,34% (Caratinga) no caso do *hedge* realizado na ICE Futures.

Em termos da efetividade do *hedge*, os resultados obtidos também indicaram valores próximos, dentro do intervalo de 41,63% (Paraíso) a 46,27% (Patrocínio) para a BM&FBOVESPA e 44,72% (Londrina) a 48,47% (Caratinga) para o *hedge* semanal realizado na ICE Futures, com exceção da região de Varginha, cujos resultados se distanciaram mais uma vez do observado para as demais regiões. No caso desta região a efetividade do *hedge* calculada foi de 32,38% para o *hedge* feito na BM&FBOVESPA e 36,53% para o *hedge* semanal feito na ICE Futures.

Tabela 7. Efetividade e Razão ótima de *hedge* segundo o modelo de Viswanath (1993) para preços semanais no período entre outubro de 2001 e dezembro de 2009.

Modelo de Viswanath (1993)				
Série de Preços Semanais				
Bolsa	BM&F		ICE	
Região	EH	β^*	EH	β^*
Patrocínio	46,27%	57,89%	49,55%	46,07%
Varginha	32,38%	51,78%	36,53%	41,60%
Paraíso	41,63%	53,41%	44,93%	42,19%
Caratinga	44,35%	61,90%	48,47%	49,34%
Londrina	42,30%	53,79%	44,72%	42,53%
Piraju	43,67%	52,96%	45,86%	41,54%

Fonte: resultados da pesquisa.

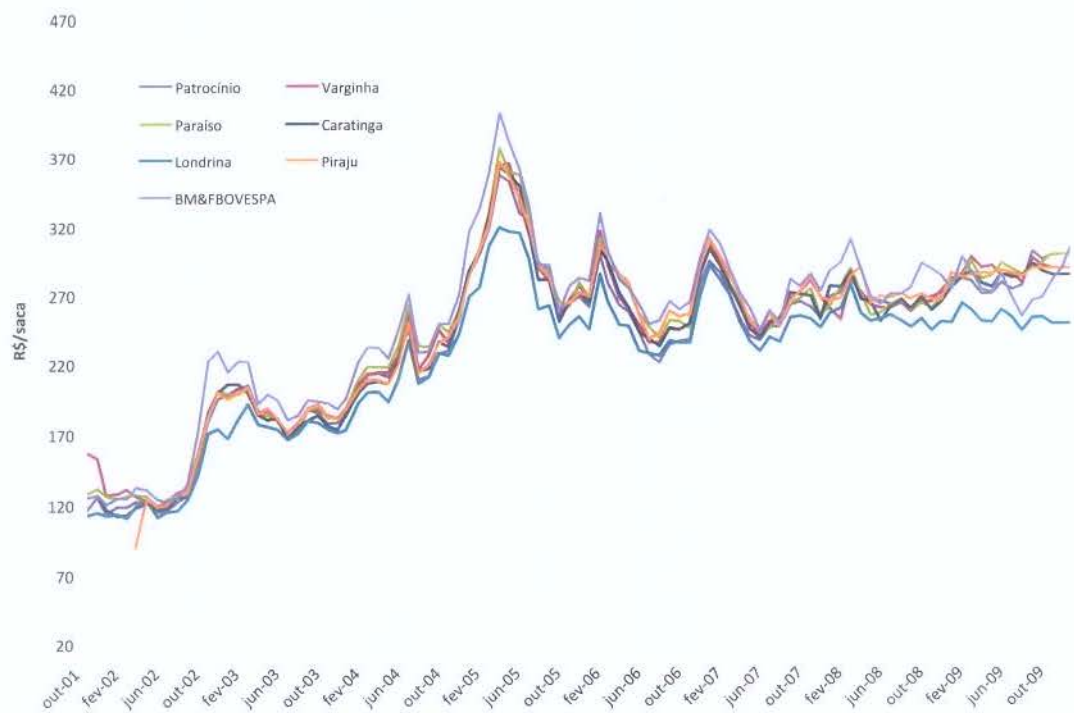
Constatou-se assim que, no comparativo entre as três metodologias para os dados semanais não foram observadas diferenças muito significativas em termos dos percentuais obtidos para a razão ótima de *hedge* e a efetividade do *hedge* em cada região e em cada bolsa.

6.2 Resultados para o *hedge* mensal

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos quando considerados os dados em intervalos mensais. O Gráfico (14) mostra a evolução dos preços do café em relação ao comportamento dos preços na BM&FBOVESPA enquanto que o Gráfico (16) revela a evolução dos preços à vista mensais em relação à ICE Futures.

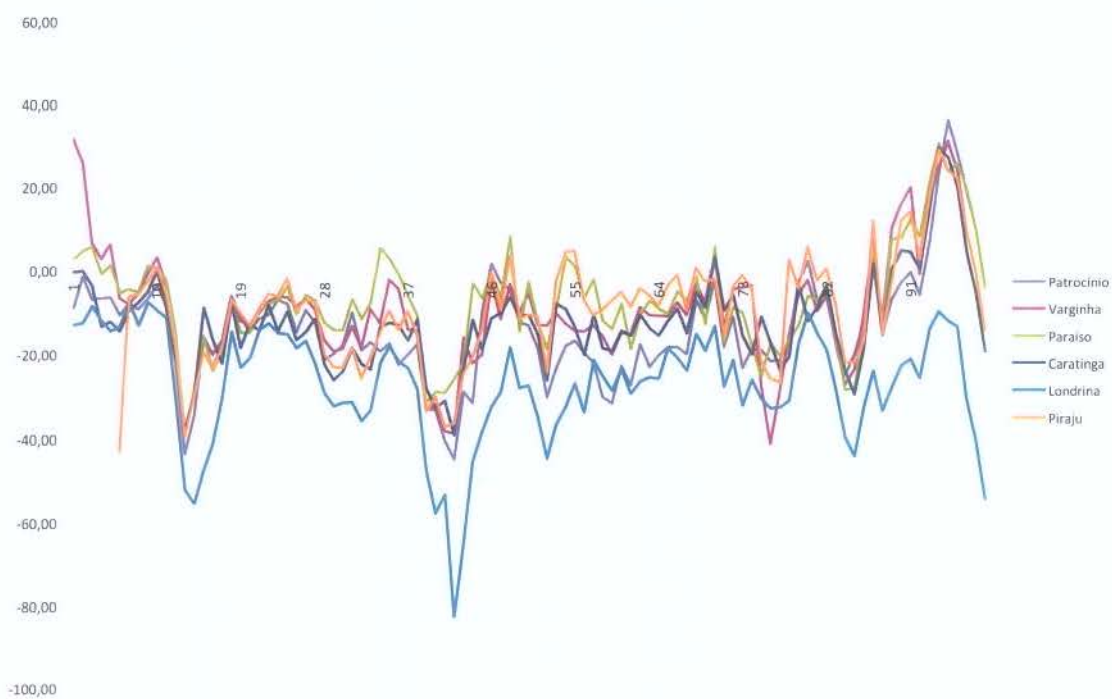
Já os Gráficos (15 e 17) indicam o comportamento das bases mensais ao longo do período de estudo em relação à BM&FBOVESPA e à ICE Futures respectivamente.

Gráfico 14. Evolução dos preços mensais à vista de café e do preço futuro na BM&FBOVESPA no período entre outubro de 2001 a dezembro de 2009.



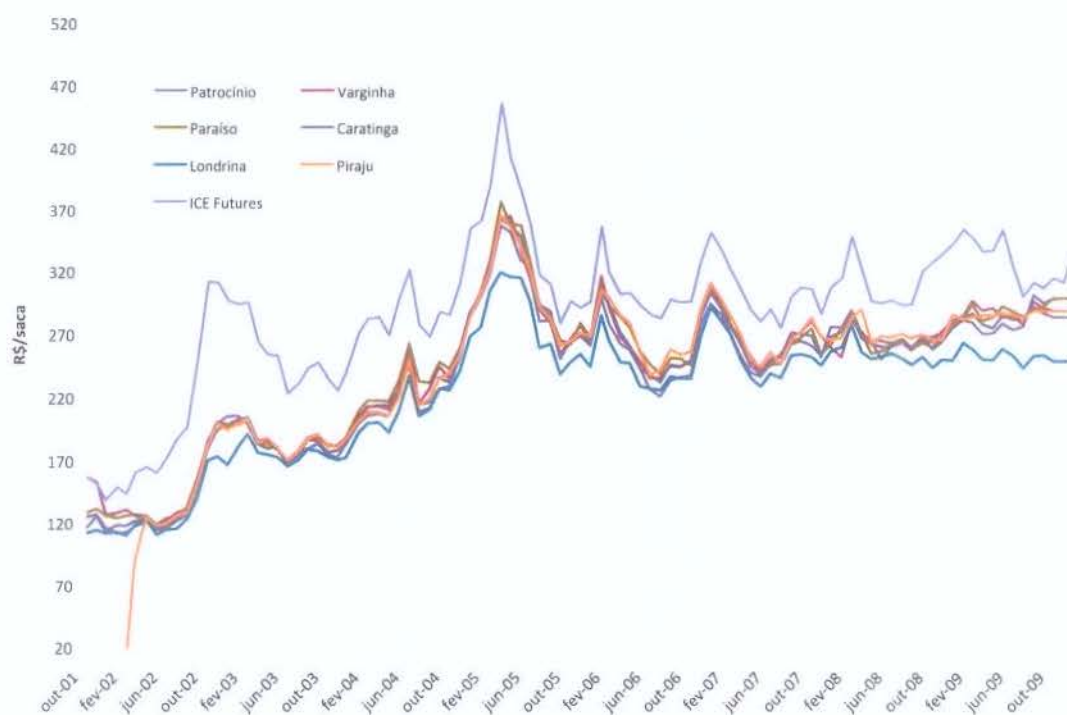
Fonte: resultados da pesquisa.

Gráfico 15. Evolução das bases mensais (em relação à BM&FBOVESPA) no período entre outubro de 2001 a dezembro de 2009.



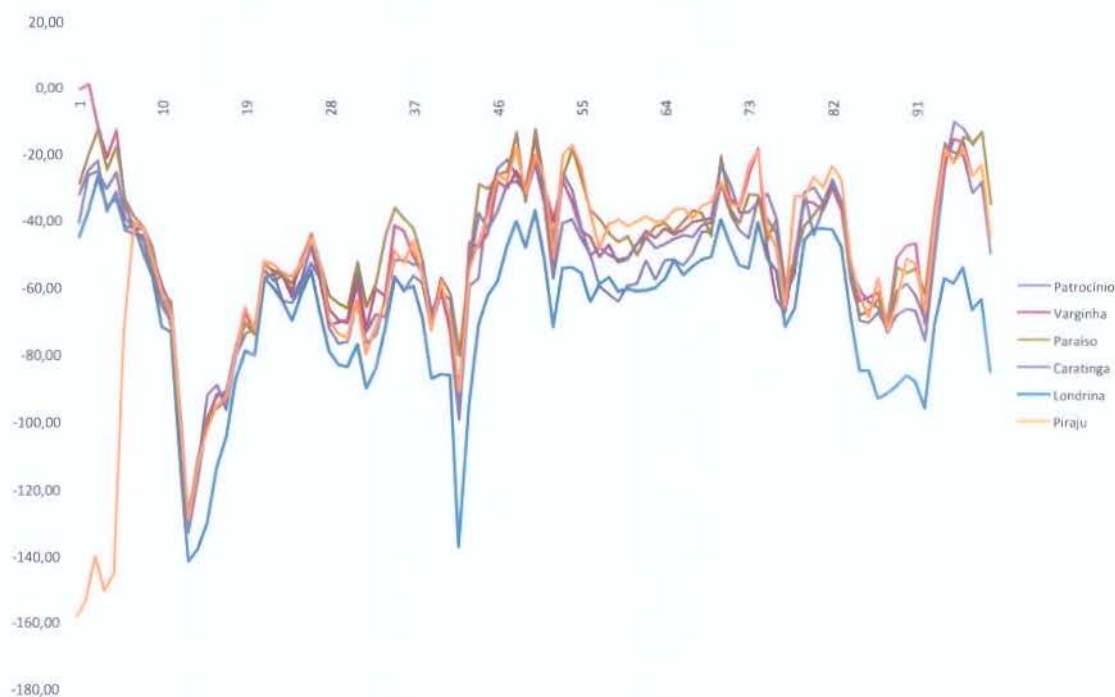
Fonte: resultados da pesquisa.

Gráfico 16. Evolução dos preços mensais à vista de café e do preço futuro na ICE Futures no período entre outubro de 2001 a dezembro de 2009.



Fonte: resultados da pesquisa.

Gráfico 17. Evolução das bases mensais (em relação à ICE Futures) no período entre outubro de 2001 a dezembro de 2009.



Fonte: resultados da pesquisa.

6.2.1 Testes de Raiz Unitária de Phillips-Perron (PP) para o *hedge* mensal

De acordo com os resultados obtidos pelo teste de raiz unitária de Phillips-Perron não foi possível rejeitar a hipótese nula de presença de raiz unitária para as séries de preços mensais em nível. Tanto nos casos de presença de constante, constante e tendência linear e também na ausência de constante e tendência o p-valor do teste (Tabela 8) indicou percentual significativo (superior a 5%), de modo que foi necessário admitir a ausência de estacionariedade para todas as séries. Sendo assim, adotou-se como resultado a necessidade de diferenciação das séries de preços mensais de todas as regiões e também dos preços futuros de ambas as bolsas.

Tabela 8. Resultados do teste de Raiz Unitária de Phillips-Perron (PP) para os preços à vista e futuros

Série de Preços Mensais			
p-valor do teste de Phillips Perron para dados em nível			
Café	Com constante	Com constante e Tendência Linear	Sem constante ou Tendência
À vista			
Patrocínio	0.2836	0.3647	0.8372
Varginha	0.3774	0.3882	0.7766
Paraíso	0.2997	0.4349	0.8209
Caratinga	0.2859	0.4332	0.7970
Londrina	0.2271	0.5689	0.8102
Piraju	0.0162	0.2170	0.8025
Futuro (BM&F)	0.1897	0.3192	0.7730
Futuro (ICE)	0.0871	0.1690	0.7438

Fonte: resultados da pesquisa.

Já no caso das séries das bases, calculadas segundo a equação (2), os p-valor dos testes de Phillips-Perron obtidos (Tabelas 9 e 10) foram em geral pouco significativos, de modo que adotou-se como resultado que as séries de base para as séries de preços mensais de todas as regiões deste estudo em relação a ambas as bolsas (BM&FBOVESPA e ICE Futures) são estacionárias.

Tabela 9. Resultados do teste de PP para as bases – BM&FBOVESPA

Série de Preços Mensais			
p-valor do teste de Phillips Perron para dados em nível			
Café	Com constante	Com constante e Tendência Linear	Sem constante ou Tendência
Bases - BM&F			
Patrocínio	0.0212	0.0504	0.0228
Varginha	0.0008	0.0029	0.0016
Paraíso	0.0020	0.0082	0.0017
Caratinga	0.0016	0.0035	0.0167
Londrina	0.0087	0.0373	0.2741
Piraju	0.0008	0.0120	0.0000

Fonte: resultados da pesquisa.

Tabela 10. Resultados do teste de PP para as bases – ICE Futures

Série de Preços Mensais			
p-valor do teste de Phillips Perron para dados em nível			
Café	Com constante	Com constante e Tendência Linear	Sem constante ou Tendência
Bases - ICE			
Patrocínio	0.0362	0.0704	0.2482
Varginha	0.0132	0.0232	0.2702
Paraíso	0.0323	0.0779	0.2561
Caratinga	0.0327	0.0409	0.3235
Londrina	0.0222	0.0854	0.4261
Piraju	0.0041	0.0104	0.0140

Fonte: resultados da pesquisa.

6.2.2 Ordem dos Processos Auto-regressivos para o *hedge* mensal

Como exposto na seção 6.2.1, em função da necessidade de diferenciação das séries de preços à vista e futuros mensais (resultado do teste de Phillips-Perron - Tabela 8) foi necessária então a análise da ordem de diferenciação destas séries, visando identificar o *lag* adequado.

Tabela 11. Resultados das ordens de diferenciação das séries de preços mensais no período entre outubro de 2001 e dezembro de 2009.

Café	Série de Preços Mensais		
	Ordem do AR para:		
	d(preço)	Base BM&F	Base ICE
À vista			
Patrocínio	1	1	1
Varginha	1	1	1
Paraíso	1	1	1
Caratinga	1	1	1
Londrina	1	1	1
Piraju	5	5	1
Futuro (BM&F)	1	-	-
Futuro (ICE)	1	-	-

Fonte: resultados da pesquisa.

Os resultados dos critérios de informação de Akaike e Schwartz (calculados segundo as equações 17 e 18) para as séries de preços à vista e futuros mensais e também no caso das bases, indicaram que todas as séries, exceto a série da região de Piraju, eram estacionárias em primeira diferença, de modo que foi necessário considerar somente um *lag* de diferenciação. Já no caso dos preços à vista de Piraju, foram considerados cinco *lags*.

6.2.3 Efetividade e Razão ótima de *hedge* para o *hedge* mensal

Nesta seção são apresentados os resultados da efetividade e razão ótima de *hedge* obtidos segundo as três metodologias indicadas no capítulo 5 para dados considerados em períodos mensais.

Inicialmente utilizou-se a metodologia de Geppert (equação 5), cujos resultados estão descritos na Tabela 12. Constatou-se que as razões de *hedge* foram muito próximas, variando entre 65,21% (Londrina) e 72,93% (Varginha) para o *hedge* semanal realizado na BM&FBOVESPA e 51,07% (Londrina) e 58,48% (Varginha) no caso do *hedge* realizado na ICE Futures.

Em termos da efetividade do *hedge*, os resultados obtidos também indicaram valores muito próximos, com exceção da região de Piraju, ficando dentro do intervalo de 72,81% (Varginha) e 81,79% (Londrina) para a BM&FBOVESPA e entre 66,36% (Varginha) e 73,05% (Patrocínio) para o *hedge* semanal realizado na ICE Futures. Os

resultados da efetividade do *hedge* para a região de Piraju distanciaram-se bastante do observado para as demais, ficando em torno de 52,30% para o *hedge* feito na BM&FBOVESPA e 52,64% para o *hedge* mensal feito na ICE Futures.

Tabela 12. Efetividade e Razão ótima de *hedge* segundo o Modelo de Geppert (1995) para série de preços no período entre outubro de 2001 e dezembro de 2009.

Modelo de Geppert (1995)				
Série de Preços Mensais				
Bolsa	BM&F		ICE	
Região	EH	β^*	EH	β^*
Patrocínio	80,39%	71,44%	73,05%	57,21%
Varginha	72,81%	72,93%	66,36%	58,48%
Paraíso	74,81%	69,70%	71,39%	57,20%
Caratinga	78,47%	71,35%	72,10%	57,45%
Londrina	81,79%	65,21%	71,10%	51,07%
Piraju	52,30%	67,23%	52,64%	56,65%

Fonte: resultados da pesquisa.

Diante destas considerações já levantadas na seção 6.1.3, prosseguiu-se a análise dos dados mensais de acordo com os mesmos procedimentos utilizados no caso dos dados semanais. Para tanto, foram obtidos os modelos por meio da utilização da metodologia de Myers e Thompson (equação 8), mediante uma análise prévia da estacionariedade das séries de preços feita por meio dos testes de raiz unitária, cujos resultados foram apresentados na Tabela 8, e por meio da definição da ordem de diferenciação via análise dos processos auto-regressivos, cujos resultados encontram-se na Tabela 11. Diante deste referencial, foram obtidas as razões ótimas de *hedge* e calculada a efetividade para cada região e bolsa (segundo a equação 9), cujos resultados são apresentados na Tabela 13.

Constatou-se que, também segundo esta metodologia as razões de *hedge* foram muito próximas entre as regiões, variando entre 63,11% (Piraju) e 72,40% (Varginha) para o *hedge* mensal realizado na BM&FBOVESPA e entre 51,20% (Londrina) e 58,08% (Varginha) no caso do *hedge* realizado na ICE Futures.

Quanto à efetividade do *hedge*, os resultados obtidos também indicaram valores muito próximos, dentro do intervalo de 72,81% (Varginha) a 81,79% (Londrina) para a BM&FBOVESPA e 66,35% (Varginha) a 73,04% (Patrocínio) para o *hedge* mensal realizado na ICE Futures, com exceção da região de Piraju, cujos resultados novamente se distanciaram do observado para as demais regiões. No caso desta região a efetividade

do *hedge* calculada ficou em torno de 54,02% para o *hedge* feito na BM&FBOVESPA e 54,21% para o *hedge* mensal feito na ICE Futures.

No comparativo das duas metodologias para os dados mensais notou-se que não houve diferenças muito significativas em termos dos percentuais observados para a razão ótima de *hedge* e a efetividade do *hedge* em cada região e em cada bolsa.

Tabela 13. Efetividade e Razão ótima de *hedge* segundo o Modelo de Myers e Thompson (1989) para série de preços mensais no período entre outubro de 2001 e dezembro de 2009.

Modelo de Myers e Thompson (1989)				
Série de Preços Mensais				
Bolsa	BM&F		ICE	
Região	EH	β^*	EH	β^*
Patrocínio	80,39%	71,03%	73,04%	56,90%
Varginha	72,81%	72,40%	66,35%	58,08%
Paraíso	74,79%	68,74%	71,38%	56,47%
Caratinga	78,46%	70,39%	72,08%	56,51%
Londrina	81,79%	65,38%	71,09%	51,20%
Piraju	54,02%	63,11%	54,21%	52,12%

Fonte: resultados da pesquisa.

Novamente para os dados mensais ressalta-se a observação já citada na seção 6.1.3 sobre a relevância de serem consideradas as informações da base no período analisado para o cálculo da efetividade do *hedge* (Viswanath, 1993). Neste sentido, procederam-se os cálculos para a verificação da estacionariedade das séries de base para cada região e de acordo com cada bolsa, cujos resultados foram apresentados nas Tabelas 9 e 10. Diante da verificação da estacionariedade das séries de base para todas as regiões e considerando-se ambas as bolsas, não foi necessária a verificação da ordem dos processos auto-regressivos e na sequência procedeu-se o cálculo das razões ótimas segundo o modelo de Viswanath (equação 10) e da efetividade do *hedge* (equação 9). Foram então obtidos estes quocientes cujos resultados são apresentados na Tabela 14.

Observou-se que segundo a metodologia de Viswanath para dados mensais as razões de *hedge* foram próximas entre as regiões, variando entre 66,83% (Londrina) e 75,18% (Varginha) para o *hedge* mensal realizado na BM&FBOVESPA e entre 50,97% (Londrina) e 57,92% (Varginha) no caso do *hedge* realizado na ICE Futures.

Em termos da efetividade do *hedge*, os resultados obtidos também indicaram valores próximos, dentro do intervalo de 72,74% (Varginha) a 81,74% (Londrina) para a BM&FBOVESPA e 66,35% (Varginha) a 73,05% (Patrocínio) para o *hedge* mensal realizado na ICE Futures, com exceção da região de Piraju, cujos resultados se distanciaram mais uma vez do observado para as demais regiões. No caso desta região a efetividade do *hedge* calculada ficou em torno de 54,21% para o *hedge* na BM&FBOVESPA e 54,52% para o *hedge* mensal na ICE Futures.

Tabela 14. Efetividade e Razão ótima de *hedge* segundo o Modelo de Viswanath (1993) para série de preços mensais no período entre outubro de 2001 e dezembro de 2009.

Modelo de Viswanath (1993)				
Série de Preços Mensais				
Bolsa	BM&F		ICE	
Região	EH	β^*	EH	β^*
Patrocínio	80,33%	73,32%	73,05%	57,12%
Varginha	72,74%	75,18%	66,35%	57,92%
Paraíso	74,66%	72,78%	71,38%	56,60%
Caratinga	78,33%	74,37%	72,10%	57,24%
Londrina	81,74%	66,83%	71,09%	50,97%
Piraju	54,21%	66,84%	54,52%	55,67%

Fonte: resultados da pesquisa.

Constatou-se assim que, no comparativo entre as três metodologias para os dados mensais não foram observadas diferenças muito significativas em termos dos percentuais obtidos para a razão ótima de *hedge* e a efetividade do *hedge* em cada região e em cada bolsa.

7 Conclusões

Os resultados obtidos neste estudo indicaram que no comparativo entre as operações realizadas na BM&FBOVESPA e na ICE Futures, considerando-se as três diferentes metodologias, as razões ótimas de *hedge* se mostraram elevadas variando entre 40,54% e 61,90% para dados semanais e, entre 50,97% e 75,18% no caso de dados mensais.

Como observado por Nogueira, Aguiar e Lima (2002), os resultados indicam que o aumento do horizonte temporal de análise (de semanal para mensal) colaborou também para a tendência de redução da variância dos preços futuros (seja na BM&FBOVESPA ou na ICE Futures) o que teria colaborado para o aumento da razão de *hedge*. Além disso, todos os resultados das razões de *hedge* foram inferiores a um, o que indica que a proporção ideal de contratos futuros deve ser inferior à posição *spot* para a minimização das variações da receita da carteira composta pelas posições à vista e as posições em futuros.

Observou-se ainda que tanto para as análises semanais quanto mensais, as razões de *hedge* obtidas para a BM&FBOVESPA foram superiores às obtidas para a mesma região se o *hedge* fosse realizado na ICE Futures. Isto indicaria que, para o período estudado (entre outubro de 2001 e dezembro de 2009) para um *hedge* realizado na ICE Futures seria necessária uma proporção menor de contratos futuros em relação à posição *spot* do que a necessária caso o *hedge* fosse feito na BM&FBOVESPA.

Em termos da efetividade *hedge*, notou-se que a efetividade do *hedge* semanal realizado na ICE Futures frente ao *hedge* semanal realizado na BM&FBOVESPA foi levemente superior para todas as regiões. Na Ice Futures a efetividade variou entre 36,53% e 49,56% enquanto que na BM&FBOVESPA a efetividade variou entre 32,02% e 46,32%.

Já nos estudos mensais observou-se que a efetividade do *hedge* realizado na BM&FBOVESPA foi bastante superior em comparação ao *hedge* realizado na ICE Futures. Enquanto nesta última a efetividade esteve no intervalo entre 66,35% e 73,05%, na BM&FBOVESPA a efetividade variou entre 72,74% e 81,79%.²⁰ Ressalta-se que, como observaram Nogueira et al (2002), o aumento do horizonte temporal de

²⁰ Destaca-se que os dados da região de Piraju, cujos resultados se distanciaram bastante do observado para as demais regiões, não se encontram neste comparativo, apesar de citados nas seções anteriores.

análise, ao tornar as variações dos preços à vista e dos preços futuros mais correlacionadas, colaborou para o aumento da efetividade do *hedge* nas séries mensais em comparação com as séries semanais.

Diante destes elementos, notou-se que, no período analisado, a melhor efetividade do *hedge* foi verificada para as operações realizadas na BM&FBOVESPA em detrimento da ICE Futures, resultados que se aproximam dos observados por Pacheco (2000), Pinto (2001) e Nogueira, Aguiar e Lima (2002). Segundo estes autores, um fator central para a observação do maior grau de efetividade do *hedge* na BM&FBOVESPA em comparação à ICE Futures se deve à proximidade geográfica da bolsa brasileira às regiões analisadas. Além disso seriam importantes também as especificações dos contratos futuros negociados na bolsa brasileira, que se aproximam mais das características do café produzido em território nacional, o que faria com não houvesse grandes diferenças entre os preços futuros na BM&FBOVESPA e os preços à vista praticados no mercado.

Destaca-se assim que os resultados obtidos nesses estudos, e também neste, poderiam induzir uma preferência pela escolha da BM&FBOVESPA para a realização das operações de *hedge* do café arábica em detrimento da ICE Futures. Entretanto, esta conclusão pode não ser a mais adequada, dado que a conclusão a que chegam todos os estudos pode ser viesada pela metodologia que todas estas análises utilizam para o estudo. A análise de Pacheco (2000) leva em conta a abordagem de Ederington (1979), enquanto que as análises de Pinto (2001) e Nogueira et al (2002) consideram a metodologia de Myers e Thompson (1989), que por sua vez, é derivada das observações de Ederington (1979), como já abordado na seção quatro. Nesta linha, também o presente estudo leva em conta metodologias derivadas da obra deste último autor que, apesar de mais abrangentes (como é o caso da metodologia de Viswanath que considera as variações da base) também podem provocar um viés de recomendações.

Este viés diz respeito ao fato de que o uso de metodologias de análise da efetividade do *hedge*, em que são considerados somente os preços à vista e futuros, assim como suas relações (como a base por exemplo) acaba condicionando (como já destacado na seção 4.4) o resultado que se obtém: que o *hedge* realizado com contratos futuros cujas especificações se aproximem mais do ativo-objeto do contrato (portanto neste caso o *hedge* realizado na BM&FBOVESPA) seria necessariamente mais eficaz do que as operações realizadas com outros contratos (como é o caso dos contratos futuros de café arábica negociados na ICE Futures). Desta forma, em todos os modelos,

pesa como fator fundamental as características dos contratos de cada bolsa, o que leva ao fato de que a recomendação de todos os autores seja de que o *hedge* do café arábica seria mais indicado se realizado na BM&FBOVESPA.

Sendo assim, a crítica central que se faz a estes estudos é fato de que todas as metodologias aqui analisadas deixam de considerar em seus modelos fatores que podem ser cruciais para a realização de um *hedge* adequado. Dentre estes elementos citam-se, por exemplo, os custos de transação, como o de liquidez, os custos de corretagem e os requerimentos de margem; além do risco de base que são de fundamental importância para o sucesso das operações de *hedge*.

Dentre estes elementos, em termos da escolha da bolsa mais adequada para a realização do *hedge* do café arábica brasileiro com contratos futuros, é necessária atenção especial no que diz respeito à liquidez. Como admitiram Lazzarini, Saes e Nakazone (2000) a liquidez seria o fator mais importante na escolha entre as duas bolsas. Neste estudo, os autores destacaram que a liquidez seria o fator decisivo na escolha do local de negociação dos contratos e a maior liquidez observada na ICE Futures determinaria uma decisão, na prática, em favor da negociação nesta bolsa em detrimento da BM&FBOVESPA. Além disto, esta decisão ocorreria apesar de a efetividade do *hedge* observado nesta última ser maior do que a efetividade observada na ICE Futures, o que destaca a relevância deste elemento para as análises.

Em função disto, considerando-se o referencial metodológico com base nas análises de efetividade e razão ótima de *hedge* aqui estudados, admite-se que seria necessário um cuidado maior na determinação de sugestões conclusivas sobre em qual destas bolsas seria mais adequada a realização do *hedge*. Indica-se, portanto, que em trabalhos futuros sejam realizadas análises mais aprofundadas utilizando-se metodologias diferentes que englobem outras variáveis importantes como a liquidez e outros custos de transação por exemplo. Isto seria essencial tanto para o aprimoramento das metodologias de análise de eficiência quanto para os agentes do SAG já que a inclusão de outras variáveis que permitam uma descrição melhor da realidade prática tornam as recomendações mais precisas e portanto mais úteis aos agentes.

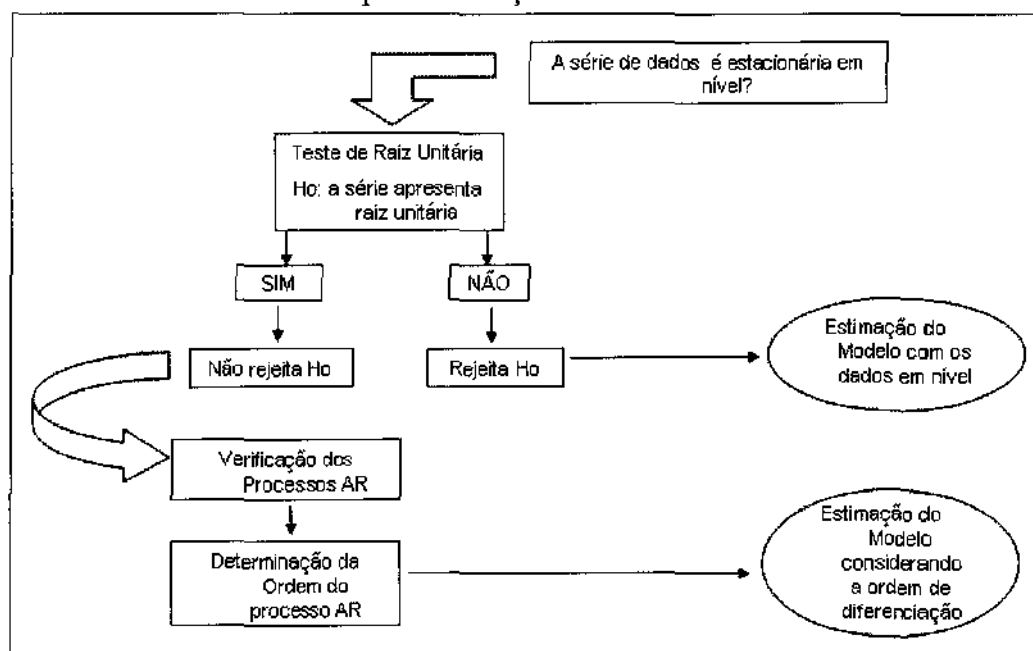
Além disto, seria interessante a realização de análises complementares quanto ao comportamento das bases para as diferentes regiões e bolsas, buscando inclusive uma modelagem que permitisse a estimação mais adequada das bases futuras de modo a auxiliar os agentes do SAG do café quanto aos momentos mais adequados de realização do *hedge*.

Deixando de lado a questão metodológica propriamente dita, outro aspecto que deveria ser melhor estudado diz respeito ao mapeamento do perfil dos agentes do SAG do café em termos do seu comportamento diante dos riscos de preços e do *hedge*. É preciso avaliar se estes agentes conhecem o instrumental para gerenciamento do risco de preços oferecido pelos contratos derivativos; em conhecendo, se estes instrumentos são utilizados; em sendo utilizados, quais os instrumentos mais utilizados (se contratos a termo, futuros, opções, SWAP), além de em qual bolsa estes agentes realizam suas operações e essencialmente quais os fatores subjetivos que determinam esta escolha. Caso os agentes não utilizem os contratos derivativos, seria interessante avaliar os motivos que levam a este comportamento: se dizem respeito ao desconhecimento quanto ao funcionamento; se está relacionado aos aspectos operacionais do mercado (quanto às necessidades de margem, por exemplo), ou se isso se deve a outros fatores. Posteriormente a esta análise seria interessante ainda identificar se existe algum tipo de padrão de comportamento dos agentes do SAG do café quanto a estas escolhas, avaliando suas atividades na cadeia produtiva cafeeira (e os riscos aos quais estão sujeitos), além da sua representatividade no setor (de modo a identificar se são, por exemplo, grandes médios ou pequenos produtores) e outros elementos relevantes, como a localização, o tipo de café com os quais trabalham, seus mercados compradores ou para os quais vendem e/ou distribuem, etc.

Este mapeamento seria de fundamental importância para o entendimento do comportamento dos agentes do SAG do café quanto ao gerenciamento de risco e, a partir da identificação dos fatores que determinam ou não o uso destes instrumentos pelos agentes do SAG do café, colaboraria em grande medida para o desenvolvimento do mercado de derivativos brasileiro.

8 Anexos

ANEXO A. Procedimentos para estimação dos modelos.



Fonte: Elaboração Própria.

ANEXO B. Resultado dos Critérios de Informação de Akaike e Schwartz para as séries de preços semanais.

Série Semanal de Preços de café (em nível)										
Nº de Defasagens	1		2		3		4		5	
Preços do Café	AIC	SC	AIC	SC	AIC	SC	AIC	SC	AIC	SC
A vista										
Patrocínio	6844632	6863734	6847132	6875837	6853749	6892091	6858505	6906517	6861530	6919248
Varginha	6925942	6945045	6926260	6954965	6932641	6970983	6929246	6977259	6823930	6881648
Paraíso	6763414	6782517	6768415	6797120	6774742	6813083	6781819	6829831	6786168	6843886
Caratinga	6977660	6996762	6971121	6999826	6977030	7015371	6983655	7031667	6990275	7047993
Londrina	6768163	6787266	6772538	6801243	6779618	6817959	6786566	6834578	6781680	6839398
Piraju	6744552	6764398	6748986	6778810	6754977	6794817	6759061	6808955	6763795	6823779
Futuro (BM&F)	7195407	7214510	7202150	7230854	7209263	7247605	7210078	7258091	7210054	7267772
Futuro (ICE)	7667529	7686632	7673940	7702645	7679506	7717847	7679506	7717847	7685565	7743283

Fonte: resultados da pesquisa.

ANEXO C. Resultado dos Critérios de Informação de Akaike e Schwartz para as séries de preços mensais.

Série Mensal de Preços de café (em nível)										
Nº de Defasagens	1		2		3		4		5	
Preços do Café	AIC	SC	AIC	SC	AIC	SC	AIC	SC	AIC	SC
A vista										
Patrocínio	8214348	8267435	8231954	8312090	8252875	8360406	8229969	8365250	8218415	8381809
Varginha	8358738	8411825	8358781	8438917	8378432	8485964	8367637	8502918	8345576	8508969
Paraíso	8221164	8274251	8249409	8329545	8281028	8388559	8256505	8391786	8280981	8444375
Caratinga	8211627	8264714	8233479	8313615	8263820	8371351	8201248	8336529	8220790	8384183
Londrina	8036793	8089880	8067043	8147179	8081102	8188634	8066399	8201681	8086614	8250008
Piraju	8486648	8539735	8510972	8591108	8536826	8644358	8544971	8680252	8200735	8364129
Futuro (BM&F)	8668641	8721728	8697979	8778115	8722887	8830418	8724168	8859450	8692488	8855881
Futuro (ICE)	9020251	9073338	9040672	9120808	9049405	9156936	9053665	9188946	9062932	9226326

Fonte: resultados da pesquisa.

9 Referências Bibliográficas

ABIC – Associação Brasileira das Indústrias de Café. Disponível em: <<http://www.abic.com.br>>.

Associação Brasileira das Indústrias de Café. Tendências no Consumo de Café no Brasil em 2009. Disponível em: <http://www.abic.com.br/estat_pesquisas.html> - acesso em: 24/06/2009.

BM&FBOVESPA – Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br>>.

BARROS, A. M. e AGUIAR, D. R. D. Gestão do risco de preço do café arábica: uma análise por meio do comportamento da base. *Revista Economia Sociologia Rural* vol. 43, nº3. Brasília, 2005.

BODIE, Z., KEANE, A. MARCUS, A. J. Fundamentos de Investimentos. Porto Alegre. Bookman, 2000.

BRAILSFORD, T.; CORRIGAN, K.; HEANEY, R. A Comparison of Hedging Effectiveness: a Case Study Using the Australian All Ordinaries Share Price Index Futures Contract. *Journal of Multinational Financial Management*. Vol. 11, pp.456 – 481, 2001.

BROWN, S.L. A Reformation on Portfolio Model of Hedging. *American Journal of Agricultural Economics*, V. 67, n., p 508-512, 1985.

BUENO, R. L. S. Conceitos de Hedge em Mercados Futuros. *Revista de Administração*. São Paulo. V.37, n.4, pp. 83-90, out/dez 2002.

CARTER, C. A.; LOYNS, R. M. A. Hedging Feedlot Cattle: a Canadian Perspective. *American Journal of Agricultural Economics*.v.67, n.1, pp.32-39, 1985.

CECAFE – Conselho dos Exportadores de Café do Brasil. Disponível em: <www.cecafe.com.br>

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br>>.

CIC - Centro de Inteligência do Café . Disponível em: <<http://www.cicbr.org.br>>.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <www.conab.gov.br>.

CORREA, A. L.; RAÍCES, C. Derivativos Agrícolas. São Paulo. Ed. Globo, 2005.

CHANG, J. S. K.; SHANKER, L. A Risk-Return Measure of Hedging Effectiveness: A Comment. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*. Vol. 22, No. 3 (Set. 1987), pp. 373 – 376.

EDERINGTON, L. H. The Hedging Performance of the New Futures Market. *Journal of Finance*. Vol.34. pp.157-170, 1979.

ELTON, E. J.; GRUBER, M.J.; BROWN, S.J.; GOETZMAN, W. N. Moderna Teoria das Carteiras e Análise de Investimentos. São Paulo. Atlas. 2004.

FONTES, R. E.; CASTRO JUNIOR, L. G.; AZEVEDO, A.F. Efetividade e razão ótima de *hedge* na cafeicultura em diversas localidades de Minas Gerais e São Paulo. In: 41º Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, Juiz de Fora, MG. Anais. Brasília: SOBER, 2003a.

GEPPERT, J. M. A Statistical Model for the Relationship Between Futures Contract Hedging Effectiveness and Investment Horizon Length. *The Journal of Futures Markets*. Vol. 15, n. 5pp.685-707, 1995.

GUJARATI, D. Econometria Básica. São Paulo. Makron Books, 2004.

HAYENGA, M. L.; JIANG, B.; LENCE, S.H. Improving Wholesale Beef and Pork Products Cross Hedging. *Agribusiness*, v.12, n.6, pp541-560, 1996.

HSIN, C.-W.; KUO J.; LEE C. W. A New Measure to Compare the Hedging Effectiveness of Foreign Currency Futures Versus Options. *The Journal of Futures Markets*. Vol. 14, pp.685-707,1994.

HOWARD, C. T.; D'ANTONIO, L. J. A Risk-Return Measure of Hedging Effectiveness. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*. Vol. 19, No. 1 (Mar. 1984), pp. 101 – 112.

HOWARD, C. T.; D'ANTONIO, L. J. A Risk-Return Measure of Hedging Effectiveness: A Reply. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis* Vol. 22, No. 3 (Set. 1987), pp. 377 – 381.

HULL, J. Introdução aos mercados futuros e de opções. 2.ed. São Paulo: BM&F; Cultura Editores Associados, 1996. 448p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>

ICE Futures – Intercontinental Exchange - Disponível em: < <https://www.theice.com> >

JOHNSON, L. L. The Theory of Hedging and Speculation in Commodity Futures. *Review of Economic Studies*, v 27, p.139-151,1960.

LAZZARINI, S. G.; SAES, M. S.; NAKAZONE, D. Competição entre Bolsas de Futuros: o caso da BM&F e da CSCE no Mercado de Café. *Revista Economia Aplicada* vol. 4, nº2. Ribeirão Preto, 2000.

MARKOWITZ, H. Portfolio Selection. *The Journal of Finance*. Vol. 7, No. 1 (Mar. 1952), pp. 77– 91.

MARQUES, P.V. Mercados Futuros e de Opções Agropecuárias. Piracicaba. Departamento de Economia, Administração e Sociologia ESALQ/USP. 2006

MATIELLO, J. B. et al. Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFE, 2005. 438 p.

MYERS, R. J.; THOMPSON, S. R. Generalized Optimal *Hedge* Ratio Estimation. *American Journal of Agricultural Economics*. v. 71, n.4, p.858-867, nov.1989.

NETZ, J. S. An Empirical Test of the Effect of Basis Risk on cash market positions. *The Journal of Futures Markets*. v.16, n.3, p.289-311, 1996.

NOGUEIRA, F. T. P.; AGUIAR, D. R. D.; LIMA, J. E. Efetividade do *hedge* no mercado brasileiro de café arábica. *Resenha BM&F*, São Paulo, n. 150, p.78-88, 2002.

PACHECO, F. B. P. Análise das operações de *hedging* em mercados futuros: o caso do café arábica no Brasil. Piracicaba, 2000. 79p. Dissertação (M.S.) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

PENNINGS, J. M. E.; MEULENBERG, M. T. G. Hedging Efficiency: A Futures Exchange Management Approach. *The Journal of Futures Markes*. Vol.17, n.5 pp.599-615, 1997.

PINTO, W. J. Relações de preços e *hedging* no mercado de café. Viçosa, 2001. 65p. Dissertação (M.S.) – Universidade Federal de Viçosa.

ROCHELLE, T. C. P. O Contrato Futuro de Boi Gordo: uma Análise do Impacto da Introdução Financeira sobre o Risco de Base. Piracicaba, 1997. 140p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

SAES, M. S. M.; FARINA, E. M. M. Q. O agribusiness do café no Brasil, São Paulo. Milkbuzz, 1999.

SILVEIRA, R. L. Análise das Operações de *Cross Hedge* do Bezerro e do *Hedge* do Boi Gordo no Mercado Futuro da BM&F. Piracicaba, 2001. 122p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

STEIN, J. L. The Simultaneous Determination of Spot and Futures Prices. *The American Economic Review*, v 51, p.1012-1025,1961.

WORKING, H. Futures Trading and Hedging. *The American Economic Review*, v 43, p.314-343,1953.

_____. New Concepts Concernig Futures Markets and Prices. *The American Economic Review*, v 52, p.432-459, 1962.