

2

Risco de Base e Estatísticas Descritivas

2.1

Amostra

A amostra inclui os preços diários de todos os contratos futuros negociados de três commodities agropecuárias e dois ativos financeiros, entre 3 de janeiro de 2003 e 26 de setembro de 2008. Os contratos futuros agropecuários são soja, boi gordo e café, enquanto os financeiros são DI (juros de um dia sobre depósitos interbancários) e dólar. O número de contratos difere em cada caso, porque embora os dois futuros financeiros e o boi gordo tenham contratos vencendo em todos os meses do ano, os contratos futuros sobre café têm vencimentos apenas em março, maio, julho, setembro e dezembro, enquanto os contratos futuros sobre a soja, que começaram a ser negociados apenas em 3 de janeiro de 2005, têm vencimentos em março, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro e novembro. Temos, portanto, 69 contratos para boi, DI e Dólar, 31 para soja e 29 contratos para o café.

O período amostral não inclui contratos anteriores a janeiro de 2001, porque, até então, o volume de negociação de futuros agropecuários era quase que exclusivamente concentrado no café. Da mesma forma, o baixo volume de negociação explica a exclusão dos contratos futuros sobre o açúcar (seu volume negociado caía praticamente a zero em fins de 2007) e sobre o ouro (seu volume negociado é muito baixo em todo o período amostral).

Temos, então, uma amostra de contratos futuros de soja, boi gordo, café, DI e dólar, sendo que cada ativo subjacente contém vários contratos simultaneamente negociados em cada instante do tempo: um para cada vencimento. Como usualmente feito na literatura internacional sobre contrato futuros, em cada mês na amostra, considera-se apenas o contrato futuro de vencimento mais próximo, desde que não seja no próprio mês corrente. Para todos os efeitos, tal procedimento equivale a formar uma carteira – chamada de portfólio

de roll-yield – que, a cada mês, vende os contratos futuros que vencem no mês e compra os contratos futuros com maturidade imediatamente mais próxima.⁷

A tabela I abaixo mostra um portfólio de roll-yield hipotético, supondo vencimentos em todos os meses do ano e também, por simplicidade, que todos os contratos começam a ser negociados exatamente 180 dias corridos antes do vencimento. Os exercícios do contrato hipotético, como nos mercados agropecuários, ocorrem sempre na segunda metade do mês de vencimento.

TABELA I: Contrato Agropecuário Hipotético

As colunas II e III marcam, respectivamente, o final e o começo da negociação dos contratos na coluna I. A coluna IV mostra qual dos contratos na coluna I está fazendo parte do portfólio durante o intervalo de tempo mostrado nas colunas V e VI. Consideramos que o contrato é um agropecuário hipotético, pois o vencimento ocorre na segunda metade do mês de referência. Supomos que em todos os casos a negociação do contrato começa exatos 180 dias corridos antes do vencimento.

Contratos	Vencimento	Início da Negociação	Contrato do Portfólio de Roll-Yield	De	Até
Junho-2009	20/06/2009	20/12/2008	JUNHO-2009	...	31/05/2009
Julho-2009	21/07/2009	21/01/2009	JULHO-2009	1/6/2009	30/06/2009
Agosto-2009	20/08/2009	20/02/2009	AGOSTO-2009	1/7/2009	31/07/2009
Setembro-2009	22/09/2009	22/03/2009	SETEMBRO-2009	1/8/2009	31/08/2009
Outubro-2009	20/10/2009	20/04/2009	OUTUBRO-2009	1/9/2009	30/09/2009
Novembro-2009	20/11/2009	20/05/2009	NOVEMBRO-2009	1/10/2009	31/10/2009
Dezembro-2009	23/12/2009	23/06/2009	DEZEMBRO-2009	1/11/2009	30/11/2009
Janeiro-2010	22/01/2009	22/07/2009	JANEIRO-2009	1/12/2009	31/12/2009
Fevereiro-2010	20/02/2009	20/08/2009	FEVEREIRO-2009	1/1/2010	31/01/2010

A tabela II mostra um portfólio de roll-yield hipotético para contratos futuros de DI e Dólar, cujos vencimentos ocorrem no primeiro dia útil de cada mês.⁸

⁷ A literatura internacional sobre preços futuros costuma usar o retorno do portfólio de roll-yield para estudar prêmio de risco. Diz-se que o mercado está em backwardation se os especuladores recebem um prêmio de risco, medido por um retorno positivo do portfólio de roll-yield em um intervalo de tempo. Se o retorno do portfólio é negativo, ocorre o cenário oposto, chamado de contango.

⁸ Regra de bolso, se um futuro financeiro vence no mês T, ele fará parte do portfólio de roll-yield durante o mês T-2, integralmente do primeiro até o último dia útil. Grosso modo, um contrato financeiro não faz parte do portfólio de roll-yield nos 21 últimos dias de negociação, enquanto que um agropecuário não o faz nos últimos 14 ou 15.

TABELA II: Contrato Financeiro Hipotético

As colunas II e III marcam, respectivamente, o final e o começo da negociação dos contratos na coluna I. A coluna IV mostra qual dos contratos na coluna I está fazendo parte do portfólio durante o intervalo de tempo mostrado nas colunas V e VI. Consideramos que o contrato é um financeiro hipotético, pois o vencimento ocorre no primeiro dia útil do mês de referência. Mais uma vez, supomos que a negociação em cada caso começa exatos 180 dias corridos antes do vencimento.

Contratos	Vencimento	Início da Negociação	Contrato do Portfólio de Roll-Yield	De	Até
Junho-2009	1/6/2009	1/12/2008	JUNHO-2009	...	30/04/2009
Julho-2009	2/7/2009	2/1/2009	JULHO-2009	1/5/2009	31/05/2009
Agosto-2009	1/8/2009	1/2/2009	AGOSTO-2009	1/6/2009	30/06/2009
Setembro-2009	3/9/2009	4/3/2009	SETEMBRO-2009	2/7/2009	31/07/2009
Outubro-2009	3/10/2009	3/4/2009	OUTUBRO-2009	1/8/2009	31/08/2009
Novembro-2009	2/11/2009	5/5/2009	NOVEMBRO-2009	3/9/2009	30/09/2009
Dezembro-2009	1/12/2009	1/6/2009	DEZEMBRO-2009	3/10/2009	31/10/2009
Janeiro-2010	2/1/2009	2/7/2009	JANEIRO-2009	2/11/2009	30/11/2009
Fevereiro-2010	3/2/2009	4/8/2009	FEVEREIRO-2009	1/12/2010	31/12/2010

Olhando apenas para as colunas V e VI na tabela I, vemos que se escolhermos, por exemplo, o dia 10 de agosto de 2009, então o contrato de vencimento mais próximo é o que vence ainda no próprio mês de agosto, especificamente no dia 20. Mas vê-se também que este contrato deixa de ser parte do portfólio dia 1º/8/2009 e que no dia 10/08/2009 o contrato que faz parte do portfólio de roll-yield é o que vence em 22/09/2009 e este contrato fará parte do portfólio de roll-yield até 31/08/2009, sendo substituído pelo que vence dia 20/10/2009 a partir de 1º/09/2009.

Tendo definido a amostra de derivativos agropecuários brasileiros, o próximo passo é mostrar evidência de que o volume de negociações desses derivativos é baixo relativamente ao volume negociado nos mercados internacionais. As três primeiras colunas da tabela III mostram, para cada commodity, as percentagens da produção e exportação brasileira no mercado mundial, enquanto as duas últimas colunas comparam o volume negociado na BM&F de cada derivativo com o derivativo mais negociado no mundo, para a mesma commodity.

TABELA III: O Brasil nos Mercados de Ativos e de Derivativos

A primeira coluna mostra a participação brasileira na produção mundial de cada commodity enquanto que a segunda mostra a participação na exportação mundial. Nos dois casos está entre parênteses a posição brasileira no ranking internacional. As duas últimas colunas mostram o volume negociado durante o primeiro trimestre de 2008 para os derivativos estrangeiro (o mais negociado) e brasileiro. Os derivativos estrangeiros são os contratos negociados em Dalian, Dalian, Zhengzhou, Zhengzhou e Dalian, duas bolsas chinesas, respectivamente, seguindo a tabela de cima pra baixo.

	Produtor	Exportador	Volume do Derivativo no Exterior	Volume do Derivativo BM&F
Açúcar	19% (1º)	60% (1ª)	6,1 bi	0,8 bi
Gado	18,8% (1º)	40%(1ª)	5 bi	1,7 bi
Soja	24,4% (2º)	38%(1ª)	16,2 bi	1,3 bi
Café	30,5% (1º)	30%(1ª)	3,57 bi	3,2 bi
Milho	6,04% (>3º)	3-10%(4ª)	16,2	1,3 bi

A tabela III mostra que a importância do Brasil como produtor das commodities na nossa amostra não é acompanhada pelo volume negociado dos seus derivativos na BM&F.⁹

2.2

Risco de Base

Passemos ao ponto principal deste trabalho, ou seja, o que explica o baixo desenvolvimento do mercado brasileiro de derivativos agropecuários. A hipótese que queremos testar é que o risco de base diminui a demanda por futuros agropecuários que tem como finalidade prover hedge para o produtor agropecuário. Para testar essa hipótese, precisamos medir o risco da base dos futuros agropecuários da nossa amostra e, também, dos futuros financeiros. Encontraremos evidência de que o risco da base explica pelo menos parte do baixo desenvolvimento do mercado de derivativos agropecuários, se o risco da base for negativamente correlacionado com o volume de futuros agropecuários, mas não com o volume de futuros financeiros. Os preços dos contratos futuros e

⁹ Além disso, as bolsas chinesas de derivativos partiram de volumes quase iguais a zero no início da década.

spot foram mantidos na unidade de negociação da BM&F, seja dólar ou real, em cada caso.¹⁰

Para estimarmos o risco da base para cada um dos cinco contratos na amostra, regredimos o preço futuros nos spots correspondentes, para cada um dos cinco contratos da amostra, ou seja, para contrato futuro $i \in \{\text{soja, boi gordo, café, DI, dólar}\}$:

$$F_{it} = \alpha_i + \beta_i S_{it} + \mu_{it} \quad (1)$$

Na equação (1), os cinco contratos estão indexados por i , com os dias de negociação indexados por t . O resíduo da regressão captura a variação do preço futuro que é ortogonal à variação do preço spot. A volatilidade desse resíduo é, neste trabalho, a medida do risco do produtor que não pode ser coberta por posições no mercado futuro. Para estimar a volatilidade do resíduo da equação (1), consideramos o processo ARCH abaixo:

$$\mu_{it} = h_{it}^{0.5} v_{it} \quad (2)$$

Supondo que a variância de v_{it} é igual a um para cada commodity i , a equação (2) implica que a variância condicional de cada resíduo μ_{it} é h_{it} . que, por sua vez, é especificada por:

$$h_{it} = \alpha + \lambda_i h_{i,t-1} \mu_{i,t-1}^2 + \Phi_i h_{i,t-1} \quad (3)$$

A variância condicional definida pela equação (3) é a nossa proxy para o risco de base. Nosso uso de uma estrutura GARCH se baseia em Hansen e Lund (2005).¹¹

¹⁰ Se usarmos ou o dólar ou o real em todos os casos, os contratos originalmente denominados na moeda preterida vão entrar na amostra como contratos híbridos, tornando-se além de futuros de commodity, contratos “semi-cambiais” na medida em que o futuro de moeda não tem movimentos idênticos ao futuro de commodity

¹¹ Esses autores compararam os desempenhos do modelo GARCH e de modelos mais complexos quanto à previsão de volatilidades e verificaram que o GARCH simples tem desempenho bastante satisfatório.

A tabela IV abaixo mostra os coeficientes estimados da equação (1), para cada um dos cinco contratos da amostra. Apesar de só reportamos os coeficientes da equação (1), eles resultam de uma estimação simultânea do sistema de equações (1), (2) e (3).¹² A tabela mostra que os interceptos da regressão do futuro sobre o spot são pequenos, relativamente às médias de spot e futuro, apresentadas nas colunas à direita. O maior de todos, representando pouco mais de 10% da média do preço spot, é exatamente o intercepto para o café. A segunda coluna da tabela IV (a partir da esquerda) mostra os coeficientes de inclinação da regressão do preço futuro no preço spot. Embora a inclinação da regressão do café pareça ser maior do que as das demais commodities, um teste uni-caudal não rejeita a hipótese (a 8% de significância) de o coeficiente ser igual a um.

TABELA IV: A Base como Regressão Linear Simples

A primeira e a segunda colunas mostram o intercepto e o coeficiente de inclinação linear em (3). A terceira e a quarta coluna mostram as médias de spots e futuros. Desvios-padrão entre parênteses.

	$F = \alpha + \beta S$		Médias		Observações
	α	β	Spot	Futuro	
Café	-27 (3.04)	1.22 (0.1)	260	292	884
Boi	3.88 (0.437)	0.93 (0.007)	61	60.85	884
Soja	1.14 (0.213)	1.03 (0.006)	34.3	36.4	884
DI	1.09 (241.8)	1.07 (114.6)	99.09	97.21	884
Dólar	-52 (3.01)	1.036 (1.42)	2090	2011	884

De fato, os coeficientes estimados na tabela IV não constituem o nosso interesse principal. A regressão (1) é importante para o nosso estudo apenas por que ela é parte da estimação conjunta que gera a série de variâncias dos resíduos, parametrizadas pela equação (3). A tabela V abaixo talvez ajude a entender a

¹² Perde-se a primeira observação quando passamos de (3) para (4), e mais uma vez quando passamos de (4) para (5).

importância de usarmos o risco de base construído acima como medida da dificuldade de se usar contratos futuros como instrumento de hedge para o setor agropecuário.

TABELA V: Coeficiente de Variação para a Soja

A tabela mostra os desvios-padrão dos preços dos futuros de soja em cada um dos países, divididos por sua respectivas médias, ano a ano. Ou seja, apresenta os coeficientes de variação para cada um dos países, ano a ano. Construímos o portfólio de roll-yield para cada país e calculamos, para cada ano, desvio e média deste portfólio levando em conta todos os dias de negociação durante cada ano.

	EUA	Brasil	Argentina	China	Índia
2008	0.182	0.172	0.145	0.164	0.165
2007	0.158	0.174	0.127	0.169	0.084
2006	0.063	0.057	0.072	0.041	0.048
2005	0.089	0.050	0.055	0.055	0.052

A tabela V não segue a metodologia das equações de (1) a (3), usando apenas desvio-padrão e média dos preços dos futuros ano a ano. Pela tabela, vemos a que os preços futuros da soja no Brasil estão em uma faixa intermediária de volatilidade, com relação aos EUA, Argentina, China e Índia. Em particular, a volatilidade do futuro da soja no Brasil é sempre menor do que a dos EUA - com exceção do ano de 2007- e maior do que a volatilidade na Argentina durante os dois últimos anos. Tomando apenas esta medida, a tabela V sugere que é melhor fazer hedge no Brasil do que nos EUA e que desde 2007 é melhor fazer hedge na Argentina do que no Brasil.¹³ Mas, para fins de hedge, a volatilidade dos preços futuros não é relevante. O importante para o produtor é quanto da volatilidade dos preços das commodities pode ser eliminada pela volatilidade dos preços futuros. Caso tal razão nos EUA seja superior ao Brasil, então os mercados futuros da soja nos EUA cumprem um melhor papel de provedor de seguro, independentemente da maior volatilidade dos preços futuros.

¹³ Anos em que todo o debate político na Argentina girou em torno de taxaço extraordinária sobre produ o agrícola e “confisco” de aplica es financeiras, o que certamente não sugere um ambiente propício ao uso de derivativos.

A seção 2.3 abaixo apresenta estatísticas descritivas para a amostra.

2.3

Estatísticas Descritivas

A amostra inclui 257 contratos futuros das cinco mercadorias, com 884 observações em cada um dos cinco casos. Há mais que o dobro de contratos de boi, DI e dólar do que soja e café, pois aqueles têm contratos vencendo todos os meses do ano, enquanto café e soja tem 5 vencimentos apenas por ano. A tabela VI mostra as estatísticas descritivas da nossa amostra:

TABELA VI: Estatísticas Descritivas da Amostra

A tabela abaixo mostra o preço médio, máximo e mínimo de cada contrato na amostra, o volume diário médio negociado em dólar e o desvio padrão do preço para cada contrato

	Preço Médio	Preço Mínimo	Preço Máximo	Volume Médio (US\$)	Desvio Padrão do Preço
Café	117.6	54.1	192.6	13,2 milhões	35.9
Boi	60.3	48.0	98.1	3,7 milhões	9.56
Soja	18.2	11.0	36.4	1 milhão	6.4
DI	96895.9	92554.3	99160.2	1,1 bilhão	482.5
Dólar	2455.2	1574.0	3731.3	1,26 bilhão	530.3

Na tabela VII e no gráfico I a seguir, procuramos mostrar o comportamento das séries usadas no trabalho, que medem o risco de base dos contratos futuros da amostra. Em particular, a tabela VII descreve, para cada contrato futuro na amostra, os coeficientes de variação simples das volatilidades estimadas do resíduo da regressão do preço futuro no preço spot; regressão essa definida na equação (1) da seção 2.1, com a estrutura estocástica do resíduo descrita nas equações (2) e (3) da mesma seção.

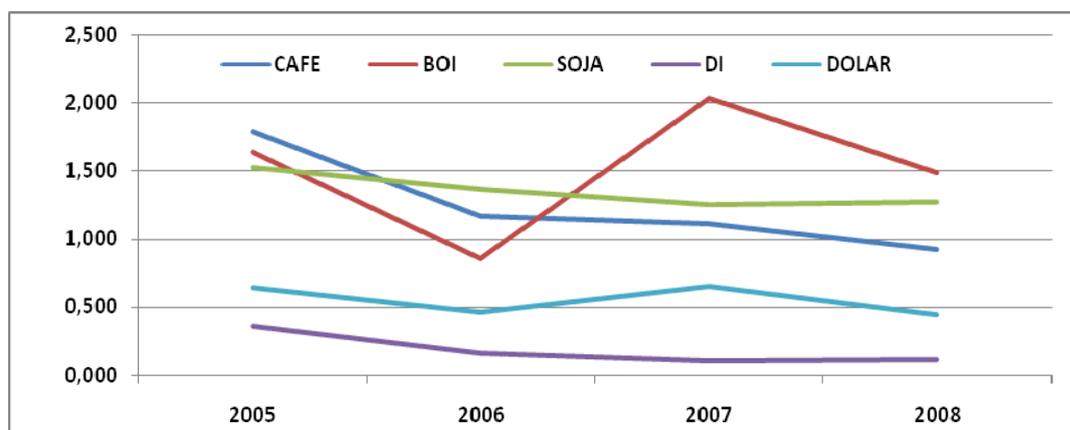
TABELA VII: Estimativas do Risco de Base

A tabela abaixo mostra os coeficientes de variação (desvio padrão sobre média) para os contratos incluídos na amostra. A tabela mostra como evoluíram os coeficientes de variação dos 5 contratos em estudo. As volatilidades que usamos são nossas variáveis construídas que medem a volatilidade da base, segundo a metodologia da seção 2.2.

	2005	2006	2007	2008
Volatilidade do Café	1.788	1.168	1.112	0.925
Volatilidade do Boi	1.634	0.855	2.027	1.484
Volatilidade da Soja	1.523	1.367	1.255	1.274
Volatilidade do DI	0.354	0.159	0.101	0.106
Volatilidade do Dólar	0.636	0.465	0.648	0.446

A tabela VII mostra que, como esperado, o risco de base dos futuros agropecuários é mais elevado do que o dos futuros financeiros, em todos os anos da nossa amostra. Entretanto, a ordenação de risco entre os derivativos agropecuários muda ao longo do período amostral. Entre os derivativos financeiros, o risco de base do dólar é maior do que o do DI, em especial nos dois últimos anos da amostra.

O gráfico I abaixo torna mais claro que os riscos de base dos futuros agropecuários são sistematicamente maiores do que os dos financeiros, com o boi gordo sendo especialmente volátil e o DI, especialmente estável.

**GRÁFICO I: Comparação do Risco da Base no Tempo**