



Uma Análise Das Tendências E Causas Dos Preços De Commodities (1956-2006)

Sidney Lee Saikovitch De Almeida

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
FEA - Faculdade de Economia e Administração
Programa de Estudos Pós-Graduados em Administração

RESUMO

Este trabalho é um breve estudo do comportamento dos preços de commodities e suas causas. Como proxy dos preços de commodities utilizamos o CRB, que é um índice composto de 17 commodities e é calculado desde de 1956. O resultado que obtivemos mostra que os preços das commodities tiveram uma mudança significativa de patamar no início dos anos 1970's e verificamos que os preços de commodities são afetados pelas taxas de juros dos principais países, pelo pib mundial e pelo valor do dólar.

Índice	
1	INTRODUÇÃO..... 4
2	AS VARIÁVEIS 5
2.1	CRB 5
2.1.1	Composição Atual do Índice 6
2.2	População 7
2.3	RENDA PER CAPITA..... 9
2.4	TAXAS DE JUROS 11
2.5	PIB MUNDIAL 13
2.6	DÓLAR 14
3	ANÁLISE ESTATÍSTICA..... 15
3.1	ÍNDICE CRB..... 15
3.1.1	ANÁLISE DE TENDÊNCIA..... 17
3.1.2	ANÁLISE DOS RETORNOS DO ÍNDICE CRB..... 19
4	ANÁLISE DE REGRESSÃO 22
5	CONCLUSÃO..... 28
6	APÊNDICE I..... 29
7	APÊNDICE II..... 30
8	ÍNDICE DOS GRÁFICOS..... 31

1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é fazer uma análise das tendências e causas das oscilações dos preços de commodities. Para isso, utilizamos o CRB¹ e seus subíndices como proxy dos preços de commodities.

A nossa série de preços de commodities inicia-se em 1956 e termina em maio de 2007. Embora na estatística descritiva utilizemos a série inteira, nosso período de análise das relações ficou restrito, devido a limitação das séries históricas de outros dados. Além disso, a série de preços de commodities é mensal, contudo, considerando que os dados econômicos disponíveis geralmente são anuais, a maior parte de nossas análises são feitas com base nas séries anuais.

O título de nosso trabalho parece bastante pretensioso “Uma Análise das tendências e causas dos preços de commodities ...” entretanto, é importante ressaltar que, infelizmente não conseguimos explorar a exaustão o tema e, portanto, ao contrário do título, não temos a pretensão de que a análise aqui feita esgote o tema e ou de que tenhamos conseguido levantar todas as causas, mas apenas apontar algumas que julgamos mais relevantes.

O trabalho se divide em 3 partes. Na primeira parte, definimos os dados que estamos utilizando quanto sua origem e características. Na segunda parte, verificamos a análise estatística do índice CRB calculando as estatísticas descritivas o melhor “modelo de distribuição” e verificando a existência de tendências. Finalmente chegamos ao ponto mais importante do trabalho que é verificar se e como as variáveis que escolhemos afetam os preços de commodities.

¹ Mais informações sobre o CRB poderão ser obtidas na próxima seção.

2 AS VARIÁVEIS

2.1 CRB

CRB é a abreviação de Commodity Research Bureau. O CRB foi criado por Milton Jiler, um jornalista americano que cobria as bolsas de commodities e percebeu que havia uma ausência de informações sobre os mercados e os preços das commodities. Em 1934, o CRB lançava sua primeira publicação o “CRB Futures Market Service” composto de 7 páginas e múltiplos textos cujo artigo principal chamava-se “The Outlook for Commodity Prices”. Em 1939, o CRB publicava o seu primeiro livro anual, o “Commodity Year Book” que seria considerado a bíblia do mercado. Desde então, “Commodity Year Book” só deixou de ser publicado durante a Segunda Guerra Mundial².

“O Reuters-CRB Index (CCI) foi pela primeira vez calculado pelo Commodity Research Bureau, Inc em 1957 e fez sua aparição inaugural em 1958 no CRB Commodity Year Book”³

Desde o início de seu cálculo foram feitas 9 revisões, a primeira em 3 de abril de 1961 a última em 6 de dezembro de 1995⁴, estas alterações foram feitas com o objetivo de manter o índice atual, isto é, de que o índice fosse capaz de representar a evolução do mercado de commodities, de acordo com o seu objetivo original de “prover uma representação dinâmica dos grandes tendências nos mercados de commodities”⁵.

Gráfico 1 - Evolução do CRB



² Mais detalhes em <http://www.crbrtrader.com/history.asp>

³ http://www.crbrtrader.com/crbindex/futures_background.asp

⁴ Uma lista das alterações e da evolução da composição do índice pode ser vista no APÊNDICE I, deste trabalho.

⁵ http://www.crbrtrader.com/crbindex/futures_background.asp

O índice foi renomeado em 2005 e sofreu sua 10ª e mais recente alteração, com o apoio da Reuters e da Jefferies Financial Products LLC. Desde então o índice passou a se chamar Reuters/Jefferies CRB Index.

2.1.1 Composição Atual do Índice

Atualmente o CRB é composto dos seguintes grupos:

- a) Energia : Petróleo, Óleo para Aquecimento, Gás Natural (17,6%).
- b) Grãos e Oleaginosas : Milho, Trigo e Soja (17,6%)
- c) Industriais: Cobre e Algodão (11,8%)
- d) Animais: Boi, Porco (11,8%)
- e) Metais Preciosos: Ouro, Prata e Platina (17,6%)
- f) Soft Commodities: Cacau, Açúcar, Café e Suco de Laranja (23,5%)

O índice é uma média geométrica dos preços médios de cada uma das 17 commodities que o compõem⁶.

⁶ Mais detalhes sobre a metodologia de cálculo e composição do índice CRB podem ser encontradas em http://www.crbrtrader.com/crbindex/futures_current.asp.

2.2 População

Os dados da população mundial foram obtidos a partir do IDB (Internacional Data Base) do U.S. Census Bureau. Os dados referem-se a 228 países ou regiões⁷. Vemos a seguir gráficos que nos mostram como a população mundial tem crescido.

No Gráfico 2, vemos o crescimento da população mundial. No Gráfico 3, podemos observar que nos últimos anos o crescimento da população mundial parece ter se estabilizado ao redor de 76,5 milhões de habitantes por ano. Já no Gráfico 4, vemos que a taxa de crescimento da população mundial após se estabilizar nas décadas de 1970 e 80 passa a cair quase monotonicamente a partir da década de 1990.

Gráfico 2 Evolução da População Mundial

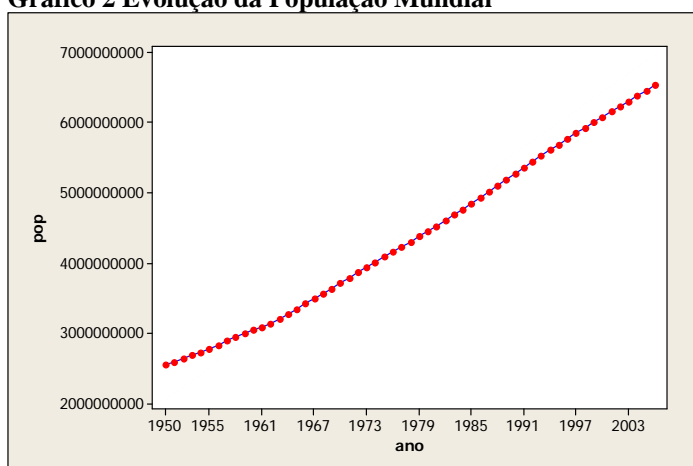
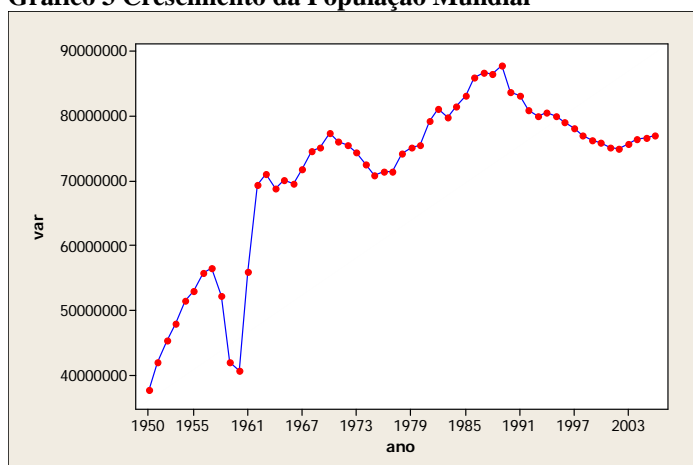
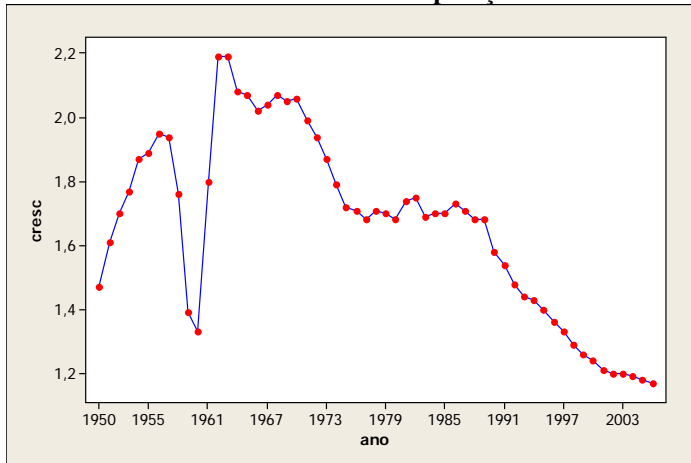


Gráfico 3 Crescimento da População Mundial



⁷ <http://www.census.gov/ipc/www/worldpop.html>

Gráfico 4 Taxa de Crescimento da População



2.3 RENDA PER CAPITA

Os dados de renda per capita que utilizamos referem-se ao Produto Nacional Bruto ajustado pela paridade do poder de compra⁸ segundo estimativas do Banco Mundial. Os dados referem-se aos anos de 1975 até 2005, para um conjunto de países que varia de 119 à 171 países dependendo do ano. Na Tabela 1, podemos ver um resumo de como era a distribuição da renda per capita para os países com dados disponíveis.

Tabela 1 Estatística Descritiva: Evolução da Renda Per Capita

ano	media	1oquartil	mediana	3oquartil	min	max	skewness	kurtosis	qtde paises
1975	2.653	608	1.445	4.030	214	16.936	1,90	5,30	119
1976	2.903	680	1.610	4.343	231	17.250	1,70	3,90	119
1977	3.094	761	1.724	4.528	248	17.995	1,60	3,40	122
1978	3.362	849	1.910	4.843	278	15.768	1,20	0,90	122
1979	3.740	905	2.165	5.655	325	17.945	1,30	1,10	123
1980	4.083	1.014	2.347	6.375	360	23.356	1,50	3,00	130
1981	4.371	1.099	2.514	6.647	358	25.312	1,60	3,10	133
1982	4.554	1.125	2.756	6.946	376	23.135	1,30	1,40	136
1983	4.738	1.219	2.891	7.252	355	21.744	1,20	0,60	136
1984	5.009	1.230	3.115	7.766	340	22.542	1,20	0,50	139
1985	5.125	1.264	3.175	7.852	353	19.729	1,10	0,10	142
1986	5.281	1.321	3.038	8.061	356	19.497	1,10	-	144
1987	5.533	1.372	3.320	8.671	402	20.262	1,10	-	148
1988	5.856	1.387	3.303	8.725	386	21.758	1,10	-	149
1989	6.155	1.459	3.419	9.480	397	24.766	1,20	0,20	154
1990	6.391	1.530	3.752	9.141	416	26.373	1,20	0,40	161
1991	6.625	1.540	4.186	9.276	443	29.041	1,30	0,60	162
1992	6.703	1.537	4.176	10.042	427	29.991	1,30	0,60	166
1993	6.804	1.487	4.178	10.364	440	32.127	1,30	0,80	168
1994	7.054	1.492	4.314	11.022	439	34.853	1,30	0,90	169
1995	7.388	1.563	4.455	11.517	447	34.496	1,30	0,60	170
1996	7.667	1.631	4.558	11.691	461	35.771	1,30	0,60	171
1997	8.047	1.692	4.632	11.995	472	40.783	1,30	1,00	171
1998	8.175	1.723	4.670	12.256	482	44.182	1,40	1,50	170
1999	8.586	1.815	5.167	12.109	457	48.731	1,50	1,90	169
2000	9.059	1.864	5.258	12.853	466	57.792	1,60	3,10	169
2001	9.233	1.930	5.341	12.460	544	58.272	1,60	3,00	167
2002	9.359	1.960	5.475	11.989	570	61.179	1,70	3,60	163
2003	9.686	1.907	5.527	12.541	603	65.349	1,80	4,20	162
2004	10.278	2.030	6.010	13.573	648	69.961	1,80	4,40	162
2005	10.539	2.220	6.523	13.869	653	74.573	2,00	5,43	153

Alguns pontos são interessantes ressaltar, embora não sejam objeto de estudo deste trabalho. A primeira observação é que a distribuição dos países por renda per capita não segue uma distribuição normal, como podemos ver no Gráfico 5.

Embora sabendo que as distribuições das rendas per capita não é normal, fizemos a evolução delas através do Box-plot. No Gráfico 6, a esquerda vemos a evolução das distribuições sem ajuste, já a direita vemos a evolução da distribuição do logaritmo neperiano da renda per capita. Claramente vemos que o uso do logaritmo melhora a distribuição, eliminando a existência de possíveis outliers. Entretanto, parece-nos que a

⁸ Os dados foram extraídos do site da Organização das Nações Unidas em: http://unstats.un.org/unsd/cdb/cdb_advanced_data_extract.asp

visualização da série sem ajustes traz informações interessantes. Inicialmente vemos que a renda per capita de um país (que sabemos ser Luxemburgo) cresce mais rapidamente que a dos outros, fenômeno compartilhado por alguns outros países e que pode ser percebido pelo crescimento da quantidade de possíveis outliers apontados pelo MINITAB. Outra observação que também pode ser vista na Tabela 1, é que até 1988 a assimetria bem como a curtose vinham se reduzindo, e voltaram a aumentar a partir de então.

Gráfico 5 - Sumário Estatístico da Distribuição das Rendas Per Capita dos Países em 2005

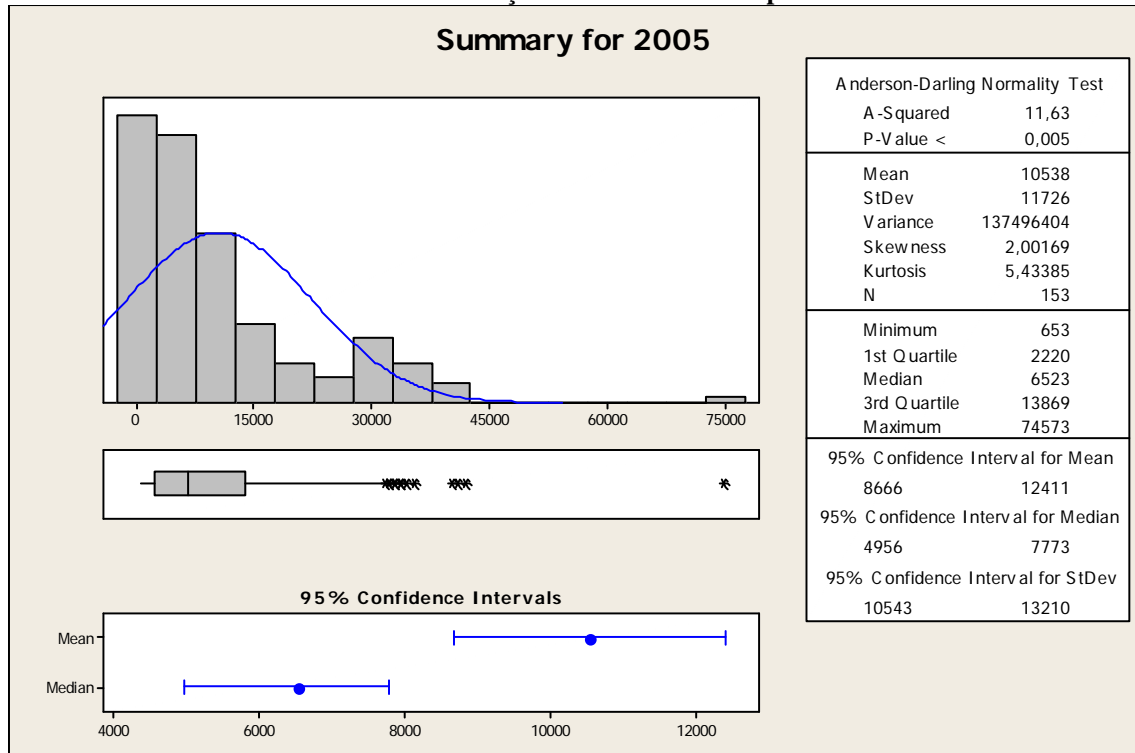
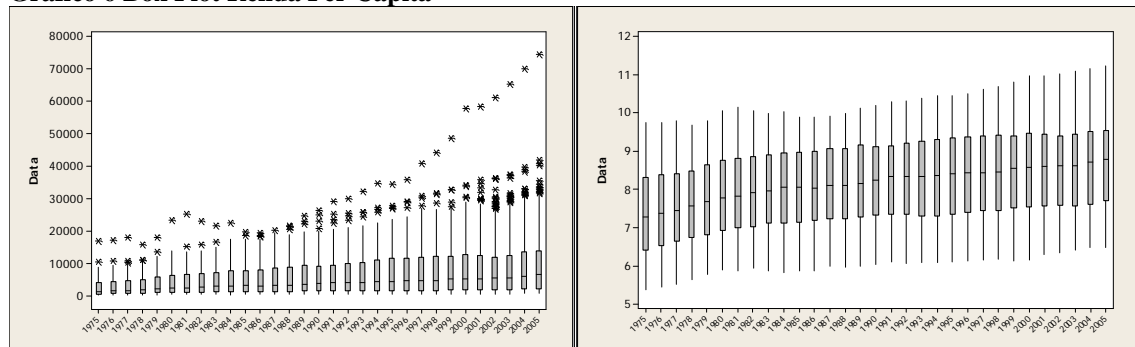


Gráfico 6 Box Plot Renda Per Capita



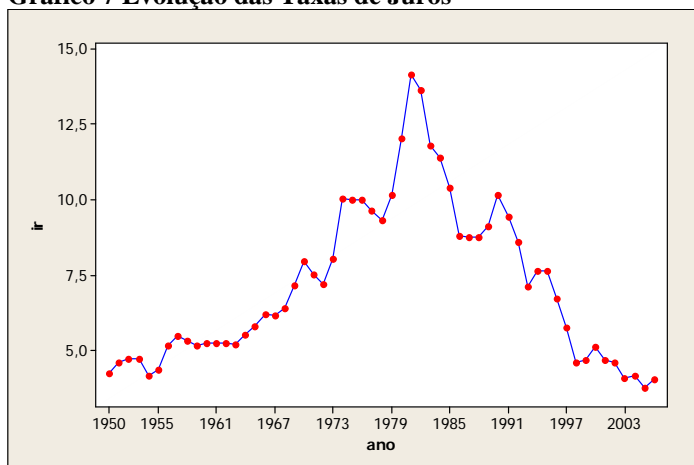
2.4 TAXAS DE JUROS

Usamos como proxy de taxas de juros utilizamos a taxa média (yield to maturity) dos títulos de longo prazo dos governos dos seguintes países⁹:

- Alemanha;
- Austrália;
- Canadá;
- Estados Unidos;
- França;
- Itália;
- Japão;
- Reino Unido.

No Gráfico 7, podemos ver a evolução das taxas de juros de 1950 até 2006¹⁰.

Gráfico 7 Evolução das Taxas de Juros



Fizemos também o teste ANOVA para verificar o quanto as médias de taxa de juros de cada país se assemelham. Podemos ver que, grosso modo, a média das taxas de juros da Itália é a maior e que a média das taxas de juros do Japão é a menor. Quanto a diferença das médias das taxas de juros dos outros países pouco se pode afirmar. No Gráfico 8, podemos visualizar melhor as diferenças entre as médias e também da distribuição das taxas de juros dos países ao longo do tempo.

One-way ANOVA: Australia; Canada; França; Alemanha; Italia; Reino Unido; ...

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	7	412,02	58,86	6,27	0,000
Error	420	3945,21	9,39		
Total	427	4357,23			

⁹ Os dados das taxas de juros são do FMI e foram acessados através do site: <http://unstats.un.org/unsd/cdb/> (o código das taxas de juros é 6310).

¹⁰ A tabela de dados encontra-se no APÊNDICE II

S = 3,065 R-Sq = 9,46% R-Sq(adj) = 7,95%

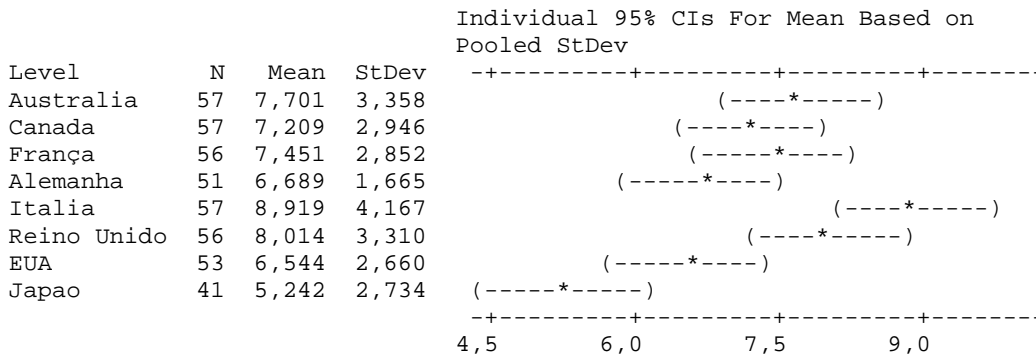
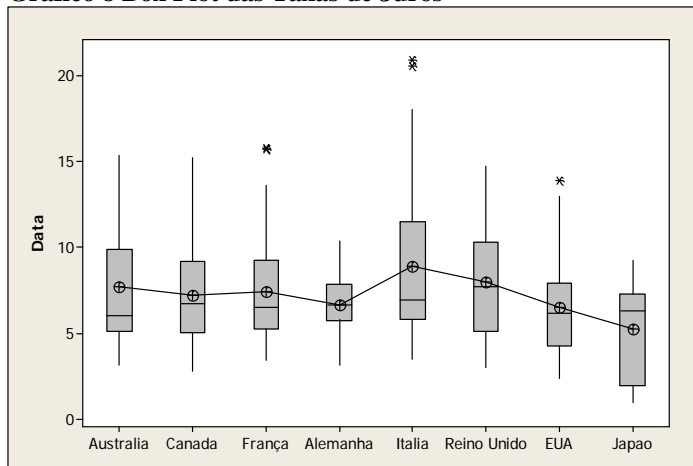


Gráfico 8 Box Plot das Taxas de Juros



Um dos motivos que nos levou a utilizarmos a média das taxas de juros dos países foi a análise de componentes principais a seguir:

Eigenanalysis of the Correlation Matrix
40 cases used, 17 cases contain missing values

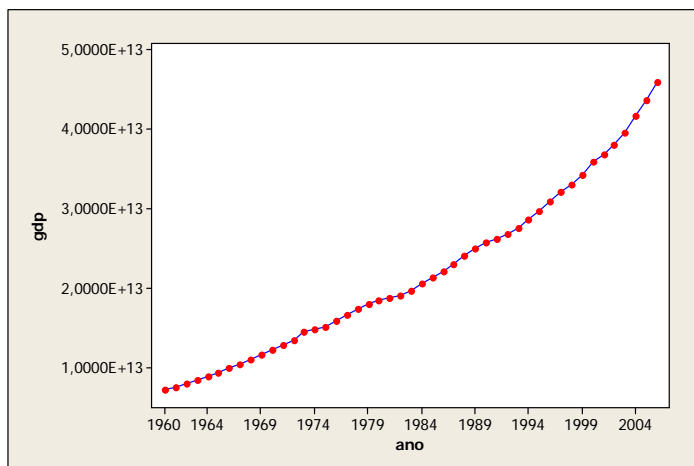
Eigenvalue	6,4621	0,9949	0,1970	0,1437	0,1073	0,0652	0,0186	0,0111
Proportion	0,808	0,124	0,025	0,018	0,013	0,008	0,002	0,001
Cumulative	0,808	0,932	0,957	0,975	0,988	0,996	0,999	1,000

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
australia	-0,335	0,432	-0,092	-0,736	0,175	0,280	-0,088	-0,184
canada	-0,379	0,233	0,155	-0,009	-0,083	-0,105	0,486	0,724
frança	-0,387	0,094	0,096	0,184	-0,149	-0,079	-0,832	0,279
alemanha	-0,313	-0,516	0,618	-0,179	0,418	-0,179	0,020	-0,123
italia	-0,369	0,177	-0,105	0,595	0,478	0,435	0,123	-0,185
japão	-0,313	-0,563	-0,165	-0,086	-0,483	0,557	0,084	0,020
reino unido	-0,355	-0,261	-0,701	-0,055	0,186	-0,523	0,046	-0,038
estados unidos	-0,369	0,259	0,219	0,166	-0,519	-0,315	0,198	-0,560

Vemos que o componente 1 explica 80,8% de nossos dados. Uma observação dos coeficientes todos eles entre 31% e 39% sugere-nos que o uso da média aritmética simples não seria muito diferente e muito mais simples.

2.5 PIB MUNDIAL

O PIB (Produto Interno Bruto) que utilizamos neste trabalho é o resultado da mescla de duas bases de dados de 1960 à 1969 os dados foram retirados do CAIT¹¹. A partir de 1970 utilizamos as taxas de crescimento divulgadas pelo FMI no World Economic Outlook¹².



¹¹ CAIT é o The Climate Analysis Indicators Tool e foi desenvolvido pelo World Resources Institute e é uma compilação de dados sobre a economia mundial e sobre o clima. Estes dados podem ser acessados através do site: <http://cait.wri.org>.

¹² <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2007/01/data/index.aspx>

2.6 DÓLAR

Usamos o “Broad Dollar Index”¹³ que “é uma média ponderada dos valores das taxas de câmbio do Dólar americano contra as moedas de um grande grupo de parceiros de comércio dos Estados Unidos”^{14, 15}.

A idéia de utilizarmos este índice é tentar verificar qual a influência do dólar sobre os preços de commodities. Vamos também o utilizar o índice ajustado em termos reais e cuja evolução podemos ver no Gráfico 10, que talvez se ajuste melhor.

Gráfico 9 Evolução do Dólar

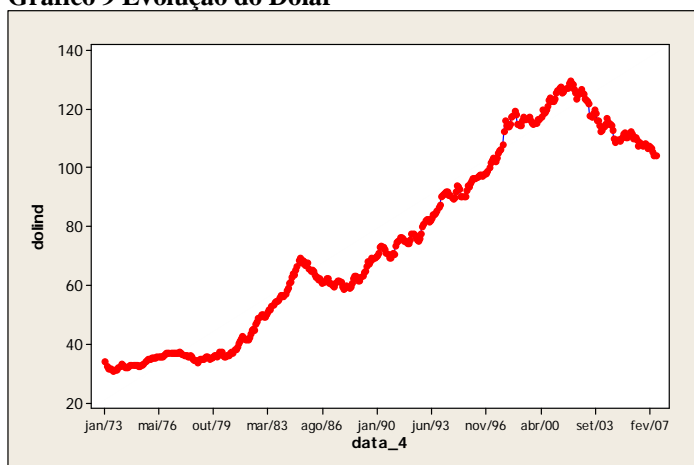
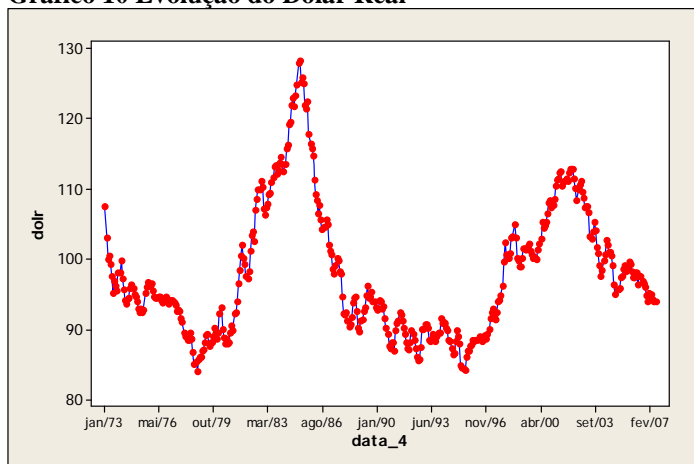


Gráfico 10 Evolução do Dólar Real



¹³ A série de dados foi obtida em http://www.federalreserve.gov/Releases/h10/Summary/indexb_m.txt

¹⁴ <http://www.federalreserve.gov/Releases/h10/Summary/>

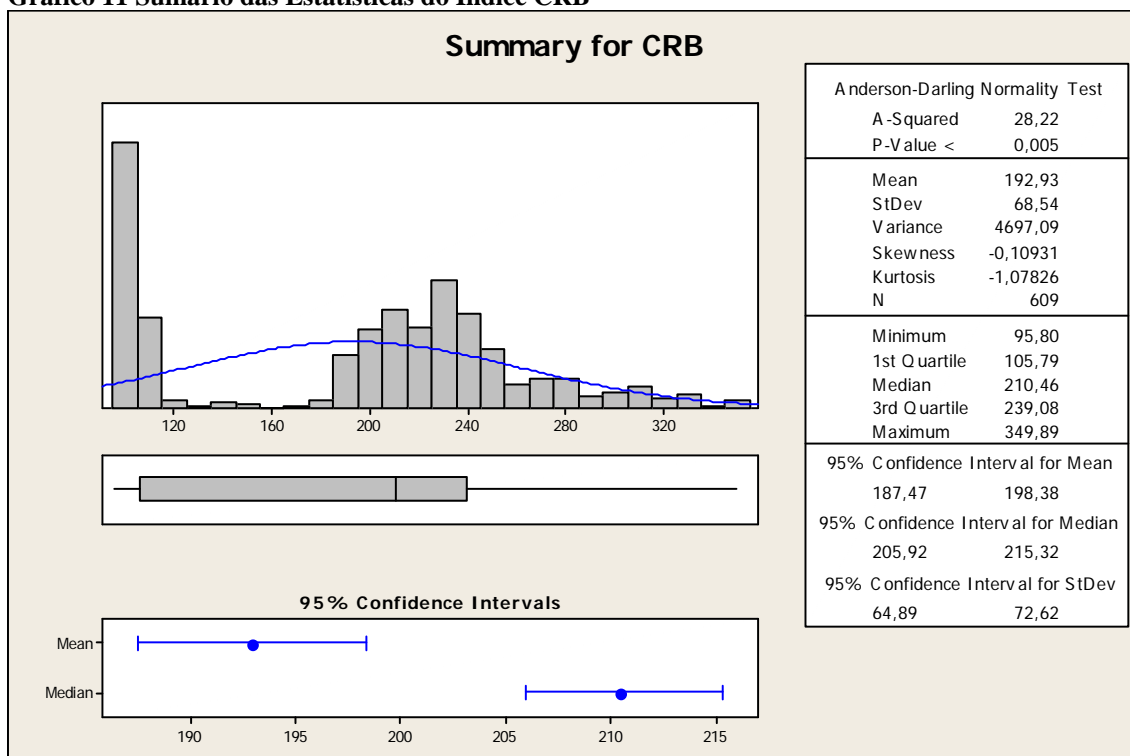
¹⁵ Ver também http://www.federalreserve.gov/pubs/bulletin/2005/winter05_index.pdf

3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

3.1 ÍNDICE CRB

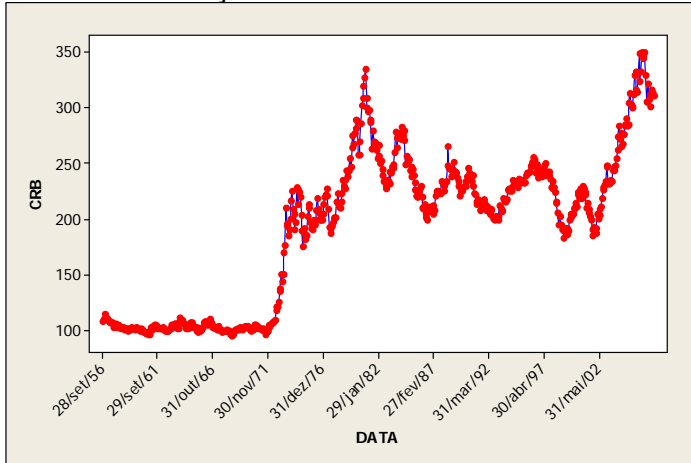
Inicialmente, vamos ver a evolução histórica e as estatísticas descritivas do número índice do CRB. No Gráfico 11, podemos observar que aparentemente a distribuição dos números índices do CRB parece ter tido duas situações ou períodos. Num dos períodos o valor do índice ficou abaixo de 120 com baixa variância, no segundo vemos uma distribuição mais “normal” com média ao redor de 220.

Gráfico 11 Sumário das Estatísticas do Índice CRB



No Gráfico 12, confirmamos nossas suspeitas ao observar que o primeiro período vai do início da série até aproximadamente 1972 e o segundo período segue daí em diante.

Gráfico 12 - Evolução do Índice CRB



Vamos, então, verificar se os dois períodos separadamente apresentam uma distribuição “sem descontinuidade”, isto é, sem mudança de regime.

Gráfico 13 Sumário Estatístico do Índice CRB 1o. Período

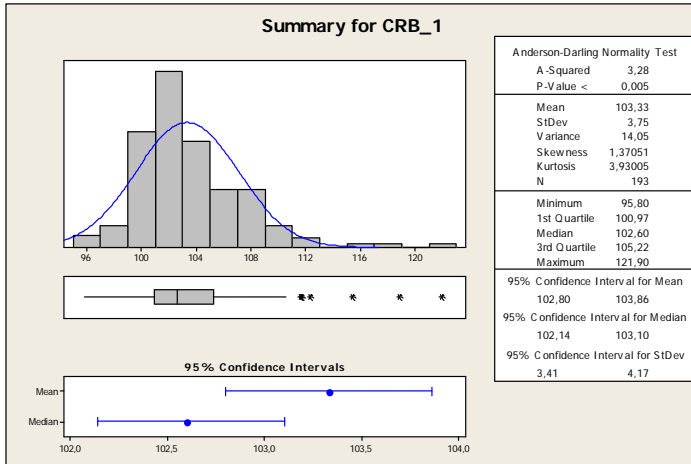
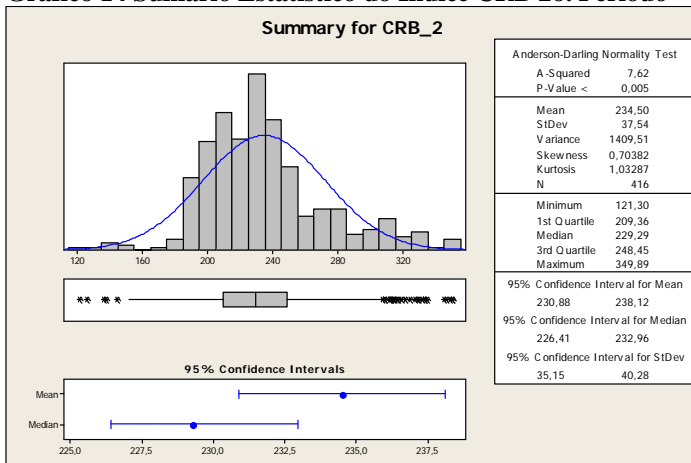


Gráfico 14 Sumário Estatístico do Índice CRB 2o. Período



Testamos, a seguir, outros modelos de distribuição para o índice CRB, e não encontramos nenhuma que o explicasse satisfatoriamente.

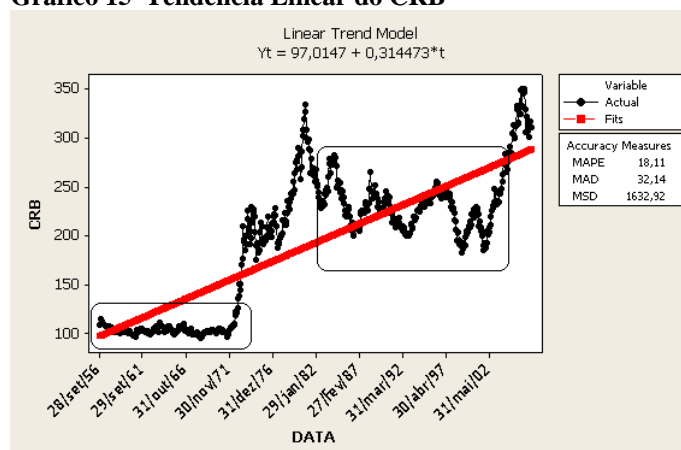
Goodness of Fit Test

Distribution	AD	P	LRT	P
Normal	28,217	<0,005		
Lognormal	45,264	<0,005		
3-Parameter Lognormal	28,863	*	0,000	
Exponential	119,301	<0,003		
2-Parameter Exponential	58,535	<0,010	0,000	
Weibull	29,568	<0,010		
3-Parameter Weibull	60,822	<0,005	0,000	
Smallest Extreme Value	17,727	<0,010		
Largest Extreme Value	40,577	<0,010		
Gamma	39,259	<0,005		
3-Parameter Gamma	55,492	*	0,000	
Logistic	27,319	<0,005		
Loglogistic	41,984	<0,005		
3-Parameter Loglogistic	27,805	*	0,000	

3.1.1 ANÁLISE DE TENDÊNCIA

Vamos agora fazer uma análise de tendência do índice CRB. No Gráfico 15, podemos ver que, embora no longo prazo parece haver uma tendência de alta nos preços de commodities, a “explicação” linear para esta tendência não parece a mais adequada. Como já observado anteriormente, até 1972 os preços de commodities apresentaram baixa volatilidade e ficaram praticamente estáveis. Vemos também que no período de 1983 até 2001, os preços das commodities novamente se estabilizaram com índice CRB oscilando ao redor de 220, mas com grande volatilidade.

Gráfico 15 Tendência Linear do CRB



Podemos ver no Gráfico 16 que os resíduos gerados pelo modelo parecem bem distribuídos ainda que não de forma normal, o que pode ser observado no Gráfico 17.

Gráfico 16 Histograma dos Resíduos - CRB - Tendência Linear

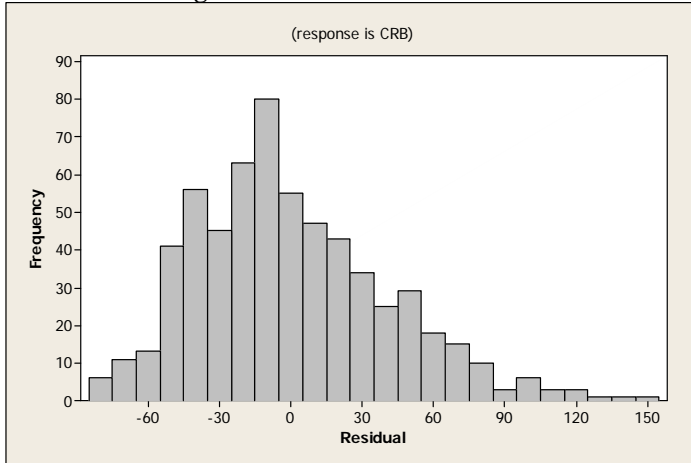
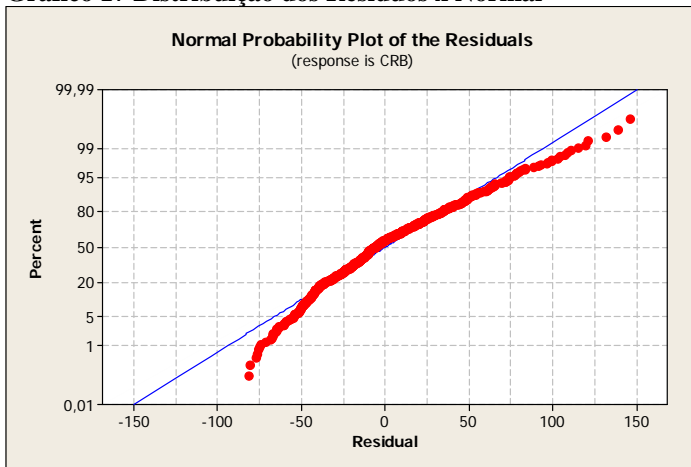
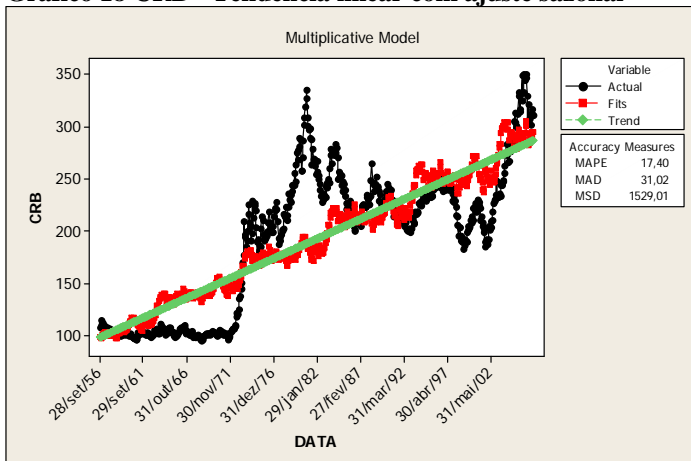


Gráfico 17 Distribuição dos Resíduos x Normal



Testamos também as tendências quadrática, exponencial e logística e também não conseguimos encontrar uma forma de tendência que explicasse melhor a evolução dos preços de commodities. Por isso, vamos fazer uma avaliação com ajuste de sazonalidade. No Gráfico 18, vemos que o ajuste sazonal (120 meses) melhora o modelo, mas ainda são observados grandes desvios, no início da década de 80 (choque do petróleo) e no final dos anos 90 e início da década de 2000 (crises dos emergentes e estouro do nasdaq).

Gráfico 18 CRB - Tendência linear com ajuste sazonal



$ret_t = \frac{CRB_t}{CRB_{t-1}}$; onde ret_t é o retorno do CRB no mês t e CRB_t e CRB_{t-1} é o índice CRB nos meses t e $t-1$, respectivamente.

Podemos ver no Gráfico 20 e no Gráfico 21 a existência de alguns outliers, destacando-se três meses com variação maior que 10%, são eles maio e julho de 1973 (primeiro choque do petróleo) e julho de 1974. Vemos também um outlier negativo em março de 1980.

Gráfico 20 Sumário Gráfico dos Retornos do CRB

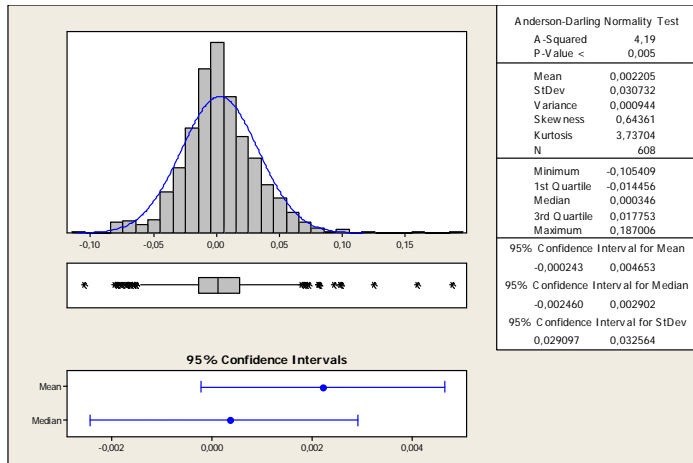


Gráfico 21 Box Plot dos Retornos do CRB

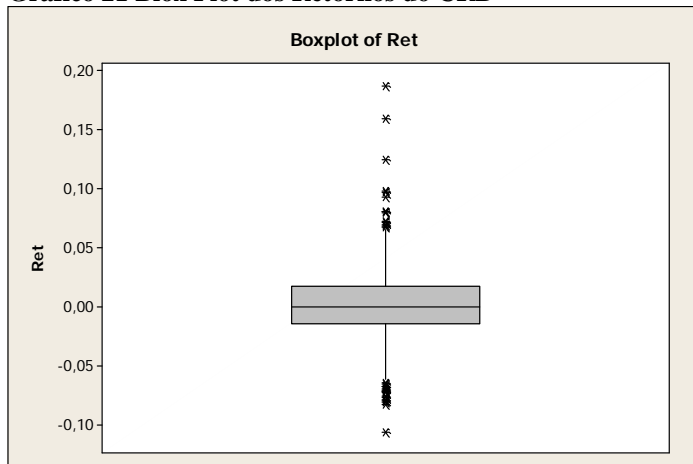
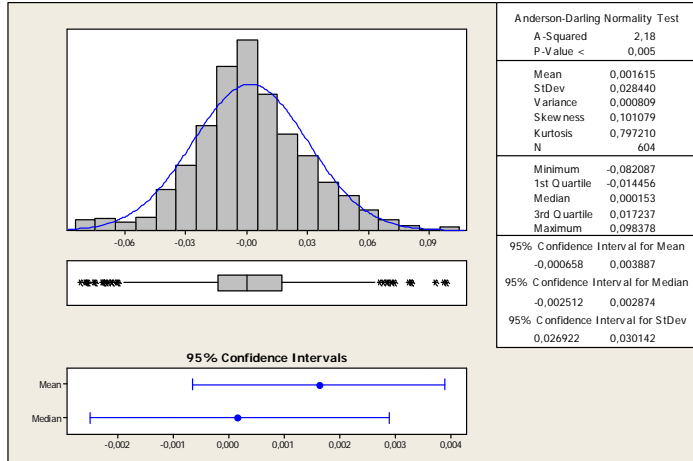


Gráfico 22 Sumário Gráfico dos Retornos do CRB – Sem Outliers

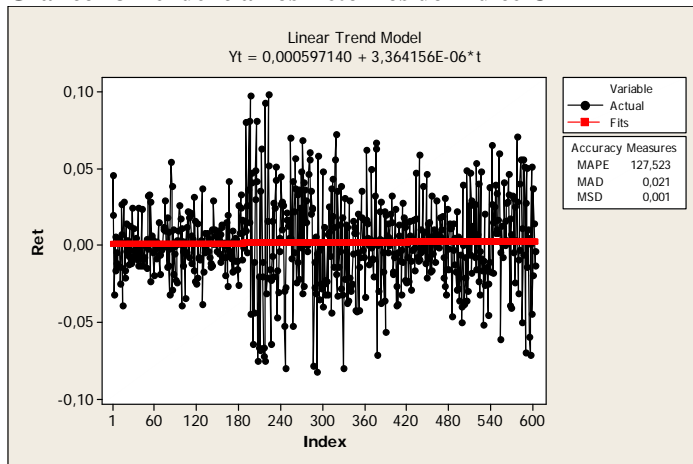


Tanto o teste Anderson-Darling quanto a assimetria e a curtose mostram que, retirados os outliers, a distribuição do índice CRB se aproxima ainda mais de uma normal.

3.1.2.1 Verificação de Tendência nos Retornos

No Gráfico 23, podemos observar que não há tendência linear.

Gráfico 23 Tendência nos Retornos do Índice CRB



4 ANÁLISE DE REGRESSÃO

Antes de tentarmos estipular nosso modelo de regressão vamos ajustar algumas variáveis para que possamos ter melhor sensibilidade dos resultados. Assim utilizaremos o logaritmo na base 10 da população mundial cuja ordem de grandeza de sua medida é de bilhões e do PIB Mundial cuja ordem de grandeza da medida é de trilhões. O Pib per capita é, naturalmente, resultado da divisão do pib mundial pela população mundial, por isso esta variável só faz sentido quando observada de outra maneira, por isso criamos outra variável que é a quantidade de países com renda per capita acima de US\$ 2400 por ano.

Outra observação é importante ser feita: limitamos nossa análise ao período de 1973 à 2006, dados os dados que temos.

Os resultados que obtivemos podem ser vistos a seguir:

The regression equation is
CRB = - 3125 - 0,840 Dol - 0,92 pc2400 - 1622 logpop + 1427 loggdp
+ 16,6 txjuros

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-3125	11338	-0,28	0,785
Dol	-0,8396	0,6620	-1,27	0,215
pc2400	-0,924	1,424	-0,65	0,522
logpop	-1622	2118	-0,77	0,450
loggdp	1426,9	695,3	2,05	0,050
txjuros	16,635	3,667	4,54	0,000

S = 22,3834 R-Sq = 71,7% R-Sq(adj) = 66,6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	5	35480,3	7096,1	14,16	0,000
Residual Error	28	14028,5	501,0		
Total	33	49508,8			

Source	DF	Seq SS
Dol	1	897,8
pc2400	1	3351,8
logpop	1	20912,7
loggdp	1	8,2
txjuros	1	10309,8

No Gráfico 24 e no Gráfico 25 observamos que o modelo aproxima razoavelmente os valores reais e que a distribuição dos resíduos é quase normal. Apesar disso, no Gráfico 26, podemos ver que a distribuição é positivamente assimétrica. Contrariamente, esperávamos um coeficiente negativo para taxas de juros.

Gráfico 24 Modelo de Regressão : valores reais x estimados

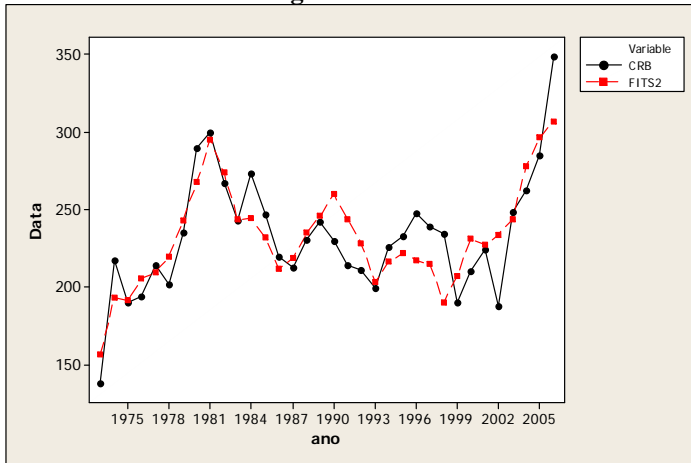


Gráfico 25 Plot dos resíduos do Modelo

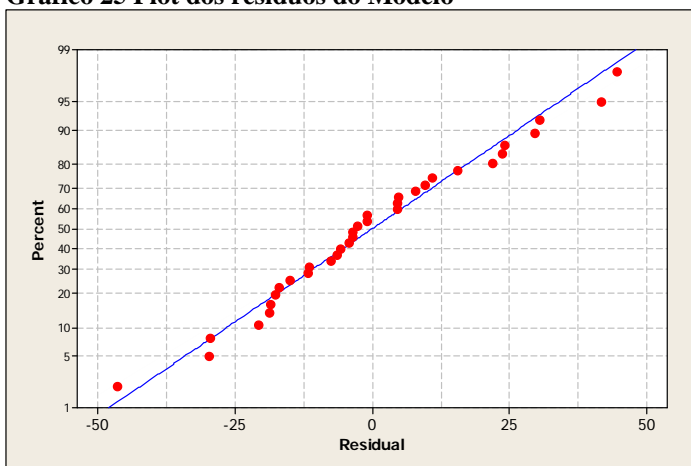
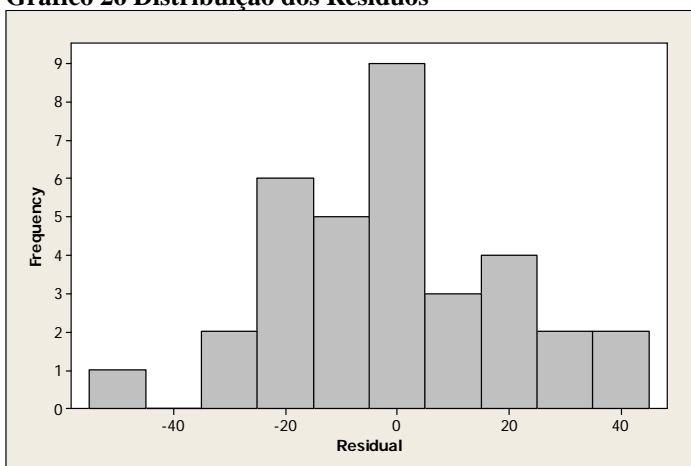


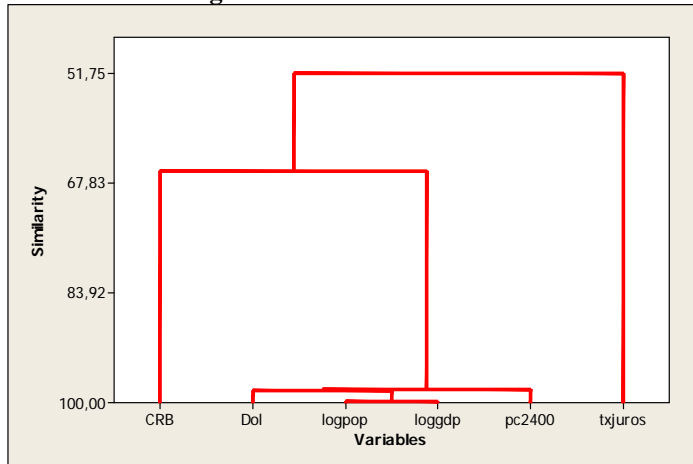
Gráfico 26 Distribuição dos Resíduos



Vamos agora tentar melhorar nosso modelo, tentando reduzir o número de variáveis explicativas. No Gráfico 27, podemos ver que as variáveis população e Pib mundial são altamente correlacionadas, indicando que podemos descartar uma das variáveis. Vemos que o mesmo ocorre com o "broad dollar index", por isso vamos substituí-lo pelo índice do dólar real.

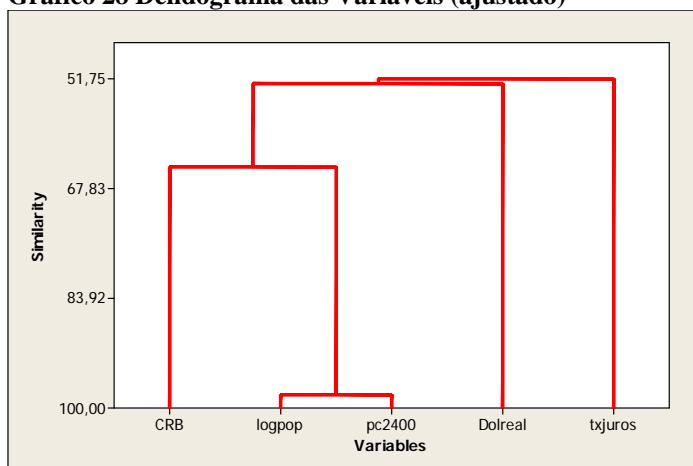
Outro motivo para tentarmos rever nosso modelo é que alguns dos coeficientes obtidos não tem sentido econômico, já que o que esperávamos é uma correlação positiva entre a população e o índice CRB o mesmo valendo para o número de países com renda per capita acima de 2400.

Gráfico 27 Dendograma das Variáveis



No Gráfico 28, vemos o dendograma ajustado, isto é, após fazermos as alterações.

Gráfico 28 Dendograma das Variáveis (ajustado)

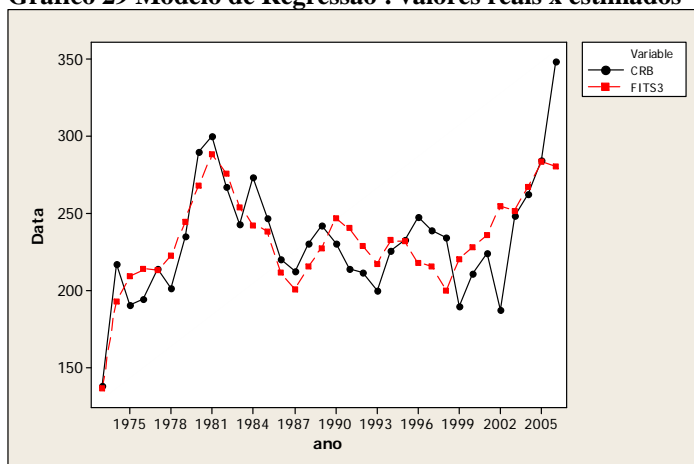


Vamos agora refazer nossa regressão.

A equação que obtivemos foi :

$$\text{CRB} = - 21398 - 0,585 \text{ Dolreal} + 18,7 \text{ txjuros} - 3,86 \text{ pc2400} + 2253 \text{ logpop}$$

Gráfico 29 Modelo de Regressão : valores reais x estimados



Novamente encontramos coeficientes não adequados a teoria, e pior que isso, o erro do modelo parece ter aumentado. Fizemos então uma análise stepwise para obtermos o melhor modelo.

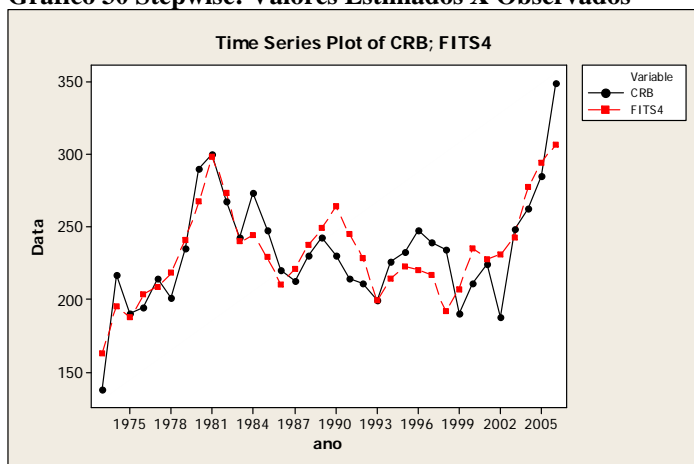
Para a realização do stepwise utilizamos todas as variáveis e obtivemos os seguintes resultados:

Response is CRB on 6 predictors, with N = 34

Step	1	2	3	4	5
Constant	-895,8	-8188,4	-8237,7	3870,1	6929,0
loggdp	84	643	638	1822	1959
T-Value	1,91	5,29	5,69	5,51	6,36
P-Value	0,065	0,000	0,000	0,000	0,000
Dol		-2,62	-1,97	-0,66	
T-Value		-4,79	-3,46	-1,11	
P-Value		0,000	0,002	0,277	
txjuros			8,1	17,0	19,6
T-Value			2,52	4,73	7,33
P-Value			0,017	0,000	0,000
logpop				-2898	-3409
T-Value				-3,73	-5,44
P-Value				0,001	0,000
S	37,3	28,7	26,5	22,2	22,2
R-Sq	10,24	48,42	57,43	71,24	70,02
R-Sq(adj)	7,44	45,09	53,17	67,27	67,03
Mallows C-p	56,2	21,6	14,9	3,6	2,8

Verificamos que o melhor modelo de regressão linear é dado por 4 variáveis: loggdp, dólar index, taxas de juros e logpop.

Gráfico 30 Stepwise: Valores Estimados X Observados



Vemos no Gráfico 30, uma melhora nos resultados encontrados. Entretanto, continuamos com coeficientes com sinal inverso ao esperado no caso de taxas de juros e população. Este resultado nos leva a crer que estamos com problemas de especificação de nossas variáveis.

Vamos agora, ao invés de usarmos logpop e loggdp, apenas dividir os valores originais de população e pib por 10 milhões e 100 bilhões respectivamente, para então refazermos o stepwise.

Refeito o Stepwise obtivemos os seguintes resultados:

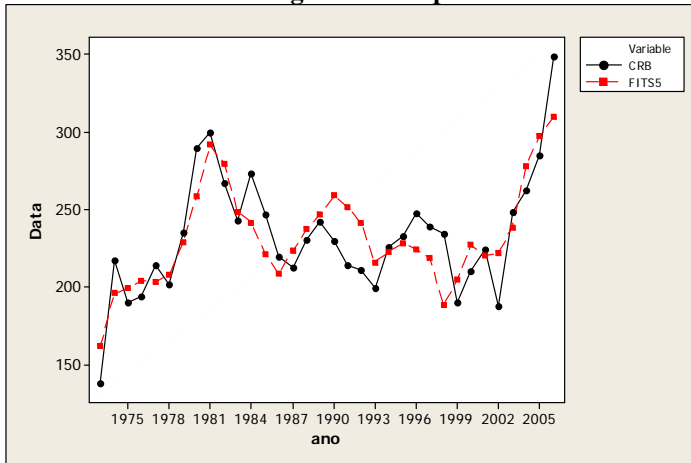
Stepwise Regression: CRB versus Dolreal; Dol; ...

Alpha-to-Enter: 0,15 Alpha-to-Remove: 0,15

Response is CRB on 6 predictors, with N = 34

Step	1	2	3
Constant	194,10	-85,40	-58,11
gdp100	0,145	0,649	1,053
T-Value	2,03	6,23	7,64
P-Value	0,051	0,000	0,000
txjuros		17,9	14,5
T-Value		5,56	5,15
P-Value		0,000	0,000
Dol			-1,45
T-Value			-3,78
P-Value			0,001
S	37,0	26,6	22,3
R-Sq	11,36	55,64	69,95
R-Sq(adj)	8,59	52,77	66,94
Mallows C-p	54,1	14,1	2,5

Gráfico 31 Modelo de Regressão - Stepwise2



Desta vez os resultados obtidos foram mais próximo do que esperávamos, com exceção ao coeficiente das taxas de juros ainda positivo.

5 CONCLUSÃO

O modelo de regressão ideal que encontramos foi:

$$\text{CRB} = 1,053 \text{ PIB} + 14,5 \text{ txjuros} - 1,45 \text{ dolar.}$$

Como dissemos o coeficiente das taxas de juros encontrado foi o inverso do que esperávamos a explicação mais plausível para isso é que os juros são mais altos quando há mais inflação. Possivelmente, se tivéssemos uma variável de inflação no nosso modelo, veríamos que a episódios de inflação estão muitas vezes relacionados a alta dos preços de commodities.

No trabalho vimos que o 1º choque do petróleo afetou o nível de preços das commodities e possivelmente também o comportamento de seus preços nos anos subsequentes.

Os coeficientes para as variáveis PIB e dólar apresentam sentido econômico. Quanto maior o crescimento econômico mais caros serão os preços das commodities, e quanto menos o valor do dólar (frente as outras moedas) maior os preços das commodities.

Uma decepção em relação as nossas expectativas é que os dados referentes à população e renda per capita não ajudaram a explicar os preços de commodities. Nossa expectativa inicial era de que o crescimento da população mundial afetasse o consumo de commodities e consequentemente seus preços. Em relação a renda per capita esperávamos o mesmo, isto é, o aumento da renda per capita também estivesse associado ao aumento do consumo e preços de commodities.

Como a renda per capita está fortemente associada ao crescimento do pib, sabíamos que o uso desta variável concomitante ao pib geraria resultados distorcidos para nosso modelo, tentamos criar uma nova variável – número de países com renda per capita acima de 200 dólares por mês. A idéia era de que o crescimento da renda per capita em países de baixa renda e, portanto, com população com maior propensão a consumir afetaria mais o consumo de commodities.

6 APÉNDICE I

1957	1961	1967	1971*	1973	1974	1983	July 20, 1987	July 6, 1992	Dec. 6, 1995
26 futures, 2 spot	25 futures, 2 spot	26 futures, 2 spot	27 futures	28 futures	27 markets	27 markets	21 markets	21 markets	17 markets
(12 months)	(12 months)	(12 months)	*Base Year to 1967 (12 months)	(12 months)	(12 months)	(12 months)	(9 months) Adj. 0.95035 Geo. Avg. 53.0615	(9 months) Adj. 0.94128 Geo. Avg. 50.7161	(6 months) Adj. 0.8486 Geo. Avg. 30.7766
Futures Markets Chicago									
			Broilers	Broilers	Broilers				
Corn	Corn	Cattle, Live Corn	Cattle, Live Corn	Cattle, Live Corn	Cattle, Live Corn	Cattle, Live Corn	Cattle, Live Corn	Cattle, Live Corn	Cattle, Live Corn
Eggs	Eggs	Eggs	Eggs Hogs	Eggs, Shell Hogs, Live	Eggs, Shell Hogs, Live	Hogs, Live Lumber	Hogs, Live Lumber	Hogs, Live Lumber	Hogs, Live
Lard	Lard	Lard	Lard	Oats	Oats	Oats	Oats	Oats	
Oats	Oats	Oats							
Onions			Plywood	Plywood	Plywood				
			Pork Bellies	Pork Bellies	Pork Bellies	Pork Bellies	Pork Bellies	Pork Bellies	
Rye	Rye	Rye	Soybean Meal	Soybean Meal	Soybean Meal	Soybean Meal	Soybean Meal	Soybean Meal	Soybean Meal
Soybean Meal	Soybean Meal	Soybean Meal							
Soybean Oil	Soybean Oil	Soybean Oil	Soybean Oil	Soybean Oil	Soybean Oil	Soybean Oil	Soybean Oil	Soybean Oil	Soybean Oil
Soybeans	Soybeans	Soybeans	Soybeans	Soybeans	Soybeans	Soybeans	Soybeans	Soybeans	Soybeans
Wheat	Wheat	Wheat	Wheat	Wheat	Wheat	Wheat	Wheat	Wheat	Wheat
Minneapolis									
				Wheat	Wheat	Wheat			
New York									
Cocoa	Cocoa	Cocoa	Cocoa	Cocoa	Cocoa	Cocoa	Cocoa	Cocoa	Cocoa
Coffee 'B'	Coffee 'B'	Coffee 'B'		Coffee 'C'	Coffee 'C'	Coffee 'C'	Coffee 'C'	Coffee 'C'	Coffee 'C'
Copper	Copper	Copper	Copper	Copper	Copper	Copper	Copper	Copper	Copper
Cotton	Cotton	Cotton	Cotton	Cotton	Cotton	Cotton	Cotton	Cotton	Cotton
Cottonseed	Cottonseed	Cottonseed							
Oil	Oil	Oil							
Grease	Grease	Grease	Grease	Grease	Grease	Grease	Grease	Grease	Grease
Wool	Wool	Wool	Wool	Wool	Wool	Wool	Wool	Wool	Wool
Hides	Hides	Hides							
Lead	Lead	Lead							
			Orange Juice	Orange Juice	Orange Juice	Orange Juice	Orange Juice	Orange Juice	Orange Juice
Potatoes	Potatoes	Potatoes	Potatoes	Potatoes	Potatoes	Potatoes	Potatoes	Potatoes	Potatoes
Rubber	Rubber	Rubber							
			Silver	Silver	Silver	Silver	Silver	Silver	Silver
Sugar No. 4	Sugar No. 4	Sugar No. 4	Sugar No. 4	Sugar No. 10	Sugar No. 11	Sugar No. 11	Sugar No. 11	Sugar No. 11	Sugar No. 11
Sugar No. 6	Sugar No. 6	Sugar No. 6	Sugar No. 6	Sugar No. 11				Unleaded Gasoline	
Wool Tops	Wool Tops	Wool Tops				Crude Oil	Crude Oil	Crude Oil	Crude Oil
Zinc	Zinc	Zinc				Gold	Gold	Gold	Gold
						Heating Oil	Heating Oil	Heating Oil	Heating Oil
									Natural Gas
Winnipeg									
Barley	Barley	Barley	Barley	Barley	Barley	Barley	Barley	Barley	Barley
Flaxseed	Flaxseed	Flaxseed	Flaxseed	Flaxseed	Flaxseed	Flaxseed	Flaxseed	Flaxseed	Flaxseed
			Rapeseed	Rapeseed	Rapeseed	Rapeseed	Rapeseed	Rapeseed	Rapeseed
			Rye	Rye	Rye	Rye	Rye	Rye	Rye
Spot Markets									
New Orleans	New Orleans	New Orleans							
Cotton	Cotton	Cotton							
Minneapolis Wheat	Minneapolis Wheat	Minneapolis Wheat							

7 APÊNDICE II

País	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959
Austrália	3,14	3,53	4,34	4,48	4,46	4,52	5,03	5,02	4,97	4,91
Canadá	2,85	3,23	3,56	3,7	3,17	3,13	3,62	4,11	4,14	5,07
França	6,52	6,54	5,6	5,41	5,38	5,21	5,38	5,91	5,71	5,28
Alemanha							6,9	7,5	6,8	5,8
Itália	5,73	6,11	5,9	6,06	6,06	6,2	6,74	6,81	6,81	5,56
Japão										
Reino Unido	3	3,64	4,26	3,94	3,55	4,32	5,16	5,49	5,48	5,19
Estados Unidos					2,4	2,81	3,18	3,64	3,31	4,33
Média	4,25	4,61	4,73	4,72	4,17	4,37	5,14	5,50	5,32	5,16

País	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
Austrália	4,99	5,27	4,92	4,58	4,72	5,21	5,25	5,25	5,21	5,71
Canadá	5,18	5,04	5,11	5,09	5,18	5,2	5,69	5,93	6,74	7,58
França	5,15	5,07	5,02	4,97	5,08	5,27	5,4	5,66	5,86	7,64
Alemanha	6,4	5,9	5,9	6,1	6,2	7,1	8,1	7	6,5	6,8
Itália	5	5,18	5,78	6,09	7,4	6,93	6,53	6,61	6,69	6,85
Japão							6,86	6,91	7,03	7,09
Reino Unido	5,77	6,28	5,9	5,43	5,98	6,56	6,94	6,8	7,55	9,04
Estados Unidos	4,11	3,88	3,94	4	4,18	4,28	4,92	5,07	5,64	6,67
Média	5,23	5,23	5,22	5,18	5,53	5,79	6,21	6,15	6,40	7,17

País	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Austrália	6,64	6,71	5,83	6,93	9,03	9,74	10,03	10,22	9,38	9,74
Canadá	7,91	6,94	7,23	7,56	8,9	9,03	9,17	8,7	9,27	10,21
França	8,06	7,73	7,36	8,26	10,47	9,56	9,32	9,86	9,5	9,8
Alemanha	8,3	8	7,9	9,3	10,4	8,5	7,8	6,2	5,8	7,4
Itália	9,01	8,34	7,47	7,42	9,87	11,53	13,07	14,61	13,69	14,05
Japão	7,18	7,27	6,69	7,26	9,26	9,2	8,71	7,32	6,09	7,68
Reino Unido	9,22	8,9	8,9	10,71	14,76	14,39	14,43	12,72	12,46	12,98
Estados Unidos	7,34	6,15	6,21	6,84	7,55	7,98	7,61	7,41	8,41	9,44
Média	7,96	7,51	7,20	8,04	10,03	9,99	10,02	9,63	9,33	10,16

País	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Austrália	11,64	13,95	15,37	13,88	13,52	13,95	13,41	13,19	12,1	13,4
Canadá	12,48	15,21	14,25	11,79	12,75	11,04	9,52	9,95	10,22	9,92
França	13,03	15,78	15,68	13,62	12,53	10,94	8,44	9,42	9,06	8,78
Alemanha	8,5	10,38	8,95	7,89	7,77	6,86	5,91	5,84	6,1	7,09
Itália	16,1	20,56	20,89	18,01	14,95	13	10,52	9,68	10,16	10,72
Japão	9,21	8,66	8,05	7,41	6,8	6,34	4,94	4,21	4,27	5,05
Reino Unido	13,78	14,74	12,88	10,8	10,42	10,5	9,86	9,47	9,36	9,58
Estados Unidos	11,46	13,91	13	11,1	12,43	10,62	7,68	8,38	8,84	8,49
Média	12,03	14,15	13,63	11,81	11,40	10,41	8,79	8,77	8,76	9,13

País	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Austrália	13,18	10,69	9,22	7,28	9,04	9,16	8,16	6,89	5,49	6,08
Canadá	10,85	9,76	8,76	7,84	8,63	8,28	7,5	6,42	5,46	5,69
França	9,94	9,04	8,59	6,9	7,35	7,59	6,38	5,62	4,71	4,68
Alemanha	8,88	8,63	7,96	6,28	6,67	6,49	5,62	5,07	4,39	4,26
Itália	11,5	13,17	13,26	11,3	10,56	12,2	9,4	6,86	4,89	4,72
Japão	7,36	6,52	4,94	3,69	3,71	2,53	2,22	1,68	1,09	1,77
Reino Unido	11,08	9,92	9,12	7,86	8,04	8,25	8,1	7,08	5,44	4,69
Estados Unidos	8,55	7,85	7,01	5,87	7,08	6,58	6,43	6,35	5,26	5,63
Média	10,17	9,45	8,61	7,13	7,64	7,64	6,73	5,75	4,59	4,69

País	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Austrália	6,26	5,63	5,82	5,35	5,6	5,32	5,61
Canadá	5,88	5,78	5,66	5,27	5,08	4,38	4,29
França	5,45	5,04	4,92	4,18	4,15	3,46	0
Alemanha	5,23	4,69	4,61	3,8	3,75	3,17	3,73
Itália	5,57	5,18	5,03	4,24	4,25	3,55	4,04
Japão	1,74	1,32	1,25	1,01	1,5	1,36	1,73
Reino Unido	4,68	4,78	4,82	4,63	4,77	4,39	0
Estados Unidos	6,02	5,01	4,61	4,01	4,27	4,29	4,79
Média	5,10	4,68	4,59	4,06	4,17	3,74	3,02

8 ÍNDICE DOS GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução do CRB.....	5
Gráfico 2 Evolução da População Mundial.....	7
Gráfico 3 Crescimento da População Mundial.....	7
Gráfico 4 Taxa de Crescimento da População.....	8
Gráfico 5 - Sumário Estatístico da Distribuição das Rendas Per Capita dos Países em 2005	10
Gráfico 6 Box Plot Renda Per Capita.....	10
Gráfico 7 Evolução das Taxas de Juros.....	11
Gráfico 8 Box Plot das Taxas de Juros.....	12
Gráfico 9 Evolução do Dólar.....	14
Gráfico 10 Evolução do Dólar Real	14
Gráfico 11 Sumário das Estatísticas do Índice CRB	15
Gráfico 12 - Evolução do Índice CRB.....	16
Gráfico 13 Sumário Estatístico do Índice CRB 1o. Período	16
Gráfico 14 Sumário Estatístico do Índice CRB 2o. Período	16
Gráfico 15 Tendência Linear do CRB.....	17
Gráfico 16 Histograma dos Resíduos - CRB - Tendência Linear	18
Gráfico 17 Distribuição dos Resíduos x Normal.....	18
Gráfico 18 CRB - Tendência linear com ajuste sazonal.....	18
Gráfico 19 - Box plot CRB por década	19
Gráfico 20 Sumário Gráfico dos Retornos do CRB	20
Gráfico 21 Blox Plot dos Retornos do CRB.....	20
Gráfico 22 Sumário Gráfico dos Retornos do CRB – Sem Outliers	21
Gráfico 23 Tendência nos Retornos do Índice CRB	21
Gráfico 24 Modelo de Regressão : valores reais x estimados	23
Gráfico 25 Plot dos resíduos do Modelo	23
Gráfico 26 Distribuição dos Resíduos	23
Gráfico 27 Dendograma das Variáveis.....	24
Gráfico 28 Dendograma das Variáveis (ajustado).....	24
Gráfico 29 Modelo de Regressão : valores reais x estimados	25
Gráfico 30 Stepwise: Valores Estimados X Observados	26
Gráfico 31 Modelo de Regressão - Stepwise2	27