

## 5. Modelagem Estatística e Resultados

Utilizando o software estatístico SPSS e também o suplemento estatístico do Excel, foram feitas várias regressões múltiplas utilizando todas as variáveis inicialmente. Entretanto, antes de rodar qualquer regressão múltipla, é extremamente importante saber o quanto as variáveis a serem utilizadas na regressão possuem relação entre elas e entre a variável dependente, neste caso o *Spread* do C-Bond. Por isso, seguem abaixo a Matrizes de Correlação que permeou inicialmente o estudo e que orientou na montagem final da regressão múltipla, assim como serviu de embasamento para uma análise preliminar.

### 5.1. Matriz de Correlação

A Matriz de Correlação (tabela 7) considera todas as variáveis que foram coletadas no período inicial, independente se farão ou não parte da modelagem estatística.

Matriz de Correlação																
	LGCBOND	IPCA	DIV PIB D	Eleicao	BCOM PIB	DIV EXP	CRES PIB	RESINT Div	LGPRIME	DESEX	IMP RESINT	LgLiborUS	Balpgto PIB	Cresc EXP	D CRISES	
LGCBOND	100%	40%	36%	50%	61%	-16%	27%	1%	-52%	16%	22%	-53%	-13%	3%	9%	
IPCA	40%	100%	-10%	-8%	33%	-50%	-15%	39%	-17%	9%	6%	-17%	8%	2%	-13%	
DIV PIB	36%	-10%	100%	25%	60%	67%	96%	-82%	-66%	14%	43%	-66%	-5%	2%	-16%	
D Eleicao	50%	-8%	25%	100%	45%	7%	27%	-20%	-36%	-17%	-6%	-37%	-13%	1%	7%	
BCOM PIB	61%	33%	60%	45%	100%	-4%	56%	-20%	-74%	-8%	0%	-74%	1%	7%	-25%	
DIV EXP	-16%	-50%	67%	7%	-4%	100%	63%	-91%	-17%	4%	26%	-15%	-7%	-14%	9%	
CRES PIB	27%	-15%	96%	27%	56%	63%	100%	-80%	-61%	18%	45%	-63%	-6%	1%	-11%	
RESINT Div	1%	39%	-82%	-20%	-20%	-91%	-80%	100%	31%	-12%	-41%	31%	13%	-1%	-1%	
LGPRIME	-52%	-17%	-66%	-36%	-74%	-17%	-61%	31%	100%	26%	11%	98%	1%	2%	19%	
DESEX	16%	9%	14%	-17%	-8%	4%	18%	-12%	26%	100%	40%	21%	10%	-1%	11%	
IMP RESINT	22%	6%	43%	-6%	0%	26%	45%	-41%	11%	40%	100%	8%	-24%	21%	5%	
LgLiborUS	-53%	-17%	-66%	-37%	-74%	-15%	-63%	31%	98%	21%	8%	100%	-1%	2%	18%	
Balpgto PIB	-13%	8%	-5%	-13%	1%	-7%	-6%	13%	1%	10%	-24%	-1%	100%	-10%	-30%	
Cresc EXP	3%	2%	2%	1%	7%	-14%	1%	-1%	2%	-1%	21%	2%	-10%	100%	-10%	
D CRISES	9%	-13%	-16%	7%	-25%	9%	-11%	-1%	19%	11%	5%	18%	-30%	-10%	100%	

Θαβρο 7 α Matrζζ δε Χορρελα ←↵

Para esta série de dados (jan/95 a fev/2003), a matriz de correlação mostrou que muitas variáveis possuem alta correlação com o Spread do C-Bond.

A variável Balança Comercial sobre o PIB se mostrou altamente interessante para explicar o Risco Brasil, possuindo uma alta correlação positiva (61%) com o mesmo. Entretanto, este resultado não se mostra coerente com o esperado, pois quanto maior a relação entre a Balança Comercial sobre o PIB, menor seria o Risco Brasil, ao contrário do que mostra o resultado acima (correlação positiva).

A Variável Dummy para Eleição (D\_Eleição) também se mostrou altamente correlacionada (50%) com o Risco Brasil, indicando que os fatores políticos e instabilidades políticas (eleição de 2002 – mudança de governo) interferem também no Risco Brasil.

Uma outra variável que chamou atenção foram as taxas livres de risco (LGPRIME e LgLiborUS), possuindo uma correlação negativa com o Risco Brasil no valor de 52% e 53% respectivamente. Esta correlação negativa não era esperada, mas este resultado é preliminarmente igual ao obtido por Eichengreen e Mody (1998).

## **5.2. Regressão Múltipla**

Os resultados obtido na estimação do modelo econométrico descrito na seção anterior, utilizando o software SPSS e o método Stepwise para regressão, estão computados na tabela 7.

Os modelos 1 e 3 são idênticos na interpretação, entretanto, a única diferença entre eles é que a variável taxa de juros livre de risco utilizada para eles foram a taxa Prime para o modelo 1 e a taxa Libor (dólar americano) para o modelo 3. Verificamos que, independente da taxa de juros utilizada como *proxy* para a taxa de juros livre de risco, os resultados apresentados ficaram muito próximos um do outro.

Para o modelo estatístico 2, utilizou-se as mesmas variáveis do modelo 1, incluindo somente a variável IPCA, pois esta variável fez parte de muitos estudos e

possui uma correlação bem forte com o *Spread* do C-Bond. O mesmo raciocínio foi feito para o modelo 4, onde se acrescentou a variável IPCA nas variáveis do modelo 3.

<i>Variáveis Utilizadas</i>	<i>Modelo 1</i>	<i>Modelo 2</i>	<i>Modelo 3</i>	<i>Modelo 4</i>
<b>D_CRISES</b>	0,0915	0,0922	0,0929	0,0939
Zero-order	8,70%	8,70%	8,70%	8,70%
Partial	46,50%	46,80%	46,50%	47,00%
<b>D_Eleicao</b>	0,2190	0,2200	0,2170	0,2180
Zero-order	49,70%	49,70%	49,70%	49,70%
Partial	<b>76,70%</b>	<b>76,80%</b>	<b>75,70%</b>	<b>75,90%</b>
<b>IMP_RESINT</b>	2,00E-06	1,94E-06	1,86E-06	1,78E-06
Zero-order	21,70%	21,70%	21,70%	21,70%
Partial	56,90%	53,30%	54,70%	51,10%
<b>RESINT_Div</b>	0,3790	0,3710	0,3890	0,3760
Zero-order	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%
Partial	63,90%	61,40%	64,30%	61,10%
<b>DIV_PIB</b>	0,0140	0,0139	0,0148	0,0146
Zero-order	36,30%	36,30%	36,30%	36,30%
Partial	<b>69,40%</b>	<b>68,80%</b>	<b>72,50%</b>	<b>71,50%</b>
<b>CRES_PIB</b>	-0,0430	-0,0424	-0,0444	-0,0434
Zero-order	27,30%	27,30%	27,30%	27,30%
Partial	<b>-71,10%</b>	<b>-69,50%</b>	<b>-71,50%</b>	<b>-69,40%</b>
<b>DESEX</b>	0,0010	0,0010	0,0009	0,0009
Zero-order	16,30%	16,30%	16,30%	16,30%
Partial	55,10%	53,30%	52,40%	50,70%
<b>LGPRIME</b>	-4,7620	-4,5960	-	-
Zero-order	-51,50%	-51,50%	-	-
Partial	-48,50%	-45,10%	-	-
<b>LgLiborUS</b>	-	-	-4,0550	-3,8510
Zero-order	-	-	-52,80%	-52,80%
Partial	-	-	-45,90%	-42,50%
<b>IPCA</b>	-	0,0064	-	0,0099
Zero-order	-	39,70%	-	39,70%
Partial	-	5,50%	-	8,40%
<b>Adjusted R<sup>2</sup></b>	<b>0,853</b>	<b>0,852</b>	<b>0,848</b>	<b>0,848</b>
<b>Durbin-Watson</b>	<b>1,612</b>	<b>1,609</b>	<b>1,506</b>	<b>1,509</b>

Quadro 8 – Coeficientes Estimados para os Modelos Propostos

Todas as regressões obtiveram um desempenho bem interessante, pois apresentaram um valor de  $R^2$  ajustado variando de 84,8% a 85,3%, assim como obtiveram um F de significação de 0,000% em todas as regressões, conforme se pode observar no anexo. Este valores nos dizem que:

1) **R<sup>2</sup> ajustado**: é o coeficiente de determinação ponderado pelos graus de liberdade da regressão. Indica a porcentagem de explicação dada pelo MODELO. Em outras palavras, mede o quanto da variação de Y é explicada pela variação conjunta de X1, X2,....., Xn, ou seja, as variáveis explicativas explicam entre 84,8% e 85,3% da variação do Risco Brasil.

2) **F de significação**: Neste ponto estamos testando a seguinte hipótese, que a Estatística chamada de **hipótese nula**, e representa por **Ho**:

**Ho) Não existe a regressão linear proposta pelo MODELO.**

**Ha) Existe a regressão linear proposta pelo MODELO.**

A probabilidade de se rejeitar a hipótese nula indevidamente é de apenas 0,0000%. Em outras palavras, o risco de se rejeitar a hipótese nula indevidamente é de apenas 0,0000%. Então, a probabilidade de se rejeitar a hipótese nula acertadamente é:  $1 - 0,00000 = 0,99999$ , praticamente 100%.

Entenda-se, assim, que existe a regressão linear proposta pelo MODELO (já que devemos rejeitar a não existência).

Quanto às premissas básicas para regressões múltiplas, as regressões 1 e 2 atenderam todos os requisitos ( $\alpha = 10\%$  - nível de significância de 90%), enquanto os modelos 3 e 4 atenderam apenas 3 das 4 premissas básicas, conforme resumo abaixo:

- Premissa 1: a média da probabilidade da distribuição dos erros é zero, como pode-se observar no anexo (Saída SPSS) da dissertação;
- Premissa 2: a variância da distribuição de probabilidade dos erros é constante, como pode-se verificar no gráfico que plota a distribuição de probabilidade dos erros, em anexo (Gráfico C-Bond x Resíduos: Saídas SPSS);
- Premissa 3: a distribuição de probabilidade dos erros é normal, como pode-se observar em anexo (gráfico normal da distribuição de probabilidade: Saídas SPSS);
- Premissa 4: os resíduos da regressão devem ser independentes. Somente esta

premissa não foi atendida pelos modelos 3 e 4, pois não se pode existir auto-correlação dos erros, como se observa no indicador de Durbin-Watson. Este indicador diz que o valor dado varia entre 0 e 4 e se comporta conforme tabela abaixo:

Reprodução de parte da tabela: Valores Críticos da estatística d de Durbin-Watson,  $\alpha=0,05$

n	k = 1		k = 2		k = 3		k = 4		k = 5	
	$d_l$	$d_u$	$d_l$	$d_u$	$d_l$	$d_u$	$d_l$	$d_u$	$d_l$	$d_u$
80	1,61	1,66	1,59	1,69	1,56	1,72	1,53	1,74	1,51	1,77
85	1,62	1,67	1,60	1,70	1,57	1,72	1,55	1,75	1,52	1,77
90	1,63	1,68	1,61	1,70	1,59	1,73	1,57	1,75	1,54	1,78
95	1,64	1,69	1,62	1,71	1,60	1,73	1,58	1,75	1,56	1,78
100	1,65	1,69	1,63	1,72	1,61	1,74	1,59	1,76	1,57	1,78

Fonte: J. Durbin and G.S.Watson, "Testing for Serial Correlation in Least Square Regression, II".

Quadro 9 – Estatística de Durbin-Watson ( $\alpha = 5\%$ )

Reprodução de parte da tabela: Valores Críticos da estatística d de Durbin-Watson,  $\alpha=0,10$

n	k = 1		k = 2		k = 3		k = 4		k = 5	
	$d_l$	$d_u$	$d_l$	$d_u$	$d_l$	$d_u$	$d_l$	$d_u$	$d_l$	$d_u$
80	1,47	1,52	1,44	1,54	1,42	1,57	1,39	1,60	1,36	1,62
85	1,48	1,53	1,46	1,55	1,43	1,58	1,41	1,60	1,39	1,63
90	1,5	1,54	1,47	1,56	1,45	1,59	1,43	1,61	1,41	1,64
95	1,51	1,55	1,49	1,57	1,47	1,60	1,45	1,62	1,42	1,64
100	1,52	1,56	1,50	1,58	1,48	1,60	1,46	1,63	1,44	1,65

Fonte: J. Durbin and G.S.Watson, "Testing for Serial Correlation in Least Square Regression, II".

Quadro 10 – Estatística de Durbin-Watson ( $\alpha = 10\%$ )

Baseando-se nas tabelas acima e sabendo-se que  $d_u = 1.56$  e  $d_l = 1.52$  (para  $\alpha = 10\%$ ), pode-se afirmar que:

- 1) Se  $d > d_u$ , não existe autocorrelação dos resíduos;
- 2) Se  $d < d_l$ , existe auto-correlação dos resíduos;
- 3) Se  $d_l < d < d_u$ , alta probabilidade de auto-correlação dos resíduos.

Logo, para o nível de significância de 5%, nenhum dos modelos acima atende a premissa 4. Enquanto para um nível de significância de 10%, somente os modelos 1 e 2 atenderam as premissas de auto-correlação dos resíduos. Para os modelos 3 e 4, somente a premissa da auto-correlação dos erros não foi atendida.

O fato da Premissa 4 (auto-correlação dos erros) não ter sido atendida, implica afirmar que não se poderá utilizar a regressão apresentada para se fazer previsões. Como o objetivo da pesquisa é simplesmente verificar como a variável dependente se comporta no decorrer do tempo, esta violação não atrapalhará nossos estudos. Em tal tipo de análise, não interessa as causas da tendência ascendente ou descendente, mas sim descrever os acontecimentos passados no decorrer do tempo, conforme Sincich (2000:p.652) e como se observa nos gráficos 6 a 9, onde se pode verificar o comportamento do C-Bond realizado comparativamente com os dados modelados.

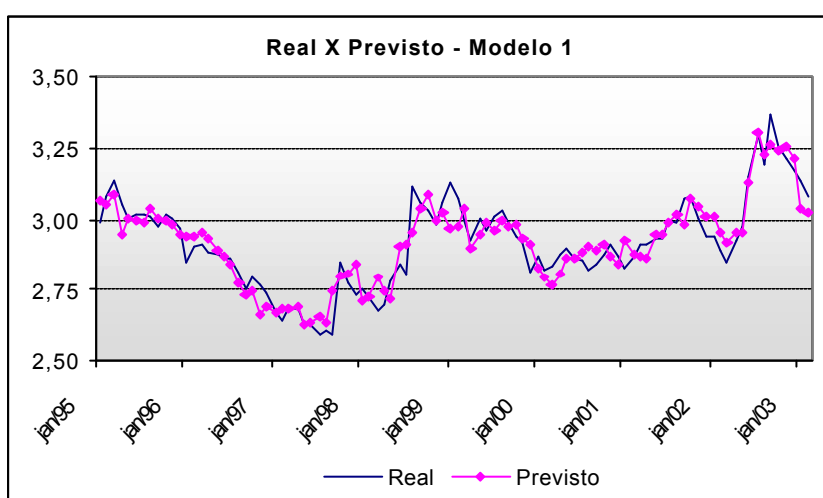


Figura 5 – Risco Soberano: Real X Previsto – Modelo 1

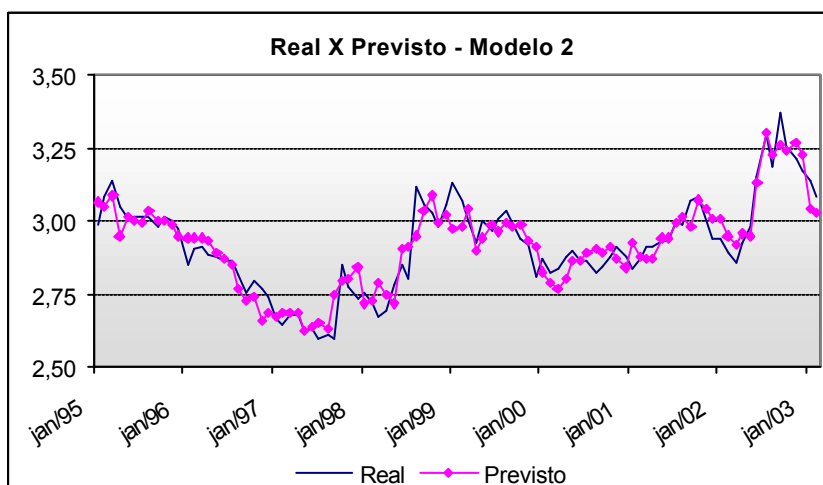


Figura 6 – Risco Soberano: Real X Previsto – Modelo 2

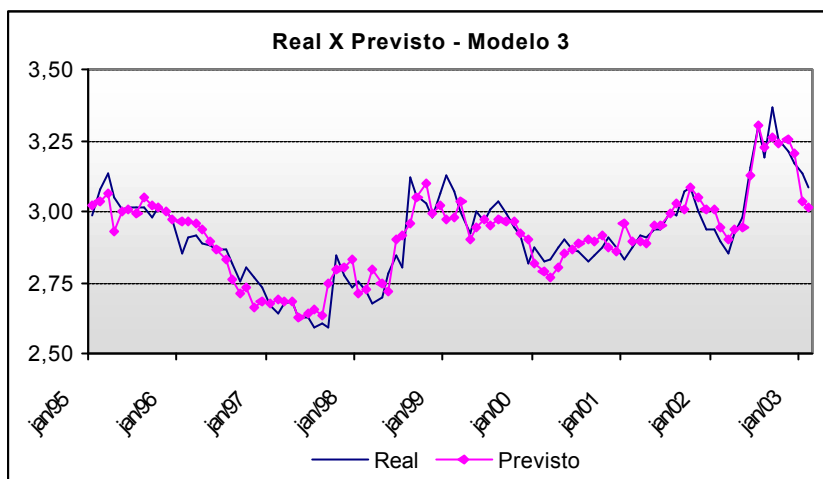


Figura 7 – Risco Soberano: Real X Previsto – Modelo 3

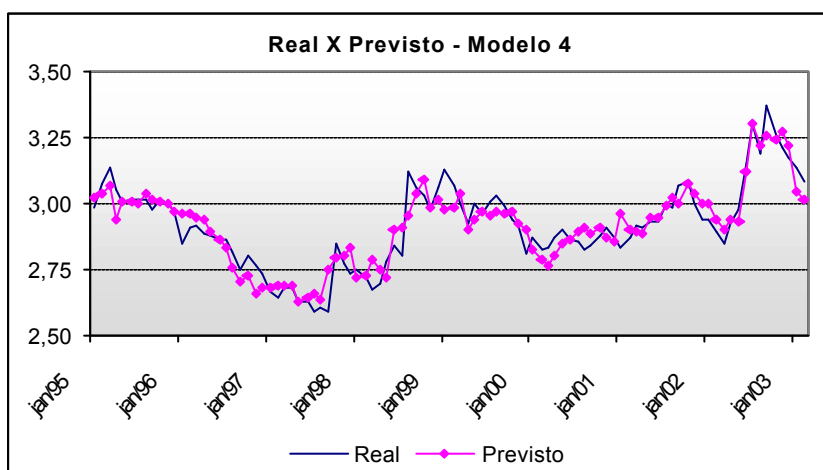


Figura 8 – Risco Soberano: Real X Previsto – Modelo 4

Interessante observar que todos os modelos possuem um comportamento muito próximo e que a substituição da variável Taxa Prime pela mesma variável Libor (em US\$), ambas representando a taxa de juros livre de risco, impactou no não atendimento da premissa de auto-correlação dos erros, ou seja, impossibilitando os modelos 3 e 4 de ser usado como previsão. Um segundo ponto a ser observado é que a variável que representa a inflação (IPCA) não mostrou significância nos modelos 2 e 4, mesmo possuindo uma correlação com o *spread* do C-Bond de 40%, conforme se observa nas tabela 5 e 6.

Outro ponto importante a ser verificado diz respeito ao peso obtido pela variável Dummy para representar o momento político brasileiro (D\_Eleição), Dívida Pública

sobre o PIB (DIV\_PIB) e a variável da Taxa de Crescimento do PIB (Cresc\_PIB), como se pode observar na tabela abaixo, onde as linhas representam o coeficiente, a correlação direta com a variável dependente (*Zero-Order*) e a correlação parcial do modelo com a variável dependente (*Partial Correlation*) das variáveis em questão.

<b>Variáveis Utilizadas</b>	<b>Modelo 1</b>	<b>Modelo 2</b>	<b>Modelo 3</b>	<b>Modelo 4</b>
<b>D_CRISES</b>	0,0915	0,0922	0,0929	0,0939
Zero-order	8,70%	8,70%	8,70%	8,70%
Partial	46,50%	46,80%	46,50%	47,00%
<b>D_Eleicao</b>	0,2190	0,2200	0,2170	0,2180
Zero-order	49,70%	49,70%	49,70%	49,70%
Partial	<b>76.70%</b>	<b>76.80%</b>	<b>75.70%</b>	<b>75.90%</b>
<b>IMP_RESINT</b>	2,00E-06	1,94E-06	1,86E-06	1,78E-06
Zero-order	21,70%	21,70%	21,70%	21,70%
Partial	56,90%	53,30%	54,70%	51,10%
<b>RESINT_Div</b>	0,3790	0,3710	0,3890	0,3760
Zero-order	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%
Partial	63,90%	61,40%	64,30%	61,10%
<b>DIV_PIB</b>	0,0140	0,0139	0,0148	0,0146
Zero-order	36,30%	36,30%	36,30%	36,30%
Partial	<b>69.40%</b>	<b>68.80%</b>	<b>72.50%</b>	<b>71.50%</b>
<b>CRES_PIB</b>	-0,0430	-0,0424	-0,0444	-0,0434
Zero-order	27,30%	27,30%	27,30%	27,30%
Partial	<b>-71.10%</b>	<b>-69.50%</b>	<b>-71.50%</b>	<b>-69.40%</b>
<b>DESEX</b>	0,0010	0,0010	0,0009	0,0009
Zero-order	16,30%	16,30%	16,30%	16,30%
Partial	55,10%	53,30%	52,40%	50,70%
<b>LGPRIME</b>	-4,7620	-4,5960	-	-
Zero-order	-51,50%	-51,50%	-	-
Partial	-48,50%	-45,10%	-	-
<b>LgLiborUS</b>	-	-	-4,0550	-3,8510
Zero-order	-	-	-52,80%	-52,80%
Partial	-	-	-45,90%	-42,50%
<b>IPCA</b>	-	0,0064	-	0,0099
Zero-order	-	39,70%	-	39,70%
Partial	-	5,50%	-	8,40%
<b>Adjusted R<sup>2</sup></b>	<b>0,853</b>	<b>0,852</b>	<b>0,848</b>	<b>0,848</b>
<b>Durbin-Watson</b>	<b>1,612</b>	<b>1,609</b>	<b>1,506</b>	<b>1,509</b>

Quadro 11 – Zero-Order Correlation X Partial Correlation



### 5.3. Análise dos Resultados

Um primeiro resultado importante obtido na estimação do modelo econométrico que se observa diz respeito ao coeficiente da variável Dummy para eleições presidenciais no Brasil (D\_Eleição). Esta variável que tenta representar a conjuntura política brasileira mostrou que possui um peso forte na determinação do risco soberano brasileiro, apresentando um coeficiente positivo e estatisticamente diferente de zero, conforme se esperava.

Em 1998 e 2002 houve eleições no Brasil e a variável em questão retratou estes períodos (período de julho a dezembro dos respectivos anos). Estas épocas foram marcadas por incerteza quanto ao futuro do país, principalmente em 2002 quando observou-se uma ruptura política no país ao romper com a situação política predominante durante 8 anos de governo FHC (Fernando Henrique Cardoso). Com a entrada do novo presidente representante do Partido dos Trabalhadores (PT), os investidores se mostraram muito preocupados com a postura do governo frente à política econômica do novo governo e principalmente frente aos compromissos obtidos com os investidores, pois o PT sempre apoiou no passado a implementação da moratória da dívida externa.

É exatamente este sentimento que a variável D\_Eleicao tenta retratar na regressão, onde os momentos de instabilidade política (eleições, impeachment, declarações comprometedoras, entre outros) fazem com que a incerteza e, conseqüentemente, o Risco Brasil aumentem.

Os sinais e a significância dos coeficientes da variável Dummy para Crises Mundiais (D\_CRISES) reforçam a importância dos fatores externos na determinação do *Spread* brasileiro. Mais do que isso, confirmaram a expectativa de que para caracterizar o ambiente internacional, não basta levar em conta a taxa livre de risco, como fazem Eichengreen e Mody (1998), Kamin e von Kleist (1998) e outros estudos.

Ao contrário das outras *dummies*, o resultado esperado para a variável Taxa de Juros Livre de Risco (Libor US\$ e Taxa Prime) para caracterizar o ambiente

internacional, baseando-se no arcabouço teórico do artigo de Kamin e von Kleist (1998), não foi obtido. O que se verificou foi uma relação negativa do Spread brasileiro com as Taxas de Juros Livre de Risco, conforme se constatou também empiricamente por Eichengreen e Mody (1998). Este comportamento desta variável foi verificado por muitos outros artigos, conforme se observa abaixo:

Kamin e von Kleist (1998) - Resultado Positivo Não Significante

Eichengreen e Mody (1998) - Resultado Negativo

Caio Megale (2003) - Resultado Positivo

Vale lembrar que o resultado positivo significa que os dados analisados indicam que uma elevação na taxa de juros livre de risco provoca um aumento nos *spreads*.

A análise de Eichengreen e Mody mostra que, *“mesmo uma elevação nos juros externos provocar um aumento na procura por títulos emergentes, este aumento é menos que proporcional, e, portanto, provoca uma redução no spread”*. O resultado desta análise levou os autores a concluir que a taxa internacional de juros atua sobre a oferta dos títulos emergentes, ou seja, *“um aumento nos juros americanos inibem os emissores a irem ao mercado, reduzindo oferta e, conseqüentemente, reduzindo a taxa de juros do título arriscado (ou fazendo com que ele aumente menos do que proporcionalmente à elevação dos juros livres de risco), o que implica em spreads menores”*.

Com relação aos fundamentos macroeconômicos (variáveis estruturais), o resultado se mostrou dentro do esperado, tanto para os sinais dos coeficientes como para o nível de significância dos mesmos. A exceção ficou por conta da variável Reserva Internacional sobre a Dívida Pública (RESINT\_DIV), que apresentou um coeficiente positivo e significativo, ao contrário do valor negativo que se esperava para o coeficiente.

As outras variáveis de cunho fiscal, em linha com a literatura, se mostraram estatisticamente significativas e com coeficientes bastante equilibrados entre as variáveis.

A variável Dívida Pública sobre o PIB (DIV\_PIB), mostrou um comportamento muito dentro do esperado e condizente com a literatura existente. Essa variável é relevante para se comparar o risco soberano de países, pois, se há dois países com DIV\_PIB diferentes, *coeteris paribus*, o que tiver a maior relação tem também um risco interno maior.

A variável em questão é também extremamente dependente da Taxa Interna Real de Juros e o pagamento de juros elevados, em sua dívida interna, agrava a situação das contas do setor público. O setor privado do país também é afetado, fazendo com que esse diminua seus investimentos produtivos, o que acarreta menor crescimento econômico. Além disso, uma taxa interna real de juros elevada pode sinalizar que o país carece de divisas para financiar suas obrigações externas e, portanto, mantém suas taxas altas para que essas continuem a atrair capitais especulativos de curto prazo com o intuito de equilibrar suas contas externas.

A variável Importações sobre Reservas Internacionais (IMP\_RESINT) também apresentou um resultado dentro do esperado e estatisticamente significativo. Muitos países em desenvolvimento precisam importar bens intensivos de tecnologia, pois não são capazes de produzi-los sem uma infra-estrutura avançada adequada. Para pagar suas importações, o país precisa recorrer ao seu estoque de moedas fortes – suas reservas de divisas. Quanto mais forte sua necessidade de importação – especialmente de produtos essenciais –, mais rapidamente pode-se esperar que o país esgote suas reservas. Quanto maior for o quociente entre importações e reservas, maior será a probabilidade de que o país precise reescalonar o pagamento de sua dívida. Isso se deve ao fato de que o pagamento de credores estrangeiros é geralmente visto, pelos países, como menos importante do que o fornecimento de bens essenciais à população doméstica. Assim sendo, existe uma relação direta entre este índice e a probabilidade de reescalonamento da dívida, conforme observa-se na regressão.

Já a variável que representa a inflação (IPCA) mostrou um nível de significância estatisticamente diferente de zero (pouca significância), apesar do sinal do coeficiente ter ficado dentro do esperado (positivo). A inflação, segundo outros estudos, também é considerada um bom indicador da conjuntura econômica.

Quanto aos demais fundamentos macroeconômicos, a taxa de crescimento do PIB (Cresc\_PIB) apresentou coeficiente estatisticamente igual a zero (significativo), ratificando a importância do crescimento econômico sobre a capacidade de solvência externa do Brasil. Do ponto de vista do risco soberano o crescimento econômico é uma medida da capacidade de uma economia de gerar mais receita para o governo.

A variável que representa a volatilidade das Exportações (Desvio Padrão das Exportações – DESEX) também apresentou coeficiente e significância dentro do esperado. Quanto mais voláteis forem as receitas de exportação de um país em desenvolvimento, menos seguros poderão sentir-se os credores a respeito da capacidade de que o país seja capaz de cumprir seus compromissos em qualquer data futura. Ou seja, existe uma relação direta entre o desvio padrão da receita de exportação e a probabilidade de reescalonamento da dívida (probabilidade de *default*).