

LETÍCIA PELLUCI DUARTE MORTOZA

**MUDANÇAS NA COMPLEXIDADE DA SÉRIE DE CAMBIO
BRASILEIRA FRENTE A CRISES FINANCEIRAS**

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Janeiro/2011

LETÍCIA PELLUCI DUARTE MORTOZA

**MUDANÇAS NA COMPLEXIDADE DA SÉRIE DE CAMBIO BRASILEIRA
FRENTE A CRISES FINANCEIRAS**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
como requisito para a obtenção do título de
Master Business Administration em
Engenharia Financeira.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto C. Piqueira

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Janeiro/2011

mar/11 A

Mortoza, Letícia Pelluci Duarte

**Mudanças na complexidade da série de câmbio brasileira
frente a crises financeiras / L.P.D. Mortoza. -- São Paulo, 2011.
50 p.**

Pece

**Monografia (MBA em Engenharia Financeira) – Escola Poli-
técnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação
Continuada em Engenharia.**

**1. Câmbio (Economia) 2. Crise financeira 3. Complexidade
I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de
Educação Continuada em Engenharia II. t.**

2166412

LETÍCIA PELLUCI DUARTE MORTOZA

**MUDANÇAS NA COMPLEXIDADE DA SÉRIE DE CAMBIO BRASILEIRA
FRENTE A CRISES FINANCEIRAS**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
para a obtenção do título de *Master Business Administration* em Engenharia
Financeira.

Aprovada em janeiro/2011.

Examinadores

Prof. Oswaldo Luiz do Valle Costa

Prof. Roberto Moura Sales

Profa. Lucy Souza

Resumo

Com a atual globalização do mercado financeiro, o investimento estrangeiro tem se tornado vital para muitas economias, especialmente aquelas denominadas emergentes, ou em desenvolvimento. Para o Brasil, nesta última década, as taxas de cambio se mostraram ótimo termômetro para medir a confiança, ou grau de aversão ao risco, do investidor estrangeiro, especialmente em situações de crise. Este estudo analisa como alguns eventos de crises financeiras nacionais e globais influenciaram a evolução da taxa de cambio dólar-real do país. Para isto, usa-se ferramental proposto por um novo campo de estudo: *Econophysics*. Ao final, conclui-se que a complexidade é uma boa medida para se definir e, por que não, prever, crises financeiras, através das taxas de cambio dólar-real.

Palavras-chave: taxa de cambio, complexidade, crises financeiras.

Abstract

Foreign investment has been vital for some economies, specially those from emerging markets. In our country, foreign exchange rates have been a great proxy to measure the investors' risk aversion, particularly during the panic caused by financial crisis. This study aims to analyse the influence of some of these financial crisis in the dollar-real foreign exchange series in Brazil. For this purpose, we use tools from a new science: Econophysics. In the end, we conclude that a system's complexity is a good measure to define and, perhaps, predict financial crisis, using foreign exchange rates series.

Key-words: foreign exchange rates, complexity, financial crisis.

Sumário

1. Introdução	10
2. Teoria da Comunicação e Complexidade	12
2.1 Teoria da Comunicação.....	12
2.2 Entropias Condicionais e Previsibilidade	16
2.3 Complexidade.....	18
2.4 Aplicação da Teoria da Informação à Análise de Séries Temporais	20
3. Cambio no Brasil e Crises Mundiais.....	22
3.1 Cambio no Brasil	22
3.1.1 Grandes Desvalorizações: 1964 – 1967.....	23
3.1.2 Mini-Desvalorizações e o Milagre Econômico: 1968 – 1973	24
3.1.3 Primeira Crise do Petróleo: 1974 – 1979.....	24
3.1.4 Ajustes da Taxa de Cambio para Controle da Inflação: 1979 – 1980	25
3.1.5 Equilíbrio Externo como Prioridade: 1981 – 1985	26
3.1.6 A Nova República e a Luta Contra a Inflação: 1985 – 1992.....	27
3.1.7 O Plano Real.....	31
3.1.8 Do Regime de Bandas ao Cambio Flutuante	31
3.2 Crises Mundiais	32
3.2.1 A Crise Cambial de 1999.....	32
3.2.2 A Crise das Torres Gêmeas (2001).....	33
3.2.3 A Crise Cambial Pré Governo Lula (2002)	34
3.2.4 A Crise Subprime (2007-2009).....	37
4. Estudo Empírico	39
4.1 Dados	39
4.2 Metodologia	40

4.3 Resultados.....	42
5. Conclusões.....	46
Referências Bibliográficas	47

Lista de Figuras

Figura 1: Constituição de Um Sistema de Comunicação.....	13
Figura 2: Spreads de títulos brasileiros comparados aos de títulos de países desenvolvidos	36
Figura 3: Risco Brasil (final de período).....	36
Figura 4: Evolução da Taxa de Cambio Dólar-Real.....	40
Figura 5: Divisão da amostra em intervalos eqüidistantes.....	41
Figura 6: Resultados obtidos.	42
Figura 7: Evolução da complexidade do sistema.....	43
Figura 8: Complexidade da taxa de cambio BRL/USD durante o Governo Lula.....	45

1. Introdução

Com a atual globalização do mercado financeiro, o investimento estrangeiro tornou-se vital para muitas economias, especialmente aquelas denominadas emergentes, ou em desenvolvimento. Para o Brasil, nesta última década, as taxas de cambio se mostraram ótimo termômetro para medir a confiança, ou grau de aversão ao risco, do investidor estrangeiro, especialmente em situações de crise.

O objetivo deste estudo é analisar como alguns eventos de crises financeiras nacionais e globais influenciaram a evolução da taxa de cambio dólar-real do país. Para isto, usa-se ferramental proposto por um novo campo de estudo: *Econophysics*.

Esta nova ciência, como o próprio nome explicita, une a Física á Economia, ao aplicar ferramentas da primeira na tentativa de modelar séries financeiras, objeto de estudo da segunda:

“This research area is often addressed as econophysics. The word econophysics describes the present attempts of a number of physicists to model financial and economic systems using paradigms and tools borrowed from theoretical and statistical physics.” (MANTEGNA E STANLEY, 2002).

Desta forma, busca-se analisar, através de aplicação da Teoria da Comunicação, e do conceito físico de Entropia, a quantidade de informação contida no sistema dinâmico das taxas de cambio dólar-real brasileiras. Usando estas medidas, chega-se ao grau de complexidade do sistema em diversos instantes, o que possibilita a análise do comportamento da complexidade no tempo, especialmente após eventos extremos, hoje amplamente conhecidos como crises financeiras.

Para isto, este trabalho está dividido em quatro capítulos. O primeiro descreve a Teoria da Comunicação e Entropia, e mostra como, partindo destes conceitos, se chega à medida de complexidade de sistemas dinâmicos, em especial, em séries financeiras. O segundo capítulo se ocupa da parte econômica deste estudo. Descreve os regimes de cambio pelos quais o país passou desde a época da

Ditadura Militar, os principais acontecimentos políticos e econômicos, e, por fim, os eventos que aqui são analisados. O terceiro capítulo cuida da parte empírica do trabalho. Descreve os dados, a metodologia utilizada, e os resultados encontrados. Por fim, o quarto capítulo narra as conclusões às quais este estudo permite chegar.

2. Teoria da Comunicação e Complexidade

Este capítulo narra o desenvolvimento da Teoria da Comunicação e Complexidade de Sistemas Dinâmicos, e sua aplicação em séries temporais, especialmente de dados econômicos. Busca-se destacar os principais pontos que serão utilizados no estudo empírico deste trabalho.

2.1 Teoria da Comunicação

A Teoria da Comunicação é um conceito antigo, que surgiu primeiramente no campo da Física, e se baseia na idéia de que a informação em um sistema é mensurável. Remonta ao trabalho de BOLTZMANN em 1872 e seu posterior desenvolvimento por SZILARD em 1929, um dos pioneiros em estabelecer a relação entre informação e o grau de desordem de um sistema (QUASTLER, 1958).

Em 1948, WIENER observou que a medida de informação contida em um sistema é ingrediente básico no estudo da comunicação e seu controle, no sentido mais amplo da palavra. Foi neste mesmo ano que SHANNON publicou a famosa Teoria Matemática da Comunicação. Este é um artigo extremamente técnico, que objetivava ser específico para o setor de telecomunicações, porém tornou-se popular em vários outros campos de estudo, entre eles a psicologia, lingüística, biologia, economia, e história. Devido à grande e inesperada popularidade alcançada por este trabalho, em 1949 a Universidade de Illinois Press lança o livro *The Mathematical Theory of Communication*, contendo não apenas o artigo de SHANNON, mas também o trabalho de WEAVER, que expande e atualiza o conceito. Assim nascia a Teoria da Comunicação.

Em SHANNON E WEAVER (1964), a palavra “comunicação” é usada em sua forma mais geral, sendo definida como todo procedimento pelo qual um indivíduo, ou mecanismo, afeta o outro.

O estudo da comunicação se preocupa em responder três questões principais:

1. Problema técnico: quão precisamente os símbolos podem ser transmitidos?
2. Problema semântico: os símbolos traduzem o significado desejado?

3. Problema de efetividade: a mensagem afeta o receptor da maneira planejada?

SHANNON (1958) se atém ao primeiro problema, mas fica claro que os dois últimos apenas existem caso exista uma transmissão de sinal, que remete novamente à primeira questão.

Assim, um sistema de comunicação é constituído de uma **fonte de informação**, que seleciona uma **mensagem** (dentre várias possíveis), que é então codificada por um **transmissor** em um **sinal**, e enviada a um **receptor**, através de um **canal de comunicação**, que está também sujeito a **ruídos**:

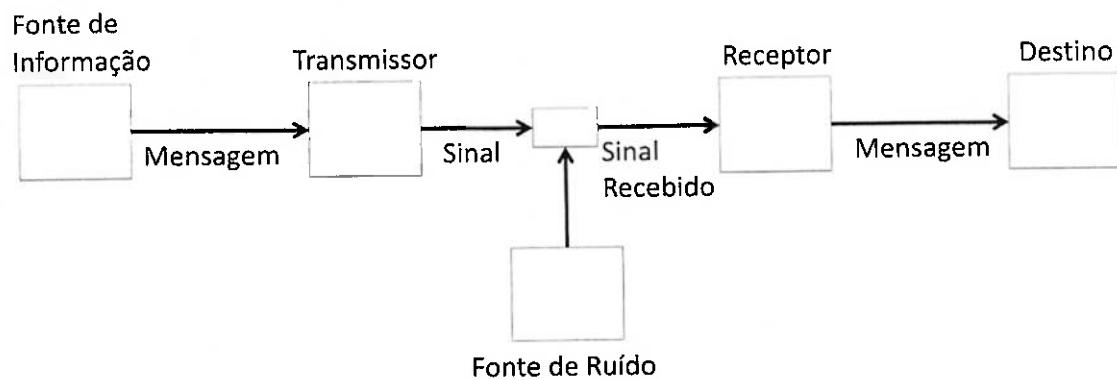


Figura 1: Constituição de Um Sistema de Comunicação

Fonte: SHANNON E WEAVER (1964).

O estudo de um sistema de comunicação traz algumas questões:

4. Como medir informação?
5. Como medir a capacidade de um canal de comunicação?
6. Quais as características de um sistema codificador eficiente?
7. Como é caracterizado o ruído? Como ele afeta a exatidão da mensagem recebida? Como pode ser minimizado?
8. Como a forma do sinal (discreto ou contínuo, por exemplo) afeta o sistema?

Aqui, a informação é considerada como quantidade. Na Teoria da Comunicação, ela está mais ligada ao que se poderia dizer, do que propriamente se

diz. Ou seja, informação está ligada à liberdade de escolha da mensagem. Vale lembrar que informação não pode ser confundida com significado.

Segundo SHANNON E WEAVER (1964), a quantidade de informação pode ser resumida ao logaritmo do número de alternativas (mensagens) disponíveis. É conveniente usar o logaritmo na base 2, de forma que, duas alternativas se resumem a uma unidade de informação, que seria um *bit*, que é a abreviação de *binary digit*. Por exemplo, se um indivíduo tem 16 opções de mensagens, e sabemos que $\log_2 16 = 4$, a situação é caracterizada por 4 *bits* de informação.

Um sistema que produz uma seqüência de símbolos de acordo com certas probabilidades é chamado de processo estocástico. Um caso especial são os processos estocásticos nos quais as probabilidades dependem dos eventos passados, chamados de Processos de Marcov, ou Cadeias de Marcov. Destes processos, há uma classe de extrema importância para a Teoria da Comunicação: os processos ergódicos.

A principal característica de um processo ergódico é que uma amostra suficientemente grande pode representar toda a sua seqüência de símbolos. Ou, colocando de outra maneira, “processos ergódicos exibem uma segura e confortável regularidade estatística” (WEAVER, 1964).

A quantidade que satisfaz todas as características da informação é o que a termodinâmica intitulou de entropia. Esta é expressa em termos de probabilidades – é a probabilidade de que, em certo estágio do processo de produção de mensagens, certo símbolo seja escolhido para o próximo estágio. No campo de estudo da Física, a entropia está relacionada ao grau de aleatoriedade, ou ao grau de organização de um sistema. Na Teoria da Comunicação, entropia está associada ao grau de liberdade de escolha que um indivíduo tem ao construir uma mensagem.

A entropia relativa é a razão entre a entropia atual e a entropia máxima de um sistema. Um menos a entropia relativa é a redundância, que é a parcela não necessária de uma mensagem.

Importante lembrar que quanto maior o grau de liberdade de escolha de uma mensagem, maior o número de possibilidades, e maior a incerteza associada à informação.

Sabe-se, por exemplo, que um livro contém mais informação que um artigo de jornal; e uma enciclopédia, por sua vez, contém mais informação que um livro, de maneira geral. Porém, segundo MOLES (1978), esta quantidade deve ser ponderada, já que o mais importante não é o tamanho da mensagem em si, mas a quantidade de informação nova que ela traz:

“Ora, se uma mensagem é o que serve para modificar o comportamento do receptor, o valor de uma mensagem é tanto maior quanto mais capaz for de fazer modificações a esse comportamento, isto é, não precisa ser mais longa, e sim mais nova, porquanto o que já é conhecido está integrado pelo receptor e pertence ao seu sistema interior.” (MOLES, 1978).

Desta forma, o valor da informação está ligado ao **inesperado, imprevisível, original**. Ou seja, a medida de quantidade de informação nada mais é que a medida de imprevisibilidade, isto é, uma questão de probabilidade: o que é pouco provável é imprevisível, e o que é provável é previsível.

SHANNON E WEAVER (1964) concluem então que, para quantificar informação, em um processo de N escolhas, com probabilidade p_i de cada escolha i ser feita, deve-se haver uma função que satisfaça as seguintes características:

1. Deve ser contínua para todo p_i ;
2. Se os eventos são equiprováveis ($p_i = 1/N$), então a informação deve ser uma função monotonicamente crescente em N , de forma que quanto maior for o número de eventos possíveis, maior a incerteza, e portanto, maior a informação;
3. Se uma escolha for dividida em uma série de escolhas sucessivas, a informação original deve ser a média ponderada das informações individuais.

Assim, os autores demonstram que a única função que satisfaz estas condições é:

$$I = -K \sum_{i=1}^N p_i \ln p_i$$

Sendo K uma constante arbitrária.

2.2 Entropias Condicionais e Previsibilidade

O conceito de entropia tem sido aplicado em vários campos de estudo. Aqui, objetiva-se aplicá-lo às séries de tempo. Para analisá-las, especialmente as mais longas, convém parti-las em pequenos intervalos de tempo, o que se torna interessante também à medida que permite a comparação de diferentes períodos da mesma série.

Primeiramente admite-se que as séries de tempo sigam uma trajetória em espaços de estado discretos, de tamanho total L . Define-se λ como o tamanho total do alfabeto. Dentro da trajetória L , pode-se destacar uma sub-trajetória qualquer, de tamanho $n \leq L$, formada pelas letras A_1, A_2, \dots, A_n . Desta forma, $p^{(n)}(A_1, \dots, A_n)$ seria a probabilidade de se encontrar, na trajetória inteira, um intervalo (sub-trajetória) com estas letras (A_1, \dots, A_n) . Assim, temos a entropia por intervalo (de tamanho n):

$$H_n = - \sum p^{(n)}(A_1, \dots, A_n) \log p^{(n)}(A_1, \dots, A_n) \quad (1.1)$$

Através das entropias nos intervalos, deriva-se a entropia condicional (dinâmica):

$$h_n = H_{n+1} - H_n$$

Define-se então $r_n = 1 - H_n$ como a previsibilidade média de um estado imediatamente após uma dada n -trajetória. Assim, pode-se mostrar que a previsibilidade de um processo está intimamente ligada às entropias condicionais. Estas são as chamadas entropias n -grama. O limite deste valor, para n suficientemente grande, é a entropia da fonte, ou entropia de KOLMOGOROV-SINAI.

Assim, dada uma série temporal, pode-se calcular a previsibilidade do estado que vem em seguida à sub-trajetória de tamanho n :

$$h_n^{(1)}(A_1, \dots, A_n) = \sum p(A_{n+1}|A_1, \dots, A_n) \log p(A_{n+1}|A_1, \dots, A_n)^{-1}$$

Desta forma, $h_n^{(1)}$ é a incerteza do próximo estado (um passo à frente) ao estado que vem após a trajetória A_1, \dots, A_n . Aqui e nas equações que se seguem, todos os logaritmos são medidos em λ –unidades, para as quais a seguinte desigualdade é válida:

$$0 \leq h_n^{(1)}(A_1, \dots, A_n) \leq 1.$$

Define-se então

$$r_n^{(1)}(A_1, \dots, A_n) = 1 - h_n^{(1)}(A_1, \dots, A_n)$$

como a previsibilidade do próximo estado depois de uma dada sub-trajetória, observando que $0 < r_n^{(1)}(A_1, \dots, A_n) < 1$.

Por fim, a média da incerteza local nos traz de volta à entropia n – *grama* de SHANNON:

$$h_n = h_n^{(1)} = \langle h_n^{(1)}(A_1, \dots, A_n) \rangle = \sum p(A_1, \dots, A_n) h_n^{(1)}(A_1, \dots, A_n)$$

Para generalizar, pode-se calcular a previsibilidade de um estado não imediatamente após a n – sub-trajetória, mas sim k passos à frente:

$$h_n^{(k)}(A_1, \dots, A_n) = \sum p(A_{n+k}|A_1, \dots, A_n) \log p(A_{n+k}|A_1, \dots, A_n)^{-1}$$

E as previsibilidades locais:

$$r_n^{(k)}(A_1, \dots, A_n) = 1 - h_n^{(k)}(A_1, \dots, A_n).$$

Para $n = 1$ a previsibilidade média está intimamente ligada à informação mútua, que pode ser expressa através das medidas de previsibilidade:

$$I(k) = r_1^k - r_0$$

onde $r_0 = 1 - H_1$ é a previsibilidade de um estado no qual não existe informação prévia.

Vale destacar que, para sistemas de memória longa, é interessante estudar a série inteira de previsibilidades com n – séries crescentes

$$r_1^{(k)}, r_2^{(k)}, r_3^{(k)}, \dots, r_m^{(k)}$$

onde m é uma estimativa para o tamanho da memória. Como $r_{n+1}^{(k)} \geq r_n^{(k)}$, a previsibilidade média irá aumentar usando-se intervalos mais longos. Ou seja, é vantajoso basear-se em previsões não apenas dos estados atuais, e sim em intervalos na trajetória inteira, que representam o estado atual e sua história.

Assim, a informação mútua pode ser definida como:

$$I(n) = \sum p^{(n)}(A_i, A_j) \log \left[\frac{p^{(n)}(A_i, A_j)}{p^{(1)}(A_i)p^{(1)}(A_j)} \right]$$

Onde $I(0) = H_1$ e $I(-n) = I(n)$.

Pode-se observar que a informação mútua é uma medida especial de correlação, muito semelhante à função de autocorrelação. A relação entre entropias e previsibilidade e informação mútua é de extrema importância para a Teoria da Comunicação, à medida que a previsibilidade de uma letra (estado), n passos à frente é a soma da informação mútua e da previsibilidade geral das letras $r_0 = 1 - H_1$. Como mostrado por vários autores, a informação mútua é uma medida confiável para as correlações entre as letras numa distância n . Todos os picos (de informação mútua) em n correspondem a uma forte correlação positiva (EBELING *et al.*, 2002).

2.3 Complexidade

KOLMOGOROV E SINAI, em 1959, foram os primeiros a aplicar o estudo de SHANNON a processos dinâmicos, fazendo com que o conceito de entropia passasse a integrar a moderna teoria dos sistemas dinâmicos. Alguns anos depois, KOLMOGOROV desenvolveu a caracterização da complexidade de seqüências. Assim, entropia e complexidade desempenham papel fundamental no estudo de séries de tempo irregulares, sendo de grande importância em vários campos das ciências.

Séries de tempo reais são normalmente muito diferentes das simuladas em laboratórios. Elas podem ser curtas, com ruídos, irregularmente distribuídas e, acima de tudo, não estacionárias. Para modelar o comportamento destes tipos de sistemas, é necessário investigar se os dados apresentam alguma estrutura, por

exemplo, correlações; e que tipo de estrutura seria. O conceito de complexidade é bem apropriado a estes casos (EBELING *et al.*, 2002).

O conceito de complexidade está associado a fenômenos de ordem não sabida, que, de certa forma, possuem algum grau de aleatoriedade. A complexidade pode ser definida como a linha de fronteira entre desordem e ordem em um sistema. Formalmente, isto implica que complexidade é uma função convexa da desordem.

A definição de desordem é baseada na comparação da entropia de BOLTZMAN-GIBBS-SHANNON, H_1 (1.1), com a entropia máxima do sistema, H_1^{max} . No caso mais simples, Com N estados equiprováveis, a máxima entropia é atingida em:

$$H^{max} = \log_2 N$$

É importante notar que a entropia de SHANNON é uma medida de aleatoriedade, ou seja, a complexidade é mais alta para comportamentos semelhantes ao ruído branco, quando passado e futuro são não correlacionados. As medidas de complexidade que possuem esta característica chama-se de medidas tradicionais de complexidade.

Porém, esta caracterização pode não ser suficiente para alguns sistemas, especialmente os não lineares. Desta forma, têm-se medidas alternativas de complexidade, dentre as quais se destacam as que combinam ordem e desordem.

A desordem de um sistema é definida como H/H^{max} e sua complexidade, $\Gamma_{\alpha,\beta}$ como:

$$\Gamma_{\alpha,\beta} = (1 - H/H^{max})^\alpha (H/H^{max})^\beta$$

Para $\alpha > 0$ e $\beta > 0$, pode-se demonstrar que $\Gamma_{\alpha,\beta}$ é uma função convexa da desordem. Outros valores para estes parâmetros correspondem a outras medidas alternativas de complexidade, que fogem ao objetivo deste trabalho e, portanto, não serão aqui tratadas. Vale destacar que esta medida relaciona complexidade zero para comportamentos aleatórios, ou seja, quanto menor a complexidade, mais próximo de um ruído branco está o comportamento da série.

2.4 Aplicação da Teoria da Informação à Análise de Séries Temporais

Os métodos lineares clássicos geralmente falham em fornecer (com alto grau de confiança) a previsibilidade de séries temporais que contenham ruídos fortes; a previsibilidade pode não ser constante, apresentando-se mais alta para eventos mais raros. Nestes casos, o conceito de entropia e previsibilidade local, em combinação com os métodos clássicos, pode apresentar resultados mais confiáveis.

EBELING *et al.* (2002) aplicaram estes conceitos à série histórica do índice de ações norte-americano Dow Jones, de 1900 a 1999 - uma amostra de 27.044 observações.

Observando que o índice apresenta uma tendência de crescimento exponencial, foram usados os retornos logarítmicos diários:

$$x_t = \ln(S_t) - \ln(S_{t-1})$$

A série real de x_t foi partida em símbolos A_t de um alfabeto de tamanho λ . Encontrar a partição ótima é um processo de maximização da entropia de KOLMOGOROV-SINAI, porém, segundo os autores, para séries com forte ruído e memória curta, a partição em porções de freqüências iguais aproxima o ótimo. Desta forma, foi escolhido $\lambda = 3$: para $x_t < -0,0025$ (forte queda nos preços das ações), $A_t = 0$; para $x_t > 0,0034$ (forte alta) $A_t = 2$; e $A_t = 1$ para $-0,0025 > x_t > 0,0034$ (estado intermediário).

Foram calculadas as incertezas locais $h_n(A_1, \dots, A_n)$ para o dia seguinte a uma série de n dias (de pregão) A_1, \dots, A_n . Para $n = 5$, os autores encontraram que a incerteza é quase unitária, ou seja, a previsibilidade local é muito baixa. Porém, segundo constataram, atrás de certos padrões de movimento das dos preços das ações, a previsibilidade local alcançou 8%, um valor notável em termos de mercado financeiro, cujos movimentos de preços costumam se aproximar da total aleatoriedade. A média de previsibilidade calculada para a série inteira foi de aproximadamente 2%.

Para testar a significância da previsibilidade calculada, os autores montaram a função distribuição da incerteza local $h_n^s(A_1, \dots, A_n)$. O nível de significância k é calculado como:

$$k_n(A_1, \dots, A_n) = \frac{h_n(A_1, \dots, A_n) - \langle h_n^s(A_1, \dots, A_n) \rangle}{\sigma}$$

Onde $h_n^s(A_1, \dots, A_n)$ é a média e σ é o desvio-padrão da distribuição da incerteza local.

Assumindo uma distribuição Gaussiana, $|k| \leq 2$ representa um nível de confiança maior que 95%. Porém, os autores observam que a distribuição de incerteza está mais próxima a uma exponencial, o que requer níveis mais altos de k . Mas, conforme observaram, felizmente as previsibilidades locais mais altas estão associadas á altos níveis de significância. Por fim, vale lembrar que a série original foi dividida em pequenos pedaços, para corrigir o problema da não-estacionariedade característico de séries longas.

3. Cambio no Brasil e Crises Mundiais

A história econômica do Brasil é bastante rica, especialmente nos últimos 40 anos. O país passou por muitas mudanças políticas, indo da ditadura à democracia; e diversos planos econômicos: alguns ortodoxos, e muitos heterodoxos. A primeira parte deste capítulo busca resumir os mais importantes acontecimentos políticos e econômicos da história do país, com ênfase nos regimes cambiais. Em seguida, o pano de fundo do capítulo passa a ser a conjuntura econômica mundial, e são descritas as crises que abalaram as economias dos diversos continentes, e suas repercussões nas taxas de câmbio brasileiras.

3.1 Cambio no Brasil

Grande parte da história econômica do Brasil é marcada por períodos de altíssima inflação, e severas crises no Balanço de Pagamentos. Neste cenário, as taxas de cambio desempenham papel fundamental nas tentativas de estabilização. De forma resumida, pode-se dizer que, na maior parte das últimas quatro décadas, adotou-se no país o regime cambial de *crawling peg*; com exceção dos primeiros anos do Governo Militar, marcados por grandes desvalorizações cambiais; e da última década (além de um pequeno período entre 1994 e 1995), quando o cambio passou a ser flutuante (BONOMO E TERRA, 1999).

O regime de *crawling peg* baseia-se em três aspectos essenciais: definição, por parte das autoridades monetárias, de um valor central de referência para a taxa de câmbio com base no seu comportamento num determinado período de tempo anterior (normalmente algumas semanas ou meses); definição (novamente por parte das autoridades) de um intervalo (ou banda) de variação da taxa de câmbio, entre dois valores de suporte (um superior e outro inferior), centrado no valor central definido; liberdade de flutuação da taxa de câmbio dentro do intervalo definido pelo valor central e pelos valores de suporte.

Seguindo BONOMO E TERRA (1999), o período aqui analisado é dividido em subgrupos, de acordo com os ciclos políticos do país, já que, como argumentam os autores, os regimes cambiais apresentam íntima ligação aos ciclos eleitorais pelos quais o Brasil passou nas últimas décadas.

3.1.1 Grandes Desvalorizações: 1964 – 1967

O período tem início em 1964, primeiro ano do Governo Militar, após instauração da ditadura, que duraria duas décadas. Os militares herdaram um país com altas taxas de inflação e imenso déficit em conta corrente.

Um sistema de múltiplas taxas de cambio havia sido implantado, em 1953, pela SUMOC (Superintendência de Moeda e de Crédito, autoridade monetária anterior à criação do Banco Central), no contexto do Tratado de Bretton Woods. A grande diferença entre a taxa de inflação doméstica e a externa tornava proibitivo qualquer regime de cambio fixo. Desta forma, um sistema de licenças para importação e múltiplas taxas de cambio foi criado, na tentativa de atenuar o desequilíbrio do Balanço de Pagamentos do país.

Em 1964 todas estas taxas de cambio foram unificadas. Daí até 1967, o regime cambial foi marcado por largas e infreqüentes desvalorizações, causando grande variabilidade da taxa de cambio. O plano de estabilização colocado em curso neste mesmo ano trouxe a redução da taxa de inflação doméstica, de forma gradual. Durante o período de transição, a alta taxa de inflação, comparada aos padrões internacionais, e combinada à taxa de cambio nominal fixa, acarretaram fortes apreciações do cambio. Levando o governo, em resposta, a promover a depreciação da moeda, num ciclo de apreciação-depreciação com duração de oito a quatorze meses, em média.

De forma resumida:

“O governo Castello Branco tomou para si a tarefa de arrumar a casa a fim de viabilizar a rápida retomada do crescimento econômico [...]. Contudo, o plano antiinflacionário traçado, apesar de gradualista, acabou se mostrando mais restritivo da atividade econômica do que o desejável, além de menos eficaz no combate à inflação. Esta foi significativamente reduzida, mas [...] ainda encerrou o ano de 1966 [...] bem acima da meta [...]. O desequilíbrio do Balanço de Pagamentos também não foi solucionado. A realimentação entre as sucessivas correções

cambiais e a inflação no período de 1964-67 não permitiu grandes melhorias no saldo comercial" (HERMANN, 2005).

3.1.2 Mini-Desvalorizações e o Milagre Econômico: 1968 – 1973

No ano de 1968 teve início um período de mini-desvalorizações na taxa de cambio nominal, com o objetivo de manter a taxa de cambio real estável. Nesta época o país experimentou um período de crescimento econômico sem precedentes, que foi chamado de Milagre Econômico. As exportações apresentaram altas taxas de crescimento, resultado de uma política de estímulo de crescimento e diversificação. As mini-desvalorizações eram parte importante desta política, que também incluía crédito subsidiado, e isenção fiscal para atividades exportadoras (HERMANN, 2005). As importações também aumentaram diante de uma redução de tarifas em 1967, apesar da manutenção do alto grau de protecionismo.

É importante destacar que o sistema de mini-desvalorizações, que representava a indexação da inflação à taxa de cambio, foi desenhado para estimular o crescimento, ao custo de aumentar a inércia inflacionária (BONOMO e TERRA, 1999). Esta foi a característica marcante do mandato de Delfim Neto como Ministro da Fazenda do governo de Costa e Silva (1967-1974), conhecido por sua política desenvolvimentista, ao custo de alta inflação.

3.1.3 Primeira Crise do Petróleo: 1974 – 1979

Ao final de 1973, devido a um choque de oferta, os preços mundiais do Petróleo quadruplicaram. Como o Petróleo era um componente significativo do quadro de importações do país na época (representava aproximadamente 20% das importações totais em 1974), este fato impactou severamente a Balança Comercial, passando de um modesto superávit para um déficit de 4,7 bilhões de dólares em 1974. A deterioração da conta corrente foi mais severa ainda: passou de um déficit de 1,7 bilhões de dólares em 1973, para um déficit de 7,1 bilhões em 1974. Segundo HERMANN (2005-b), "o choque dos preços do petróleo entre 1973-74 inaugurou uma longa fase de dificuldades para economia brasileira, expressas no prolongado quadro de restrição externa".

A maioria dos países importadores de Petróleo reagiu à Crise desvalorizando sua moeda e controlando a demanda agregada interna, através de política

monetária e fiscal, ao custo de uma leve e temporária recessão. Porém, o Governo Brasileiro escolheu seguir uma estratégia diferente. A taxa real de cambio foi mantida constante e não houve forte controle da demanda agregada. Foi implantada uma política de restrição às importações, e estímulo à produção interna de substitutos dos importados. A importação de Petróleo foi excluída destas restrições. Assim, a política brasileira era de continuação da trajetória de crescimento econômico acelerado. Os ajustes necessários seriam feitos posteriormente, através da política de substituição das importações.

Da forma planejada, o país cresceu neste período uma média anual de 6,7% e as importações caíram como o esperado. O desempenho das exportações foi desapontador, devido ao quadro geral de recessão no mundo. Assim, o país fez uso da grande liquidez do mercado de capitais internacional para financiar seu débito em conta corrente. Por fim, o regime de estímulo às exportações e substituição das importações teve um alto custo fiscal. Desta forma, toda esta política deixou uma péssima herança ao governo seguinte: altas taxas de inflação, pesadas despesas com juros de financiamentos internacionais e situação fiscal totalmente deteriorada.

3.1.4 Ajustes da Taxa de Cambio para Controle da Inflação: 1979 – 1980

Em março de 1979 Geisel deixou o Governo, dando lugar a um novo presidente militar, João Figueiredo. Mário Henrique Simonsen foi indicado como Ministro do Planejamento, concentrando todas as decisões econômicas. Ele estava determinado a perseguir políticas macroeconômicas mais tradicionais, controlando a demanda agregada, impondo controles estritos à política monetária e fiscal, com o objetivo de desacelerar o crescimento, controlar a inflação e as contas externas. Como o efeito destas medidas não foi imediato, o Ministro foi obrigado a renunciar à sua posição, devido a pressões políticas. Seu substituto, Delfim Neto, anunciou planos mais heterodoxos, prometendo um novo milagre – conciliação do crescimento ao controle da inflação e débito externo.

No primeiro momento, Delfim implantou uma política heterodoxa de controle de preços e, ao final de 1979, a taxa de cambio nominal havia sido desvalorizada em 30%, causando também a depreciação da taxa de cambio real. Ao mesmo tempo, os incentivos às exportações foram reduzidos, e as exportações primárias passaram a ser taxadas em 30%. Para o ano de 1980, a desvalorização da moeda foi

predeterminada em 40%, frente a uma taxa de inflação de mais de 77%, com o objetivo de influenciar as expectativas de inflação, cortando a inércia inflacionária. Todo este arcabouço teve duração de um ano e falhou completamente. A inflação acelerou, a apreciação da taxa de cambio real foi tão grande quanto antes da maxi-desvalorização, e o balanço de pagamentos seguiu deteriorado, levando a constantes perdas de reservas internacionais. Desta forma, a política heterodoxa foi abandonada, e a política ortodoxa foi restabelecida.

3.1.5 Equilíbrio Externo como Prioridade: 1981 – 1985

Durante o ano de 1980 a política heterodoxa foi sendo abandonada, em detrimento da política ortodoxa, que foi gradualmente restabelecida. As antigas mini-desvalorizações foram retomadas, baseadas no diferencial da inflação, o que estabilizou a taxa de cambio real. Foram tomadas medidas restritivas no lado monetário da economia, incluindo a suspensão do teto das taxas de juros e a imposição de limites quantitativos à expansão de crédito das instituições financeiras. Outras medidas foram tomadas buscando o controle de gastos do Governo. Toda esta política restritiva resultou numa diminuição da ordem de 5% do Produto Interno Bruto, e retração da produção industrial em 10%; porém, sem ganhos substantivos no lado da inflação. Por outro lado, a Balança Comercial apresentou grande melhora, passando de um saldo deficitário de 2,8 bilhões de dólares para superávit de 1,2 bilhões. De qualquer forma, as crescentes taxas de juros acabaram compensando os ganhos da Balança Comercial, e a Conta Corrente sofreu leve redução em seu déficit. Também como resultado das altas taxas de juros, a dívida externa aumentou em 14%. A entrada de recursos na Contas de Capital mal compensou o déficit da Conta Corrente, levando a um pequeno aumento das reservas internacionais, que já se encontrava em nível crítico.

Em agosto de 1982, a recessão mundial somada à moratória do México agravaram a situação do Brasil. As exportações caíram, os pagamentos de juros continuaram crescendo, e as reservas continuaram caindo: o país não teve alternativa senão buscar um acordo com o FMI (Fundo Monetário Internacional).

Em fevereiro de 1983, o governo desvalorizou a moeda em 30%, pela segunda vez em um pouco mais de três anos. Porém, desta vez a maxi-desvalorização não fez parte de um plano de substituição intertemporal de futuras

pequenas desvalorizações por apenas uma grande desvalorização: após a maxi-desvalorização o governo continuou seguindo a política de constantes pequenas desvalorizações. As restritivas políticas fiscal e monetária impostas pelo FMI, combinadas à redução da indexação salarial, deveriam atenuar o efeito inflacionário das desvalorizações. Porém o que se viu foi mais um ano de acentuada recessão e alto crescimento da taxa de inflação, passando de 100% em 1982 para 211% em 1983. Vale destacar que neste ano o setor externo experimentou um desempenho extraordinário, alcançando um superávit na Balança Comercial da ordem de 6,5 bilhões de dólares. Assim, fica claro que o objetivo da maxi-desvalorização era a melhora do Balanço de Pagamentos, em face ao custo de altas taxas de inflação.

3.1.6 A Nova República e a Luta Contra a Inflação: 1985 – 1992

O retorno à democracia foi acompanhado por um longo período de apreciação da taxa de cambio real. Durante os sete primeiros anos do Governo Democrático o país sofreu cinco tentativas, frustradas, de estabilização econômica. “Ao final do período havia um certo consenso entre os economistas de que a indexação no Brasil consistia, sim, num problema a ser solucionado, mas que o congelamento definitivamente não era uma estratégia eficiente” (CASTRO, 2005). Divide-se este período em alguns pequenos sub-períodos, de acordo com os planos econômicos que foram sendo anunciados em cada intervalo de tempo.

a. Mini-Desvalorizações: 1985

Em março de 1985 foi empossado o primeiro governo civil após mais de duas décadas de ditadura militar. O presidente eleito, Tancredo Neves, faleceu antes de tomar posse, dando lugar ao seu vice, José Sarney. O Ministro das Finanças escolhido por Tancredo, Francisco Donelles, não conseguiu reduzir a inflação com suas políticas ortodoxas, sendo substituído, com seis meses de mandato, por Dilson Funaro, Ministro escolhido por Sarney.

Durante seu primeiro ano de mandato, Funaro manteve as mini-desvalorizações diárias, porém as bases de ajuste foram imediatamente mudadas. A fórmula de ajuste passou a ser baseada numa média da taxa de inflação dos três meses imediatamente anteriores, ao contrário da fórmula anterior, que era baseada na inflação corrente. Esta mudança gerou dois impactos principais: por um lado

diminuía a incerteza quanto ao tamanho das desvalorizações, já que as taxas de inflação já eram conhecidas antecipadamente; por outro lado, a taxa de cambio real se tornaria mais sensível aos movimentos inflacionários, acelerando quando houvesse aceleração da inflação, e sendo depreciada com a redução da inflação. Porém, era claro que esta nova fórmula daria continuidade à inércia inflacionária, já que altas taxas de inflação passadas realimentariam a inflação atual através das mini-desvalorizações. Como o combate à inflação era a prioridade de seu mandato, Funaro logo decidiu voltar à fórmula antiga, usando a taxa de inflação corrente para calcular o tamanho das desvalorizações periódicas.

b. O Plano Cruzado: 1986

A inflação continuou acelerada no segundo semestre de 1985, aproximando os 15% ao mês. Como as políticas gradualistas ortodoxas foram rejeitadas, o país cada vez mais se aproximava de uma solução de estabilização heterodoxa. Assim, em 28 de fevereiro de 1986, foi inesperadamente anunciado o Plano Cruzado, convocando o povo a lutar contra aumentos ilegais de preços. Este plano estava baseado principalmente no congelamento de preços, a exemplo do que recentemente havia sido feito na Argentina (Plano Austral) e em Israel. Foram adotadas políticas monetária e fiscal expansionistas e um mecanismo de correção dos salários. A taxa de cambio nominal foi fixada no patamar do dia anterior ao início do plano. Como as taxas reais de juros tornaram-se negativas, e o salário real obteve um aumento de 12%, e o resultado foi um grande excesso de demanda. Nos seis meses que se seguiram, as vendas aumentaram em 22,8%, e começaram a faltar produtos no mercado, o que levou à prática de cobrança de prêmios sobre os preços legalmente impostos.

Quando os prêmios do "mercado negro" atingiram a cifra de 90%, o governo quebrou a regra da taxa de cambio fixa, e promoveu uma desvalorização de 1,8% em outubro. Ao mesmo tempo, foram retomadas as mini-desvalorizações, porém sem a definição de sua periodicidade.

c. Outras Tentativas de Estabilização: 1987 – 1990

Em fevereiro de 1987 o controle de preços foi eliminado. Quando, em abril, a taxa de inflação atingiu os 20%, Funaro deixou o cargo, sendo substituído por Bresser

Pereira. De maio a junho, Bresser induziu uma apreciação do cambio de 10,5%, e em junho lançou um plano econômico que combinava políticas ortodoxas e heterodoxas. A idéia era impor um rígido controle fiscal e monetário e medidas de desindexação. As taxas de desvalorização menores deveriam ajudar a desacelerar a inflação, porém este propósito falhou, e a inflação foi aumentando gradualmente, até atingir 14% no mês de dezembro, causando a demissão do Ministro.

O novo ministro, Maílson da Nóbrega, assumiu o cargo prometendo políticas simples, que ficaram conhecidas como “feijão com arroz”. Durante o primeiro semestre de seu mandato, as taxas de inflação foram mantidas abaixo dos 20% ao mês, porém no semestre que se seguiu houve rápida aceleração da inflação, alcançando quase 30% em dezembro. Em janeiro de 1989, o Ministro desistiu das atuais políticas e lançou um novo plano econômico, o Plano Verão.

O Plano Verão teve um desenho similar ao Plano Bresser, à medida que combinou políticas ortodoxas de desindexação a políticas monetárias e fiscais heterodoxas. A taxa de cambio foi desvalorizada em 18%, com o objetivo de atingir a paridade unitária do novo Cruzado em relação ao dólar. Várias desvalorizações foram seguidas, e o premio do mercado negro de dólar ultrapassou os habituais 70% de ágio. Assim como os demais, o Plano falhou devido, principalmente, à falta de credibilidade que as políticas heterodoxas enfrentavam na época.

Importante dizer que, foi neste ano de 1989 que o Banco Central criou o Mercado Flutuante de cambio, exclusivo para transações financeiras: “em dezembro de 1988 o Banco Central encaminhou ao CMN (Conselho Monetário Nacional) a proposta de criação de um segmento do mercado de câmbio, apartado do mercado de câmbio oficial, no qual as pessoas pudesse negociar moedas estrangeiras por preços e condições livremente pactuadas com instituições financeiras credenciadas para este fim. O CMN aprovou a proposta [...], criando o Segmento de Câmbio de Taxas Flutuantes” (FILHO, 2002). As operações comerciais continuaram a ser centralizadas no Banco Central sob taxas administradas.

d. Os Planos Collor: 1990 – 1992

Em outubro de 1989 foram realizadas as primeiras eleições diretas no Brasil, e foi eleito Fernando Collor de Melo. O novo presidente herdou um país com altas

taxas de inflação, saindo de um patamar de 40% ao mês em Novembro de 1989, alcançando 80% em Março de 1990. A taxa de cambio nominal não acompanhou tamanha variação, causando apreciação da taxa real de cambio em aproximadamente 35%. O premio do mercado paralelo de dólar cresceu substancialmente, devido ao receio de lançamento de um novo plano econômico extremamente restritivo.

As expectativas da população estavam certas, e o novo Governo anunciou um plano econômico radical. Grande parte dos ativos financeiros com liquidez foram congelados, reduzindo a liquidez da economia de 30 a 8% do Produto Interno Bruto. Mudanças no regime de cambio também foram anunciadas. As transações comerciais com moedas estrangeiras não seriam mais centralizadas pelo Banco Central, foi criado um novo mercado, chamado de mercado comercial, em paralelo ao já existente mercado flutuante. Esta foi uma grande mudança do ponto de vista operacional, porém, na prática, o Governo continuou ditando as taxas de cambio através de intervenção direta no novo mercado.

Em janeiro do ano seguinte, após ter demonstrado sinais de arrefecimento, as taxas de inflação alcançaram novamente 20% ao mês, levando ao lançamento do Segundo Plano Collor. Este plano teve sua base no instrumento de congelamento de preços, sendo efetivo apenas no curto prazo. As taxas de cambio sofreram apreciação nos dois primeiros meses do plano, sendo depreciada em seguida e apresentando estabilidade até Setembro do mesmo ano, quando uma rápida erosão das reservas do país levou o Governo a depreciar a moeda em 14%. O Banco Central seguiu promovendo desvalorizações até Fevereiro de 1992, quando a moeda passou a apresentar estabilidade, mantida até meados de 1993.

É válido destacar que o Governo Collor promoveu importantes mudanças estruturais na economia do país, privatizando empresas públicas, abrindo a economia para o capital estrangeiro. Porém o anúncio de medidas econômicas totalmente impopulares fez Collor perder o apoio da população e, associado a denúncias de corrupção, culminaram no seu impeachment em Setembro de 1992, quando foi substituído por Itamar Franco, vice-presidente eleito.

3.1.7 O Plano Real

Em maio de 1993 Fernando Henrique Cardoso foi indicado como Ministro da Fazenda do novo Governo. Junto com sua equipe, composta pelos melhores economistas da época, Fernando Henrique formulou o plano de estabilização que manteve a economia do país livre das altas taxas de inflação até o presente momento, e lhe valeu dois mandatos como presidente do Brasil.

O Plano Real teve como principal pilar a hiper-indexação para posterior desindexação da economia. Assim, em março de 1994, foi lançada a URV (unidade real de valor), indexada pela inflação. Em pouco tempo a população optou pelo uso desta “nova moeda”, que teve seu valor inicial igualado à cotação do dólar. Mas a diferença é que, daí em diante, foi o dólar que teve seu valor indexado à URV, e não o contrário. Durante esta fase de preparação, o Governo iria intervir no mercado sempre que o valor do dólar ultrapassasse o valor da URV, até que em 1 de Julho a URV se tornou a moeda oficial do país.

No último quarto do ano de 1994 o país assistiu a primeira vez em várias décadas à taxa de inflação cair de 40% para menos de 4% ao mês. Quando a nova moeda, o Real, foi introduzida, sua paridade era de um para um com o dólar, e o Governo resolveu não intervir num primeiro momento. E assim seguiu até Fevereiro de 1995, quando a apreciação da nova moeda acumulava mais de 18%. Os setores exportadores da economia não estavam satisfeitos com as taxas de cambio, que prejudicavam sua competitividade no mercado externo, causando a deterioração da Balança Comercial do país. A Crise do México, em Dezembro, trouxe incertezas quanto à capacidade do país de financiar futuros déficits em sua Conta Corrente.

Desta forma, em Março de 1995, a política cambial foi novamente alterada, com a criação do regime de bandas cambiais. A moeda sofreu desvalorização de 6%, e poderia flutuar numa banda de 5% de intervalo, que seria mudada de tempos em tempos. As taxas de cambio passaram a ficar bastante estáveis, devido principalmente à intervenção do Banco Central através de leilões periódicos.

3.1.8 Do Regime de Bandas ao Cambio Flutuante

A sustentabilidade da política cambial passou a ser debatida, devido ao déficit na Conta Corrente, que crescia desde 1994. O financiamento do déficit em Conta

Corrente feito principalmente pelo fluxo de capitais externo, que estava abalado devido à perda de confiança causada pela Crise do México, tornou-se cada vez mais escasso. A Crise Asiática de 1997 causou um segundo choque, sendo seguida, em 1998, pela crise da Rússia. O resultado destas crises foi uma queda da reservas nacionais de aproximadamente 30 bilhões de dólares, usados para defender nossa moeda frente à desvalorização. A política cambial continuou sofrendo pressão até que, em janeiro de 1999, a situação tornou-se insustentável e a moeda teve que ser deixada livre para flutuar, sofrendo inicialmente grande desvalorização. É neste momento que nossa amostra de dados tem início, quando as taxas de cambio passaram a flutuar livremente – salvo intervenções do Banco Central através de leilões – regime que perdura até os dias atuais.

3.2 Crises Mundiais

Esta sessão objetiva descrever acontecimentos econômicos (ou políticos) que causaram mudanças drásticas na taxa de cambio dólar-real do Brasil. O título de Crises Mundiais talvez não seja o mais adequado, já que, alguns destes eventos resultaram realmente em crises mundiais, porém muitos foram apenas choques inesperados, e outros não atingiram proporção mundial.

3.2.1 A Crise Cambial de 1999

A série temporal aqui tratada tem início em janeiro de 1999, quando acontece o primeiro choque dos que aqui serão analisados. Como foi dito na sessão anterior, até então o regime cambial do país era composto por bandas administradas. Pode-se dizer que a Crise Cambial Asiática, em 1997, e em seguida o *default* da Rússia, em 1998, desencadearam a crise brasileira, na medida em que abalaram a confiança do investidor estrangeiro e cessaram o fluxo de capital externo para os países emergentes (ou em desenvolvimento).

Nestas condições, defender a moeda nacional, isto quer dizer, manter a taxa de cambio dentro das bandas estipuladas, estava cada vez mais difícil, e era feito ao custo de perda de reservas internacionais. Desta forma, e sem a entrada do capital estrangeiro, as contas nacionais externas simplesmente “não fechavam” (AVERBUG E GIAMBIAGI, 2000). As privatizações constituíram um fator mitigador, já que implicavam na entrada de capitais externos. E assim aconteceu em Agosto de 1998,

quando foi liquidada a primeira parcela de compra da Telebrás, quando as reservas internacionais atingiram a cifra de US\$ 75 bilhões. Porém, em apenas 50 dias, o país perdeu mais de US\$ 30 bilhões, fato que fez o mês de setembro ficar conhecido como “setembro negro”. Neste contexto, a poucas semanas das eleições presidenciais, quando Fernando Henrique Cardoso veio a ser reeleito, foi anunciado novo acordo com o FMI, o que deu ao governo um pequeno tempo para respirar.

A “gota d’água” aconteceu quando o Congresso votou contra uma das medidas de austeridade fiscal, exigida pelo FMI, e o Governo recém eleito de Minas Gerais decretou um *default* temporário à sua dívida com o Governo Federal. Com isso, em meados de Janeiro de 1999, a credibilidade brasileira atingiu níveis baixíssimos, e a depreciação da moeda era iminente.

Nesta época, a perda de reservas alcançara a média de US\$ 1 bilhão ao dia. Em 13 de Janeiro foi anunciada a substituição do presidente do Banco Central e novas bandas cambiais que, na prática, implicavam uma depreciação de aproximadamente 9%. Como já era previsto, a perda de reservas se manteve e, no primeiro dia das novas bandas, a cotação chegou imediatamente ao teto. O novo regime durou 48 horas e, em 15 de janeiro, já sem alternativas, o Banco Central finalmente deixou o cambio flutuar livremente. “O Brasil assistiu então a um caso de *overshooting* digno de livro-texto. Antes da mudança cambial, a taxa era de R\$/US\$ 1,21. No dia 14 de janeiro, estava no teto da banda: R\$/US\$ 1,32. No final de janeiro, atingiu R\$/US\$ 1,985 e no início de março – auge da desvalorização – chegou a R\$/US\$ 2,16” (AVERBUG E GIAMBIAGI, 2000).

3.2.2 A Crise das Torres Gêmeas (2001)

Em 11 de setembro de 2001 os Estados Unidos (EUA) sofreram uma série de ataques suicidas coordenados pela Al-Qaeda, grupo terrorista islâmico. Naquela manhã, 19 terroristas seqüestraram e bateram intencionalmente 2 aviões comerciais contra as Torres Gêmeas do *World Trade Center*, centro comercial e financeiro de Nova Iorque, e um terceiro contra o Pentágono, sede do Departamento de Defesa dos EUA, nos arredores de *Washington D.C.*. Em menos de duas horas os prédios na *Lower Manhattan* foram ao chão, destruindo construções vizinhas e causando outros danos, especialmente o fechamento de parte do mercado financeiro americano.

As bolsas americanas *New York Stock Exchange, American Stock Exchange e NASDAQ* não abriram em 11 de setembro, e permaneceram fechadas a semana inteira, até 17 de setembro. Quando finalmente os mercados reabriram, o *Dow Jones*, principal índice americano de ações, caiu 684 pontos, ou 7,1%, acumulando queda de mais de 14% na semana (*Chicago Tribune*, 2001). Esta foi a segunda maior queda do índice em uma semana, superada apenas pelo evento da Crise Subprime, em 2008.

Como qualquer outro choque, os ataques de 11 de setembro causaram aumento da aversão ao risco dos investidores estrangeiros, que acabam sacando parte de seus recursos investidos em países emergentes. Este fato fez com que o dólar sofresse apreciação de pouco mais de 7% em 10 dias (indo de R\$2,60 em 10/09 a R\$2,79 em 21/09). Porém, como observa um relatório do Congresso Americano a respeito das consequências econômicas dos ataques, estas foram passageiras, no curto prazo:

"Thus far, it would appear that apart from an initial adverse reaction, the short run effects of 9/11 have not been great on foreign economies" (MAKINEN, 2002).

3.2.3 A Crise Cambial Pré Governo Lula (2002)

Ao final de 2001, após as Crises da Ásia, do México e até do Brasil, quando a moeda começou a flutuar, a confiança do investidor estrangeiro nas economias emergentes estava abalada, e o grau mundial de aversão ao risco estava cada vez mais alto. A esta altura, no início do ano de 2002, a Argentina, que já vinha enfrentando uma recessão econômica desde 1998, além de instabilidade política, desvalorizou sua moeda, abandonando a paridade ao dólar norte-americano introduzida em 1991. Não sendo suficiente, diante do constante crescimento da relação dívida pública / Produto Interno Bruto (PIB), o país se viu obrigado a decretar o *default* de sua dívida. E este foi mais um fato que comprometeu seriamente a confiança do investidor.

Nesta época, o Brasil tinha atingido certa estabilidade, melhorando muito seu arcabouço institucional, especialmente com a criação do Plano de Estabilização Fiscal¹ em 1998, e da Lei de Responsabilidade Fiscal em 2000, que deram maior

¹ Lei que governava os gastos dos Governos Estaduais, estabelecendo limites para a dívida pública, e gastos com folha de pagamentos, além de definir metas fiscais anuais para os três anos seguintes.

transparência à administração pública. Além disso, a macroeconomia do país já se beneficiava da Política de Metas de Inflação, que acarretou em taxas de inflação controladas, apesar da corrente desvalorização cambial. Porém, nada disso foi suficiente para evitar uma nova crise quando, próximo às eleições presidenciais, o candidato de esquerda, Luiz Inácio Lula da Silva, passou a liderar as pesquisas de intenção de voto.

O FMI e vários economistas de renome da época apontaram que as eleições de outubro de 2002 eram a principal fonte da instabilidade econômica:

“Brazil has implemented strong and consistent macroeconomic policies in recent years that have improved fundamentals. Increases in the public sector primary surplus and the strengthening of fiscal institutions, along with the successful transition to a floating exchange rate regime and inflation targeting have laid the foundation for sustainable growth with price stability. Despite these achievements, the uncertain international economic environment and some concerns about the course of economic policies following the upcoming presidential elections have put substantial pressure on financial variables, including the exchange rate and interest rates, and economic growth has slowed in recent months” (FMI Press Release 02/40, Set 2002).

Desta forma, a grande fuga de capital estrangeiro do país na época é explicada como resultado de, entre outros fatores, especialmente a preocupação do investidor estrangeiro quanto a uma mudança radical nas políticas econômicas do país, dada a provável vitória de Lula nas eleições presidenciais que se aproximavam. Lula, além de ser o candidato de um partido de esquerda, tinha dado declarações, em um passado não muito longe, de repúdio ao débito externo, especialmente aos financiamentos do FMI, que haviam “socorrido” o país em crises anteriores.

Neste cenário, o dólar atingiu sua máxima histórica, saindo de um patamar de 2,30 BRL/USD em abril de 2002 e ultrapassando os 3,95 BRL/USD em 22 de outubro, o que representa uma desvalorização de quase 72% em seis meses. O

risco-país, medido como a diferença de taxa (spread) entre os Títulos do Governo Brasileiro e os títulos do Governo Americano, também disparou, como mostram os gráficos abaixo:

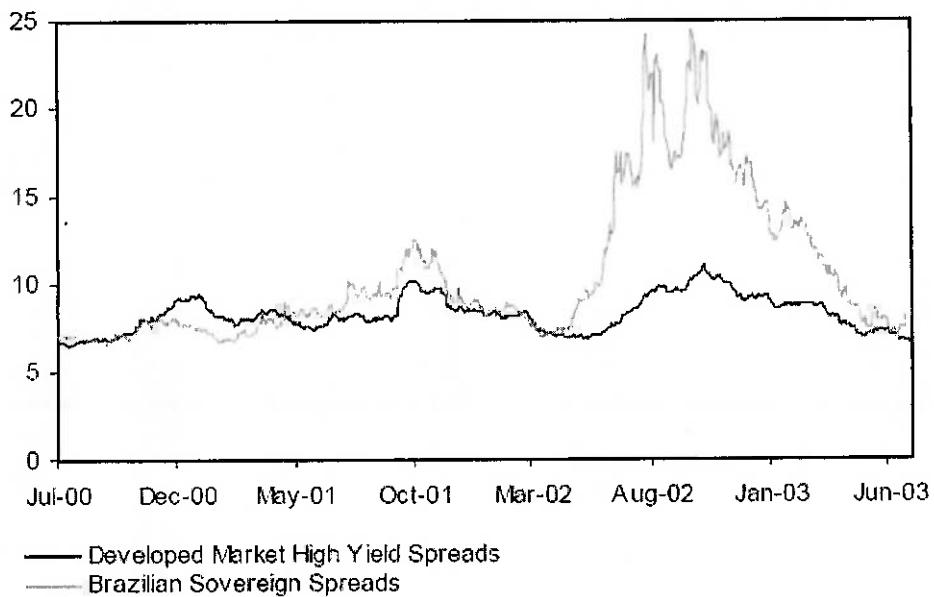


Figura 2: Spreads de títulos brasileiros comparados aos de títulos de países desenvolvidos

Fonte: GORETTI, 2005.

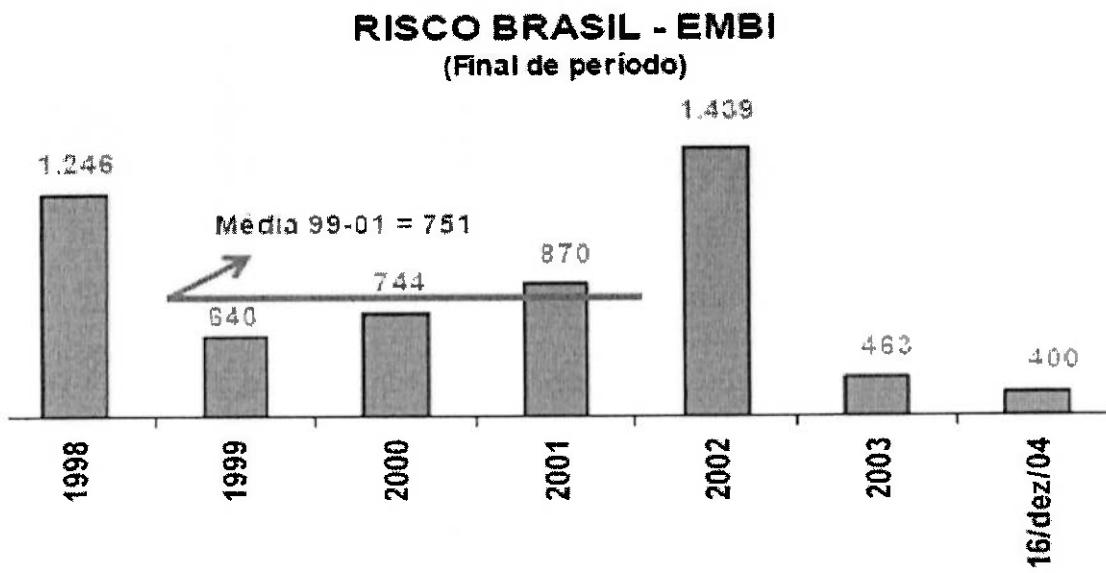


Figura 3: Risco Brasil (final de período)

Fonte: TEIXEIRA, 2006.

Porém, neste cenário, o candidato, junto ao seu partido (Partido dos Trabalhadores – PT), tratou de tranquilizar a população, publicando a "Carta ao

Povo Brasileiro", em junho de 2002, em que se comprometia a seguir as políticas econômicas já existentes no país. Esta tranqüilidade ocorreu apenas após as eleições, quando se viu que mudanças radicais não ocorreriam. Desta forma, o investidor estrangeiro resolveu "dar mais uma chance" ao país, como bem nota a citação do jornal Folha de São Paulo, na época:

"Foi o receio de que uma administração petista conduza o país à moratória que levou os preços dos ativos brasileiros a desabarem. Na última semana, entretanto, o coração financeiro do mundo decidiu conceder ao Brasil o benefício da dúvida, as cotações experimentaram uma ligeira melhora. *Wall Street* espera para ver se o Lula que vai tomar posse é a pessoa moderada e com visão que apareceu na campanha, ou se ele voltará à sua essência esquerdistas - diz David Roberts, economista internacional do *Bank of America Securities*" (Folha OnLine, Especial 2002).

3.2.4 A Crise Subprime (2007-2009)

A Crise financeira que assolou o mundo em 2007 é considerada por muitos economistas como uma das piores crises financeiras da história, sendo superada apenas pela Grande Depressão de 1930. Teve início com o default de hipotecas americanas *subprime* (de alto risco) - daí o nome de Crise *Subprime* - e resultou em queda abrupta da liquidez interbancária, acarretando na falência de várias instituições financeiras, especialmente Bancos de Investimentos, e o encolhimento do mercado imobiliário americano.

De acordo com BORDO (2010) a crise estava centrada no mercado interbancário de operações compromissadas, que tinham como garantia ativos atrelados a letras hipotecárias de qualidade inferior (*subprime*), através da quais muitos Bancos de Investimentos e alguns Bancos Múltiplos obtinham seu *funding*. Com o estouro da "bolha hipotecária" americana, a liquidez deste mercado foi fatalmente reduzida, situação que continuou durante o ano de 2008 e resultou em uma crise bancária sem precedentes, marcada pela quebra do *Lehman Brothers*, um dos mais tradicionais Bancos de Investimentos do mundo, em setembro de 2008 (que, devido a este fato, ficou conhecido como "Setembro Negro"). Todos estes

acontecimentos levaram a uma séria redução na oferta de crédito, e consequente recessão na economia global. A recessão foi atenuada apenas em 2009, através de políticas fiscais e monetárias expansionistas postas em prática por grande parte dos Governos europeus e americano, além de algumas economias emergentes.

Nesta época, o Brasil colhia os frutos da consolidação de sua estabilidade econômica, processo que teve início na década 1990. Além disso, se beneficiava de alta expressiva nos preços das commodities agrícolas e minerais, devido ao grande aumento de demanda causado pelo crescimento desenfreado da China e Índia. Todo este contexto permitiu que o país pudesse implantar um programa de distribuição de renda, que contribuiu em muito para o aumento do poder de compra de milhões de brasileiros, aquecendo também o mercado interno do país.

Porém, segundo RIBEIRO (2010):

"A bonança econômica, no entanto, não pareceu imunizar nosso país dos ventos da crise internacional que estaria por vir. Com sua eclosão, o Brasil foi forçado a adotar um leque de políticas macroeconômicas com objetivo de minorar os efeitos negativos dela decorrentes." Porém, "a crise foi mais intensa nas economias do centro do capitalismo global contemporâneo, pois as mesmas são mais dependentes do sistema global de comércio e financiamento. Por serem mais globalizadas e possuírem sistemas financeiros sofisticados, robustos, complexos e profundamente interligados, estas nações sofreram mais do que algumas nações menos desenvolvidas, como o Brasil, por exemplo, as quais prescindem dos mecanismos financeiros com mais intensidade do que as nações centrais".

De fato, as políticas do Governo brasileiro foram efetivas, e, salvo uma leve recessão e alguns "sustos" com a apreciação do dólar, o país se saiu muito bem na crise, se comparado a tantos outros países em desenvolvimento, que ainda sofrem consequências nos dias de hoje, especialmente aqueles pertencentes à Zona do Euro.

4. Estudo Empírico

Este capítulo tem como objetivo descrever a parte empírica do presente estudo. Para tanto, está dividido em três partes: a primeira descreve os dados, a segunda trata da metodologia utilizada e a terceira, e ultima, analisa os resultados encontrados.

4.1 Dados

Este trabalho busca analisar as mudanças da complexidade da taxa de câmbio dólar-real, frente à crises financeiras. Para tal faz-se o uso da série financeira da ptax de venda reais/dólares, num horizonte de tempo que se inicia em 04 de janeiro de 1999 e tem fim em 18 de novembro de 2010.

A ptax é a taxa de compra e venda de dólares calculada diariamente pelo Banco Central do Brasil (BACEN). Atualmente², a ptax é calculada com base no resultado da taxa média (ponderada pelos volumes) das operações realizadas no mercado interbancário de câmbio, com liquidação em dois dias úteis, obtida após o expurgo de uma parcela destas operações, cujo volume não alcança 5% do volume total negociado no dia (ANBIMA, 2010). Esta taxa é divulgada diariamente pelo BACEN, por volta das 19 horas, através do seu sistema (SISBACEN), ou em seu site na internet. A série histórica pode ser obtida no próprio site, ou, de maneira mais prática, através do banco de dados macroeconômicos do IPEADATA, disponível na internet.

A série de cambio aqui analisada é composta de 2.977 observações, tendo como valor médio no período 2,263 BRL/USD, com desvio-padrão de 0,51886. O valor mínimo é de 1,207, em janeiro de 1999, quando o cambio ainda era controlado; e o pico chega em 3,9544, durante as eleições de outubro de 2002, somando uma variação de quase 230% no período.

Poder-se-ia descontar o efeito da inflação na série de cambio - as séries deflacionadas estão também disponíveis no site do IPEADATA - porém, como os dados de inflação são mensais, isto significaria perda de grande número de

² A metodologia de cálculo da ptax foi recentemente alterada pelo Banco Central, porém entrará oficialmente em vigor apenas em julho de 2011.

observações. Tendo isto em vista, somado ao fato de que a inflação esteve bem comportada em níveis baixos para o histórico do país durante os anos da amostra aqui usada, descartou-se a possibilidade de usar a série deflacionada, buscando maximizar o número de observações, já que a série mensal perde em muito a sensibilidade dos movimentos da taxa de cambio.

Analizando a evolução da série no tempo (Figura 4), pode-se destacar alguns máximos locais, dentre os principais estão os valores correspondentes a março/1999, setembro/2001, outubro/2002 e outubro/2008. Estes picos da taxa de cambio correspondem, respectivamente, à Crise Cambial de 1999, Crise das Torres Gêmeas, Crise Pré-Lula e Crise Subprime, eventos que constituem o objetivo da análise deste estudo.



Figura 4: Evolução da Taxa de Cambio Dólar-Real.

Fonte: Elaborado pela autora.

4.2 Metodologia

Para o cálculo da complexidade, os valores da série foram divididos em intervalos discretos de valores, de acordo com SERBONCINI (2008). Não há um

cálculo de número ótimo de intervalos, de forma que esta definição é feita através de experimentação. Desta forma, foram experimentadas a divisão em 22 intervalos (com variação de R\$ 0,01 cada), 16 intervalos (variação de R\$ 0,175 cada) e 08 intervalos (variação de 0,35 cada). Optou-se pelos 16 intervalos eqüidistantes, já que os resultados obtidos com esta divisão se mostraram mais aderentes aos movimentos da série original.

Grupo	Min	Max	N.Ocorrências	Probabilidade
H1	1,200	1,375	9	0,30%
H2	1,375	1,550	2	0,07%
H3	1,550	1,725	239	8,03%
H4	1,725	1,900	734	24,66%
H5	1,900	2,075	335	11,25%
H6	2,075	2,250	389	13,07%
H7	2,250	2,425	364	12,23%
H8	2,425	2,600	154	5,17%
H9	2,600	2,775	135	4,53%
H10	2,775	2,950	299	10,04%
H11	2,950	3,125	135	4,53%
H12	3,125	3,300	50	1,68%
H13	3,300	3,475	27	0,91%
H14	3,475	3,650	68	2,28%
H15	3,650	3,825	24	0,81%
H16	3,825	4,000	13	0,44%

Figura 5: Divisão da amostra em intervalos eqüidistantes.

Feita a divisão da amostra, pode-se observar quantas realizações ocorrem em cada intervalo e, a partir deste número, se chegar á probabilidade (p_i) de cada um deles:

$$p_i = \frac{\text{número de ocorrências em } i}{\text{número total de observações}}$$

Dadas as probabilidades de cada intervalo, calcula-se então a entropia (H_i), ou quantidade de informação, de cada intervalo:

$$H_i = p_i * \log_2(p_i)^{-1}$$

E a entropia máxima do sistema:

$$H^{max} = \log_2 N$$

Onde N é o número de intervalos no qual a amostra está dividida, no caso 16.

Assim,

$$H^{max} = \log_2 16$$

$$H^{max} = 4$$

Comparando-se a entropia de cada intervalo à entropia máxima do sistema, obtém o grau de desorganização do sistema (H/H^{max}), e, por fim, sua complexidade ($\Gamma_{\alpha,\beta}$):

$$\Gamma_{\alpha,\beta} = (1 - H/H^{max})^\alpha (H/H^{max})^\beta$$

Como α e β são parâmetros arbitrários, optou-se aqui por $\alpha = \beta = 0,5$.

4.3 Resultados

Aplicados os cálculos descritos acima à série temporal escolhida, foram obtidos os resultados resumidos na tabela abaixo, para cada partição da amostra:

Grupo	Min	Max	N.Ocorrências	Probabilidade	Entropia	Desorganização	Organização	Complexidade
H1	1,200	1,375	9	0,30%	0,02530	0,00633	0,99367	0,07928
H2	1,375	1,550	2	0,07%	0,00708	0,00177	0,99823	0,04204
H3	1,550	1,725	239	8,03%	0,29213	0,07303	0,92697	0,26019
H4	1,725	1,900	734	24,66%	0,49805	0,12451	0,87549	0,33016
H5	1,900	2,075	335	11,25%	0,35465	0,08866	0,91134	0,28426
H6	2,075	2,250	389	13,07%	0,38364	0,09591	0,90409	0,29447
H7	2,250	2,425	364	12,23%	0,37071	0,09268	0,90732	0,28998
H8	2,425	2,600	154	5,17%	0,22103	0,05526	0,94474	0,22848
H9	2,600	2,775	135	4,53%	0,20238	0,05059	0,94941	0,21917
H10	2,775	2,950	299	10,04%	0,33301	0,08325	0,91675	0,27626
H11	2,950	3,125	135	4,53%	0,20238	0,05059	0,94941	0,21917
H12	3,125	3,300	50	1,68%	0,09902	0,02476	0,97524	0,15538
H13	3,300	3,475	27	0,91%	0,06153	0,01538	0,98462	0,12307
H14	3,475	3,650	68	2,28%	0,12454	0,03113	0,96887	0,17368
H15	3,650	3,825	24	0,81%	0,05607	0,01402	0,98598	0,11756
H16	3,825	4,000	13	0,44%	0,03423	0,00856	0,99144	0,09211

Figura 6: Resultados obtidos.

Aplicando-se os números obtidos à cada observação correspondente, e respeitando a ordem cronológica das observações, chega-se ao gráfico abaixo, que resume a evolução da complexidade do sistema no tempo.

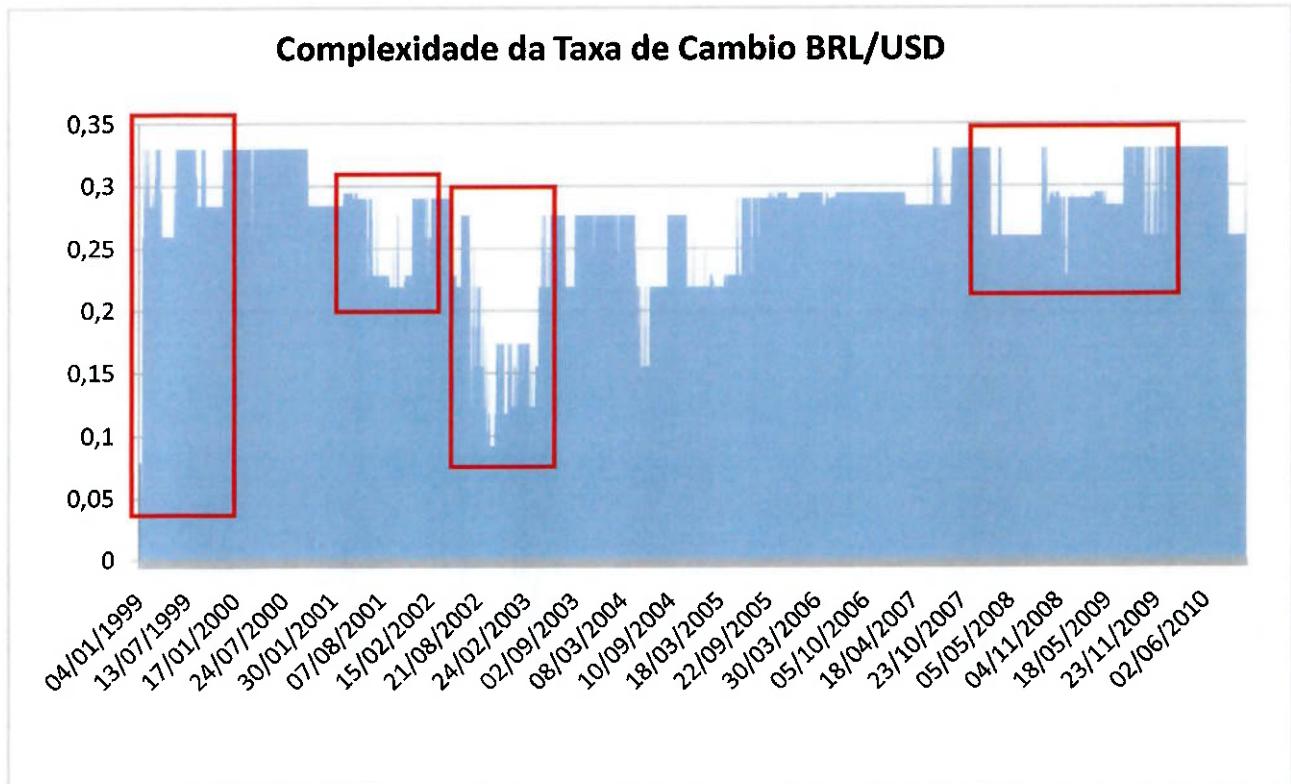


Figura 7: Evolução da complexidade do sistema.

É importante destacar que, conforme explicitado no primeiro capítulo, quanto mais próxima de zero estiver a medida de complexidade, maior é o nível de aleatoriedade do sistema. Desta forma, é interessante notar como os eventos analisados no capítulo anterior influenciam a complexidade da série como um todo.

O ponto que mais chama atenção no gráfico é o grande "vale" que se forma ao final do ano de 2002. Neste momento, quando a taxa de cambio dólar-real dispara devido ao receio do investidor estrangeiro da provável eleição de Lula, a complexidade cai aos menores níveis de toda a série, chegando bem próxima a zero (0,09 em outubro/2002), acumulando uma variação negativa de 67% em relação ao nível de complexidade de julho do mesmo ano (0,27). Ou seja, naquela época, o comportamento da taxa de cambio era quase que totalmente aleatório.

Esta queda de complexidade é superada apenas pela que ocorre logo no início da série, em janeiro de 1999, quando esta chega a pouco mais de 0,04. Porém, este fato foi induzido pelo Governo, ao promover a desvalorização "artificial" da moeda, o que não deixa de ser um reflexo da crise cambial que já se anunciava.

Assim como no final do ano de 2002 e início de 1999, observam-se depressões (destacadas no gráfico) das medidas de complexidade, causadas pela Crise Cambial de 1999, quando a complexidade caiu em 21% (de 0,33 para 0,26); em setembro/2001, variação de -4%, devido aos ataques terroristas aos Estados Unidos; e na segunda metade do ano de 2008, quando a medida de complexidade passeia entre as faixas de 0,26; 0,28; 0,29 e 0,33; devido à Crise *Subprime*. Interessante notar que esta última crise não implica em grandes quedas de complexidade, mas sim em muita volatilidade, durante uma grande janela de tempo, que se inicia ao final do ano de 2007, chega ao seu ápice em setembro de 2008, e pode-se dizer que se reflete até os dias de hoje, especialmente através da situação fiscal de alguns países europeus.

Por fim, vale observar que surge também uma depressão da complexidade por volta de junho/2004, evento este que não é analisado neste estudo, mas certamente será assunto para trabalhos futuros.

Como a eleição do Lula foi um evento muito extremo, buscou-se analisar a série apenas após os primeiros seis meses de seu primeiro Governo, quando o pânico inicial do investidor estrangeiro já havia desaparecido. De qualquer forma, conforme mostra o gráfico abaixo, os resultados não variaram muito dos encontrados nos cálculos com a série original.

Por fim, é bem interessante notar como a Crise *Subprime*, considerada a pior crise financeira mundial após a Grande Depressão de 1930, não afetou tanto³ a economia do Brasil como um todo, o que comprova o atual fortalecimento dos fundamentos macroeconômicos do país.

³ Apesar de ter gerado grandes perdas para algumas empresas brasileiras devido à inesperada alta do dólar, em particular.

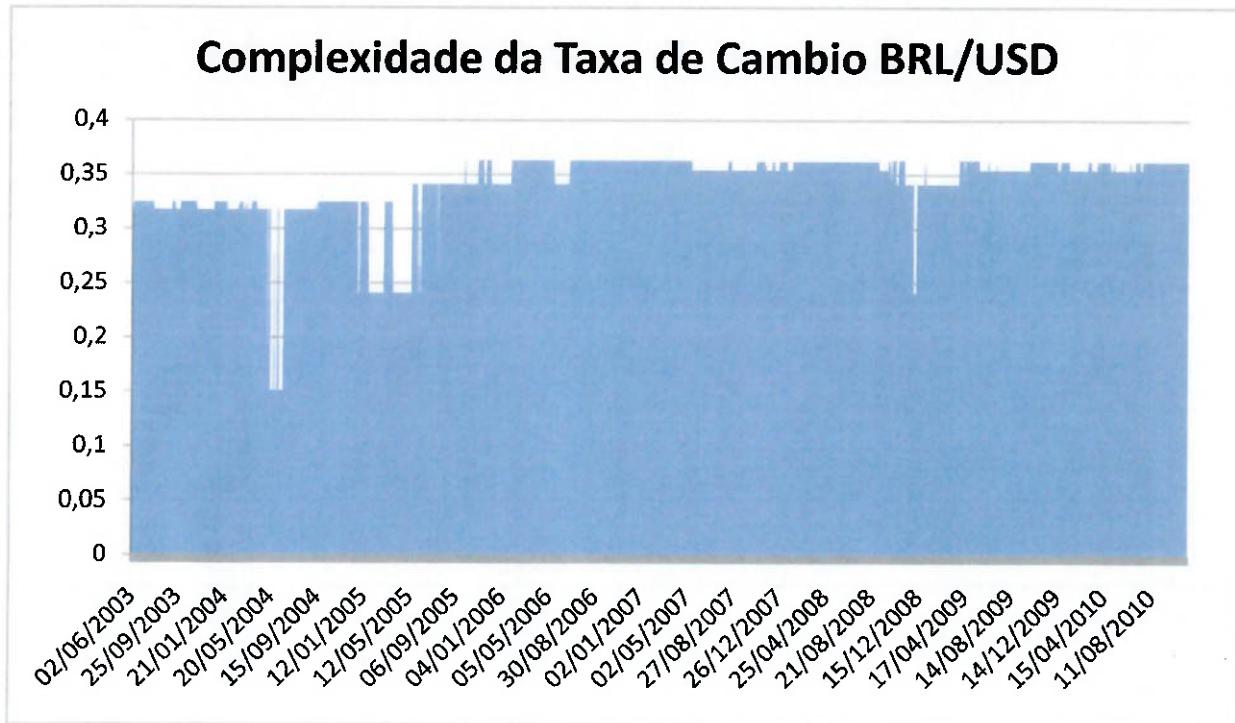


Figura 8: Complexidade da taxa de cambio BRL/USD durante o Governo Lula.

5. Conclusões

Este estudo buscou analisar o comportamento da taxa de cambio dólar-real frente à crises financeiras. Para tal foram aplicados os conceitos físicos de Entropia e Complexidade à uma série temporal de 11 anos, que tem início em janeiro de 1999, quando foi adotado o regime de cambio flutuante no país, e fim em novembro de 2010.

Foram analisados quatro eventos independentes: a Crise Cambial de 1999, os ataques terroristas de setembro de 2001, a Crise Pré-Eleição do Lula ao final de 2002 e inicio de 2003, e a mais recente crise financeira global, a Crise *Subprime*.

Observou-se que a complexidade da série foi afetada pelos quatro eventos, e que o de 2002 foi, de longe, o mais severo de todos. Donde se pode concluir que a taxa de cambio dólar-real é um ótimo termômetro das condições econômicas do país, e mundiais de forma geral, traduzidas pelo grau de aversão ao risco do investidor estrangeiro. As variações da medida de complexidade da série constituem boa medida para a definição de crises, e, por que não, uma forma interessante de antecipá-las através de constante monitoramento.

Para futuros estudos seria instigante aplicar os conceitos aqui usados a uma série de cambio mais longa. Porém isto requer cuidadoso, e polêmico, tratamento dos dados, tendo em vista todas as mudanças de moedas e altas taxas de inflação pelas quais o país passou desde a Ditadura Militar.

Referências Bibliográficas

ANBIMA. BC anuncia Nova Metodologia para Cálculo da Ptax, setembro/2010 (disponível em <http://www.anbima.com.br/imprensa/analise/20100927.asp>)

AVERBUG, A. e GIAMBIAGI, F.. **A Crise Brasileira de 1998/1999 – Origens e Consequências**. BNDES: Textos para Discussão – 77, maio/2000.

Banco Central do Brasil: **Taxas de Cambio** (disponível em <http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/port/ptaxnpesq.asp?id=txcotacao>)

BONOMO, M. e TERRA, C. *The Political Economy of Exchange Rate Policy in Brazil: 1964-1997*. Fundação Getúlio Vargas, março/1999.

BORDO, M. e LANE, J.L. *The Lessons from Banking Panics in the United States in the 1930s for the Financial Crisis of 2007-2008*. NBER Working Paper 16365, setembro/2010.

CASTRO, L.B. **Esperança, Frustração e Aprendizado: a História da Nova República (1985-1989)** in Economia Brasileira Contemporânea (1945-2004). Elsevier, 2005.

Chicago Tribune. **Markets Reopen, Plunge**, setembro/2001 (disponível em <http://www.chicagotribune.com/business/chi-010917markets,0,5287650.story>)

EBELING *et al.* **Entropy, Complexity, Predictability, and Data Analysis of time Series and Letter Sequences in The Science of Disasters: Climate Disruptions, Heart Attacks, and Market Crashes.** Springer, 2002.

FILHO, E. G. **Cambio, Ouro e Dívida Externa – de Figueiredo a FHC.** Editora Saraiva, 2002.

FMI. FMI .Press Release 02/40, setembro 2002 (disponível em <http://www.imf.org/external/np/sec/pr/2002/pr0240.htm>)

Folha OnLine. Especial 2002 – Eleições (disponível em <http://www1.folha.uol.com.br/folha/especial/2002/eleicoes/>)

GORETTI, Manuela. **The Brazilian Currency Turmoil of 2002: A Nonlinear Analysis.** University of Warwick. 2005.

HERMAN, J. **Reformas, Endividamento Externo e o “Milagre Econômico” (1964-1973)** in Economia Brasileira Contemporânea (1945-2004). Elsevier, 2005.

HERMAN, J. **Auge e Declínio do Modelo de Crescimento com Endividamento: O II PND e a Crise da Dívida Externa (1974-1984)** in Economia Brasileira Contemporânea (1945-2004). Elsevier, 2005.

IPEADATA (disponível em <http://www.ipeadata.gov.br>)

MAKINEN, G. **The Economic Effects of 9/11: A Retrospective Assessment (Congress Report)** setembro/2002 (disponível em <http://www.fas.org/irp/crs/RL31617.pdf>)

MANTEGNA, R.N. e STANLEY, H.E. *Investigations of Financial Markets Using Statistical Physics Methods in The Science of Disasters: Climate Disruptions, Heart Attacks, and Market Crashes*. Springer, 2002.

MOLES, A. *Théorie de l'Information et Perception Esthétique*, Flammarion, Paris, 1958 (tradução *University of Illinois Press*, 1978).

RIBEIRO, J.D.T. **A Crise Financeira Internacional e seus Reflexos na Política Macroeconômica do Brasil (2007-2009)**. Universidade de Brasília, 2010.

QUASTLER, H. *Symposium on Information Theory in Biology*, Pergamon Press, 1958.

SERBONCINI, F.A. **Mudanças Qualitativas na Complexidade de Séries Temporais: Um Estudo Baseado em Entropias Informacionais**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008.

SHANNON, C.E. *A Mathematical Theory of Communication. The Bell System Technical Journal*, Vol. 27, outubro/1948.

SHANNON, C.E. e WEAVER, W. *Mathematical Theory of Communication*. *University of Illinois Press*, 1964.

TEIXEIRA, F.W. **Os Condicionantes da Desvalorização do Real em 2002 sob Enfoque das Teorias de Crises Cambiais** Universidade Federal de Santa Catarina, agosto/2006.