



FACULDADES IBMEC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM
ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONALIZANTE
EM ADMINISTRAÇÃO**

**ANÁLISE DE INVESTIMENTOS NO BRASIL:
1984-2004**

RICARDO BERRETTA PAVIE

Banca:

Prof. Dr. Roberto Marcos da Silva Montezano (orientador)

Prof. Dr. Marco Antonio Cunha de Oliveira

Prof. Dr. Luis Perez Zotes (UFF RJ)

Rio de Janeiro, 30 de novembro de 2005.

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

332.670981 P338 Pavie, Ricardo Berretta.
Análise de investimentos no Brasil: 1984 - 2004 /
Ricardo Berretta Pavie. Rio de Janeiro: Faculdades Ibmecc,
2005.

Dissertação de Mestrado Profissionalizante
apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Administração das Faculdades Ibmecc, como requisito
parcial necessário para a obtenção do título de Mestre em
Administração.

Área de concentração: Finanças

1. Análise de investimentos - Brasil. 2. Retorno de longo
prazo. 3. Classe de ativos. 4. Carteira de risco mínimo. 5.
Teste de hipóteses.

DEDICATÓRIA

A minha esposa, Juliana, por todo seu amor, carinho, compreensão e dedicação que foi fundamental para a execução deste trabalho e que é fundamental para minha vida.

Aos meus pais, Roberto e Sandra, por todo carinho, ensinamento e dedicação que tiveram e tem comigo ao longo da vida.

Aos meus avós maternos e paternos, Luiz e Paulina (in memoriam), Paulo (in memoriam) e Cléa (in memoriam), que deixaram aquelas doces recordações de minha infância.

A minha irmã e meu cunhado, por terem me dado de presente um amável e risonho afilhado, o Christopher.

Ao meu sogro e a minha sogra, Julio e Leila, por terem me recebido com tanto amor e carinho em suas vidas.

Ao Yankee, por ser o melhor amigo que uma pessoa pode ter na vida.

“A vida é uma peça de teatro que não permite ensaios. Por isso cante, chore, dance e ria. Viva intensamente antes que a cortina se feche e a peça termine sem aplausos”.

Autor desconhecido

AGRADECIMENTOS

A FURNAS – Centrais Elétricas S.A., nas pessoas dos seus funcionários e ex-funcionários, senhores Lincoln Espíndola Berretta, Mario Jorge Toschi Lima Rocha, Victor Albano da Silva Esteves, Ivo Sergio Baran, Ricardo Carneiro Gurgel, Caio Pompeu de Souza Brasil Neto, Boris Garbati Gorestin e Roberto Silvano Della Nina, por viabilizarem, incentivarem e contribuírem para a elaboração deste trabalho,

Ao Prof. Dr. Roberto Marcos da Silva Montezano, pela paciência, orientação e dedicação durante todo o desenvolvimento do trabalho,

Ao Prof. Dr. Marco Antonio Cunha de Oliveira, que incentivou a difusão de minhas idéias através seu grande conhecimento acadêmico,

Ao Prof. Dr. Luis Perez Zotes, pela forma gentil que aceitou participar da banca examinadora e pelas críticas construtivas durante a apresentação do projeto,

A Prof.^a Dra. Maria Augusta Soares Machado, pelo grande apoio estatístico,

A todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a viabilização deste trabalho.

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	iii
ÍNDICE DE TABELAS.....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	2
1.2.1. Contextualização.....	2
1.2.2. Formulação.....	3
1.3. OBJETIVO.....	4
1.4. JUSTIFICATIVA DO ESTUDO.....	5
1.5. RELEVÂNCIA DO ESTUDO.....	6
1.5.1. Delimitação do Estudo.....	7
1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	7
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1. TEORIA DE SELEÇÃO DE CARTEIRA.....	9
2.2. CARTEIRA DE RISCO MÍNIMO.....	11
2.3. DESEMPENHO DE CARTEIRA.....	14
2.4. DESEMPENHO DE CLASSES DE ATIVOS INTERNACIONAIS.....	15
2.5. SÍNTESE DA REVISÃO.....	21

3.	ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DO MERCADO FINANCEIRO	
	BRASILEIRO.....	22
3.1.	BASE DE DADOS.....	22
3.2.	DESCRIÇÃO DAS CLASSES DE ATIVOS.....	23
3.2.1.	Dólar Comercial.....	23
3.2.2.	Ouro Físico.....	23
3.2.3.	CDB Pré.....	23
3.2.4.	Caderneta de Poupança.....	23
3.2.5.	<i>Overnight</i> Bruto.....	24
3.2.6.	Ibovespa.....	24
3.3.	METODOLOGIA DAS ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS.....	24
3.3.1.	Retorno Simples (R_s).....	24
3.3.2.	Retorno Nominal x Retorno Real.....	25
3.3.3.	Retorno Acumulado (R_a).....	25
3.3.4.	Retorno Geométrico Médio.....	25
3.3.5.	Retorno Aritmético Médio.....	26
3.3.6.	Mediana.....	26
3.3.7.	Variância.....	26
3.3.8.	Desvio Padrão.....	27
3.3.9.	Coeficiente de Variação.....	27
3.3.10.	Coeficiente de Assimetria.....	27
3.3.11.	Coeficiente de Curtose.....	28
3.3.12.	Coeficiente de Correlação.....	29
3.3.13.	Prêmio de Risco sobre Ações.....	29

3.3.14.	Retorno por Unidade de Risco (RUR).....	30
3.4.	REVISÃO DO DESEMPENHO ACUMULADO DAS CLASSES DE ATIVOS.....	31
3.4.1.	Período: 1984 – 2004.....	31
3.4.2.	Período: Pré Plano Real.....	32
3.4.3.	Período: Pós Plano Real.....	34
3.5.	RETORNOS REAIS E RISCOS DAS CLASSES DE ATIVOS.....	35
3.5.1.	Dólar Comercial.....	35
3.5.2.	Ouro Físico.....	37
3.5.3.	CDB-Pré.....	38
3.5.4.	Caderneta de Poupança.....	39
3.5.5.	<i>Overnight</i> Bruto.....	41
3.5.6.	Ibovespa.....	42
3.5.7.	Retornos Nominais e Reais: 1984 – 2004.....	46
3.6.	PRÊMIO DE RISCO SOBRE AÇÕES.....	48
3.7.	CORRELAÇÃO DAS CLASSES DE ATIVOS.....	50
3.8.	HORIZONTE DE TEMPO.....	51
3.9.	SÍNTESE DOS RESULTADOS.....	53
4.	METODOLOGIAS PARA O TRATAMENTO DE HIPÓTESES E MONTAGEM DE MACRO CARTEIRAS.....	54
4.1.	TESTE DE HIPÓTESES.....	56
4.1.1.	Teste de Normalidade.....	59
4.1.2.	Testes Paramétricos.....	61
4.1.2.1.	Teste de Hipóteses z Sobre uma Média.....	61

4.1.2.2.	Teste de Hipóteses z para Diferença entre Duas Médias.....	62
4.1.2.3.	Teste de Hipóteses t para Diferença entre Duas Médias.....	64
4.1.2.4.	Teste de Hipóteses f para Diferença entre Duas Variâncias....	65
4.1.3.	Testes Não Paramétricos.....	66
4.1.3.1.	Teste de Kolmogorov-Smirnov para duas Amostras.....	66
4.1.3.2.	Teste de Wilcoxon Signed Rank.....	68
4.2.	MONTAGEM DE MACRO CARTEIRAS.....	71
4.2.1.	Modelo de Otimização.....	71
4.2.2.	Estatísticas Descritivas.....	72
4.2.3.	Carteira Homogênea.....	72
4.2.4.	Fronteira Eficiente.....	72
4.2.5.	Teste de Hipóteses.....	73
4.3.	LIMITAÇÕES.....	73
5. RESULTADO E ANÁLISE DOS TESTES.....		74
5.1.	TESTE DE NORMALIDADE.....	74
5.1.1.	Classes de Ativos: Pré Plano Real.....	75
5.1.2.	Classes de Ativos: Pós Plano Real.....	76
5.1.3.	Prêmio de Risco Sobre Ações (PRA): Pré Plano Real.....	77
5.1.4.	Prêmio de Risco Sobre Ações (PRA): Pós Plano Real.....	79
5.2.	TESTES PARAMÉTRICOS.....	80
5.2.1.	Teste de Hipótese z para Uma Média.....	80
5.2.1.1.	Período Pré Plano Real.....	81
5.2.1.2.	Período Pós Plano Real.....	82
5.2.2.	Teste de Hipóteses z para Diferença entre Duas Médias.....	82

5.2.3.	Teste de Hipóteses t para Diferença entre Duas Médias.....	84
5.2.4.	Teste de Hipóteses f para Diferença entre Duas Variâncias.....	86
5.3.	TESTES NÃO PARAMÉTRICOS.....	87
5.3.1.	Teste de Kolmogorov-Smirnov para Duas Amostras.....	88
5.3.2.	Teste de Wilcoxon Signed Rank.....	89
5.4.	SÍNTESE DAS EVIDÊNCIAS ESTATÍSTICAS.....	91
5.5.	CARTEIRA DE RISCO MÍNIMO.....	92
5.5.1.	Estatísticas Descritivas	95
5.5.2.	Carteira Homogênea.....	96
5.5.3.	Teste de Normalidade.....	98
5.5.3.1.	Período Pré Plano Real.....	98
5.5.3.2.	Período Pós Plano Real.....	99
5.5.4.	Teste de Hipótese z para Diferenças entre Duas Médias.....	100
5.5.5.	Teste de Hipótese f para Diferença entre Duas Variâncias.....	102
5.5.6.	Fronteira Eficiente.....	103
5.6.	IMPLICAÇÕES PARA O INVESTIDOR.....	104
6 .	CONCLUSÕES.....	106
	BIBLIOGRAFIA.....	111
	APÊNDICE	116

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Erros nas Médias, Variâncias e Covariâncias.....	12
Tabela 2 – Desvio Padrão e Retorno Anual Nominal de Classes de Ativos nos Estados Unidos: 1926-1999.....	17
Tabela 3 – Desvio Padrão e Retorno Anual Real de Classes de Ativos nos Estados Unidos: 1926-1999.....	17
Tabela 4 – Retornos Nominais Máximos e Mínimos de Classes de Ativos nos Estados Unidos: 1926-1999.....	18
Tabela 5 – Correlação dos Retornos Reais das Classes de Ativos dos Estados Unidos: 1926-1999.....	19
Tabela 6 - Retornos Nominais Anuais em Ações, Bônus, Notas e Inflação do Mercado Dinamarquês: 1900 - 2001.....	19
Tabela 7 - Retornos Reais Anuais em Ações, Bônus e Notas do Mercado Dinamarquês: 1900 - 2001.....	20
Tabela 8 – Prêmio de Risco Real Anual sobre Ações no Mercado Dinamarquês: 1900 - 2001.....	20
Tabela 9 – Retornos Reais Acumulados: 1984-2004.....	32
Tabela 10 – Retornos Reais Acumulados: 01/1984 06/1994.....	33
Tabela 11 – Retornos Reais Acumulados: 07/1994 - 12/2004.....	35

Tabela 12 – Retornos Reais Anuais Máximos e Mínimos das Classes de Ativos: 1984-2004.....	43
Tabela 13 – Retornos Reais Anuais Máximos e Mínimos das Classes de Ativos: Pré Plano Real.....	44
Tabela 14 – Retornos Reais Anuais Máximos e Mínimos das Classes de Ativos: Pós Plano Real	44
Tabela 15 – Retornos Reais Anuais das Classes de Ativos : 1984-2004.....	44
Tabela 16 – Estatísticas Descritivas Anuais das Classes de Ativos: 1984 – 2004.....	45
Tabela 17 – Estatísticas Descritivas Anuais das Classes de Ativos: Pré Plano Real.....	45
Tabela 18 – Estatísticas Descritivas Anuais das Classes de Ativos: Pós Plano Real.....	46
Tabela 19 – Desvio Padrão e Retorno Nominal Anual Médio de Classes de Ativos Brasileiros: 1984-2004.....	47
Tabela 20 – Desvio Padrão e Retorno Real Anual Médio de Classes de Ativos Brasileiros: 1984-2004.....	47
Tabela 21 – Desvio Padrão e Retorno Real Anual Médio de Classes de Ativos Brasileiros: Pré Plano Real.....	48
Tabela 22 – Desvio Padrão e Retorno Real Anual Médio de Classes de Ativos Brasileiros: Pós Plano Real.....	48
Tabela 23 – Prêmio de Risco Real Médio Anual Sobre Ações no Mercado Internacional.....	49

Tabela 24 – Correlação dos Retornos Reais Anuais das Classes de Ativos: Pré Plano Real.....	51
Tabela 25 – Correlação dos Retornos Reais Anuais das Classes de Ativos: Pós Plano Real.....	51
Tabela 26 – Retorno Real Acumulado das Classes de Ativos ao Longo dos Anos.....	52
Tabela 27 – Rentabilidade Real Acumulada dos Ativos no Curto Prazo e no Longo Prazo....	52
Tabela 28 – Tipos de Erros no Teste de Hipótese.....	57
Tabela 29 – Valores Críticos do D para o Teste de Kolmogorov-Smirnov para uma amostra.....	60
Tabela 30 – Valores Críticos de $D_{m,n}$ para o teste de duas amostras de Kolmogorov-Smirnov.....	67
Tabela 31 – Kolmogorov-Smirnov para uma amostra (Classe de Ativos): Pré Plano Real.....	75
Tabela 32 – Kolmogorov-Smirnov para uma amostra (Classe de Ativos): Pós Plano Real.....	76
Tabela 33 – Resultado dos Testes de Normalidade para Classes de Ativos.....	77
Tabela 34 – Kolmogorov-Smirnov para uma amostra (Prêmio de Risco Sobre Ações): Pré Plano Real.....	78
Tabela 35 – Kolmogorov-Smirnov para uma amostra (Prêmio de Risco Sobre Ações): Pós Plano Real.....	79

Tabela 36 – Teste z para o Prêmio de Risco Real Médio Mensal sobre Ações: Pré Plano Real.....	81
Tabela 37 – Teste z para o Prêmio de Risco Real Médio Mensal sobre Ações: Pós Plano Real.....	82
Tabela 38 – Teste de Hipótese z para Diferença entre Duas Médias: Pré Plano Real x Pós Plano Real.....	83
Tabela 39 – Resultados dos Testes t para a Correlação das Classes de Ativos.....	85
Tabela 40 – Resumo das Decisões dos Testes “t” para Diferenças de Correlação das Classes de Ativos.....	85
Tabela 41 – Teste de Hipótese f para Diferença entre Duas Variâncias: Pré Plano Real x Pós Plano Real.....	87
Tabela 42 – Valores Críticos de $D_{m,n}$	88
Tabela 43 – Teste de Kolmogorov-Smirnov por Classe de Ativos (1984-2004).....	89
Tabela 44 – Teste de Wilcoxon Signed Rank (1984-2004).....	90
Tabela 45 – Composição das Carteiras de Risco Mínimo.....	93
Tabela 46 – Estatísticas Descritivas Anuais das Carteiras de Risco Mínimo.....	96
Tabela 47 – Risco e Retorno Real Médio Anual das Carteiras de Risco Mínimo e Homogênea.....	98

Tabela 48 – Kolmogorov-Smirnov para uma amostra (Carteira de Risco Mínimo): Pré Plano Real.....	99
Tabela 49 – Kolmogorov-Smirnov para uma amostra (Carteira de Risco Mínimo): Pós Plano Real.....	100
Tabela 50 – Teste z para diferença entre Duas Médias: Carteira de Risco Mínimo (1984- 2004).....	101
Tabela 51 – Teste f para diferença entre Duas Variâncias: Carteira de Risco Mínimo (1984- 2004).....	102

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Fronteira de Mínima Variância dos Ativos de Risco.....	13
Gráfico 2 – Valor Real Acumulado das Classes de Ativos: 1984-2004.....	31
Gráfico 3 - Valor Real Acumulado das Classes de Ativos: 01/1984 – 06/1994.....	33
Gráfico 4 – Valor Real Acumulado das Classes de Ativos: 07/1994 – 12/2004.....	34
Gráfico 5 – Rentabilidade Real Anual do Dólar Comercial (1984-2004).....	36
Gráfico 6 – Rentabilidade Real Anual do Ouro Físico (1984-2004).....	37
Gráfico 7 – Rentabilidade Real Anual do CDB-Pré (1984-2004).....	39
Gráfico 8 – Rentabilidade Real Anual da Caderneta de Poupança (1984-2004)	40
Gráfico 9 – Rentabilidade Real Anual do Overnight (1984-2004).....	41
Gráfico 10 – Rentabilidade Real Anual do Ibovespa (1984-2004).....	43
Gráfico 11 – Prêmio de Risco Real Médio Anual sobre Ações (1984-2004).....	49
Gráfico 12 – Árvore de Decisão dos Testes de Hipóteses.....	70
Gráfico 13 – Composição das Carteiras de Risco Mínimo.....	94
Gráfico 14 – Relação Risco e Retorno Média Anual da Carteira de Risco Mínimo (1984-2004).....	95

Gráfico 15 – Rentabilidade Real Média Anual da Carteira de Risco Mínimo x Carteira Homogênea.....	97
Gráfico 16 – Desvio Padrão Real Médio Anual da Carteira de Risco Mínimo x Carteira Homogênea.....	97
Gráfico 17 – Fronteira Eficiente da Carteira de Risco Mínimo (Pré Plano Real).....	103
Gráfico 18 – Fronteira Eficiente da Carteira de Risco Mínimo (Pós Plano Real).....	104

RESUMO

Esta dissertação se propõe a analisar o desempenho dos retornos reais mensais das principais classes de ativos (Ouro Físico, Dólar Comercial, Ibovespa, *Overnight* Bruto, Caderneta de Poupança e CDB Pré) do mercado financeiro brasileiro, isoladas e agrupadas numa carteira teórica de risco mínimo, entre 1984 a 2004. O estudo é segmentado em dois períodos, pré e pós Plano Real, para que possamos comparar como se comportaram os retornos e riscos das principais classes de ativos e da carteira teórica de risco mínimo após a inserção de um Plano de estabilização econômica no Brasil.

A metodologia baseada em diferentes testes de hipóteses (paramétrico e não paramétrico) busca avaliar se as diferenças ocorridas nas médias, medianas, variâncias e correlações dos retornos reais das classes de ativos foram significativas de um período para o outro. A modelagem da macro carteira de risco mínimo busca avaliar quais alterações ocorreram na composição da carteira após o Plano Real, avaliando se houve um deslocamento da fronteira eficiente na qual a carteira de risco mínimo está inserida e verificando o desempenho da carteira de risco mínimo frente a uma carteira homogênea, com risco igualmente diversificado.

ABSTRACT

The purpose of this dissertation is to analyze the monthly real returns performance of the main assets classes (Gold, Dollar, Brazilian Stock Exchange Index, Overnight, Savings and CDB) in the Brazilian financial market, independently and grouped in a minimum risk theoretical portfolio, from 1984 to 2004. The study is divided in two periods, before and after the Real Plan, in order to compare the performance of the risk and returns of the principal assets classes and the minimum risk theoretical portfolio after the introduction of an economic stabilization Plan in Brazil.

The methodology based in different hypothesis tests (parametric and non parametric) intend to verify if the differences happened in the average, median, variances and correlations of the asset classes real returns were significant from one period to another. The minimum risk portfolio model intends to verify which modifications happened in the portfolio composition after the Real Plan, thus checking if the efficient frontier curve, in which the minimum risk portfolio lies, had changed its position and analyzing the performance of the minimum risk portfolio against an equally diversified risk portfolio.

1. INTRODUÇÃO

A análise de investimentos tem um papel fundamental na vida dos indivíduos que buscam alternativas para aplicar seus recursos financeiros em classes de ativos que tenham rentabilidades superiores para um determinado grau de risco. De acordo com Sá (1999), a análise de investimentos surgiu, do ponto de vista técnico, nos Estados Unidos na década de 20. Nesta época, ao perceberem que havia um grande interesse pelos ativos de investimento, os estatísticos começaram a preparar trabalhos baseados em dados do mercado.

Para Kassai (2000), o retorno do investimento não é somente crucial para o equilíbrio da economia de um país, como para a continuidade e sobrevivência das empresas. Cada investidor se depara com diversas opções de ativos de investimento, e a definição de qual percentual deve ser alocado em cada ativo pode ser uma tarefa complexa (Elton et al, 2003). De acordo com Reilly e Wright (2004), com a expansão dos mercados globais e dos novos instrumentos de investimento, está crescendo o interesse sobre os riscos e retornos de diferentes tipos de ativos.

Frente aos diversos tipos de ativos oferecidos no mercado financeiro brasileiro, cada investidor necessita avaliar a performance destes, visando tomar decisões sobre o destino de seus recursos. Através de ferramentas apropriadas, os indivíduos poderão selecionar qual será

o melhor investimento para seu capital baseado em seu perfil de risco que, de forma sucinta, pode ser categorizado, como: conservador, moderado ou agressivo.

Investidores com perfil conservador são, de um modo geral, aqueles que têm uma grande aversão ao risco. Estes preferem rendimentos menores, uma vez que não aceitam ter grandes perdas. Já os que têm um perfil moderado, buscam rentabilidades um pouco superiores que a dos conservadores, pois sua aversão ao risco é um pouco menor e aceitam alguma variação maior no principal investido. Os investidores agressivos têm um enorme apetite por risco e estão sempre em busca dos maiores retornos que, por sua vez, vêm acompanhados de grandes riscos, quando os mercados funcionam eficientemente.

1.2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

1.2.1. Contextualização

A partir de julho de 1994, o ambiente macroeconômico brasileiro sofreu modificações devido ao início de um plano de estabilização econômica, o Plano Real, que introduziu uma nova moeda no país e buscou reduzir drástica e permanentemente a taxa de inflação. De fato, os anos seguintes mostraram que: a) o patamar inflacionário baixou para quase um dígito anual, caindo de uma inflação média¹ de 823,6%a.a. para 11,5%a.a. e, b) o desvio padrão da inflação também apresentou reduções significativas, baixando de 2057%a.a. para 10,8%a.a.. Logo, ativos que antes do Plano Real eram vistos como conservadores e com pouca exposição ao risco por estarem indexados a taxa de inflação, podem ter perdido sua atratividade e sua

¹ Média Geométrica do IPCA nos 10 anos que antecedem o Plano Real e nos 10 anos após o Plano Real

relação risco retorno pode ter sido alterada, tornando-os mais arriscados, enquanto outros podem ter se mantido inalterados.

A mudança do macro ambiente pode ter afetado as características de risco e retorno dos (a) ativos financeiros individuais e (b) das carteiras de ativos. A alteração no perfil dos ativos faz com que os investidores tenham que reavaliar suas alocações de capital, evitando assim mudanças indesejadas no grau de risco de sua carteira. A não reavaliação dos ativos pode fazer com que os investidores mudem sua exposição ao risco sem tomar conhecimento. Em outras palavras, é necessário que o investidor reavalie se a composição de sua carteira de ativos não está sofrendo alteração na relação risco e retorno com o passar do tempo. Segundo Sá (1999), é muito importante que, periodicamente, o investidor reavalie seus ativos e a composição de sua carteira, reestruturando a carteira frente aos novos cenários.

1.2.2. Formulação

Ao compararmos os períodos pré e pós Plano Real, podemos elaborar a seguinte questão de pesquisa:

Houve mudança estrutural nas características dos retornos e riscos reais das principais classes de ativos do mercado financeiro brasileiro de antes para após o Plano Real ?

Baseado em um conjunto de análises, iremos investigar o questionamento acima, baseando nosso estudo em algumas questões pontuais a serem elaboradas a seguir:

a) Quais foram as classes de ativos que apresentaram a melhor relação risco retorno, pré Plano Real e pós Plano Real ?

- b) Quais classes de ativos foram mais bem recompensadas, independente do risco ?
- c) Será que houve alteração na correlação média anual entre as classes de ativos ?
- d) Os ativos mantiveram sua volatilidade, isto é, será que os ativos mudaram seu perfil de risco ?
- e) Será que as carteiras eficientes de risco mínimo sofreram modificações em suas composições, após o Plano Real? Houve deslocamento da fronteira eficiente ?
- f) Será que existiu um Prêmio de Risco sobre Ações em algum dos dois períodos analisados ?

1.3. OBJETIVO

Esta dissertação se propõe a analisar o comportamento das principais classes de ativos do mercado de capitais brasileiro nos últimos 20 anos (1984 à 2004), destacando as principais alterações ocorridas nestes ativos financeiros antes e após o Plano Real. Este trabalho seguirá de perto os objetivos e metodologias apresentadas nos estudos do Ibbotson (2000) no mercado americano entre 1926 a 1999, no artigo de Parum (2000) sobre o mercado dinamarquês e na análise de Chopra e Ziemba (1993) sobre o impacto relativo dos erros na estimativa de médias variâncias e covariâncias.

As classes de ativos que serão utilizadas no estudo serão: (a) Dólar Comercial, (b) Ouro Físico, (c) CDB Pré 30 dias, (d) Caderneta de Poupança, (e) *Overnight* Bruto e (f) Índice da Bolsa de Valores de São Paulo, por representarem as opções de investimento mais comuns e disponíveis para os investidores que pretendem aplicar suas reservas monetárias.

Baseado em estudos empíricos, este trabalho buscará avaliar o desempenho destas classes de ativos disponíveis no mercado financeiro brasileiro, destacando as características destes ativos antes e após o Plano Real. Além de fornecer o comportamento da relação de risco e retorno dos ativos ao longo dos anos e suas correlações, este trabalho também irá destacar diversas questões com respeito a mudanças de desempenho destes ativos isolados e agrupados em uma carteira.

Os objetivos deste trabalho podem ser divididos, resumidamente, em quatro partes: (a) analisar descritivamente os retornos de cada classe de ativo antes e após o Plano Real, (b) verificar se as classes de ativos e as carteiras de risco mínimo apresentam a mesma distribuição de retornos em ambos os períodos, (c) avaliar se houve alteração na composição da carteira de risco mínimo de antes e após o Plano Real e (d) testar se o prêmio de risco sobre ações antes e depois do Plano Real é nulo.

1.4. JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

O estudo sobre a performance de classes de ativos é muito difundido nos Estados Unidos, tendo nomes como Fama & French (2001), Malkiel (1998), Ellis (1998), Gitman (2003) dentre outros, como grandes contribuidores. No Brasil, segundo nosso conhecimento, não há estudos amplos e atualizados sobre o desempenho de classes de ativos financeiros.

O propósito de estudarmos os retornos dos ativos durante um longo período de tempo, é fornecer aos investidores experiências com eventos passados. Estes eventos incluem períodos de alta e baixa inflação, expansão e recessão, mercados de alta e de baixa, mudanças de governo e outros eventos com menos importância, mas que afetam o retorno dos ativos.

A decisão da criação de carteiras com risco mínimo é baseada no estudo feito por Chopra e Ziemba (1993), no qual destacam a dificuldade do investidor em obter boas previsões para os retornos esperados, ressaltando o impacto relativo do erro na estimativa de médias, variâncias e covariâncias. Segundo os autores, a otimização de carteira focada no risco mínimo não sofre do problema de “erro na média”.

Ao analisar o histórico dos ativos do mercado de capitais, os investidores poderão descobrir não somente as relações básicas entre risco e retorno das diferentes classes de ativos, mas também as relações entre os retornos nominais e reais. Através do estudo do passado, um investidor pode fazer cenários sobre o futuro, pois apesar de os eventos (específicos) que ocorrem no passado não se repitam, os tipos de eventos provavelmente irão ocorrer de novo. Logo, partindo da premissa que os tipos de eventos históricos tendem a se repetir, um estudo sobre o retorno passado dos ativos do mercado de capitais revela-se de grande importância sobre o que os investidores devem esperar no futuro (Ibbotson, 2000).

1.5. RELEVÂNCIA DO ESTUDO

De um modo geral, os recursos em circulação no mercado financeiro brasileiro estão à procura de oportunidades de investimento que tenham taxas de retorno atrativas para um determinado grau de risco. Porém, apesar de existirem diversas opções de investimento, poucas apresentam simplicidade na forma de investir e alta liquidez, fazendo com que a maior parte dos recursos em circulação se concentre em poucas classes de ativos.

Diante disto, é fundamental que os investidores analisem o desempenho passado das diferentes classes de ativos disponíveis, verificando quais foram os impactos gerados após a

implementação de um plano de estabilização, de forma a buscar uma composição de investimentos que otimize sua carteira frente às suas preferências.

1.5.1. Delimitação do Estudo

O estudo será baseado em seis classes de ativos: (a) Dólar Comercial; (b) Ouro Físico; (c) CDB Pré 30 dias; (d) Caderneta de Poupança; (e) *Overnight* Bruto e (f) Ibovespa. De periodicidade anual ou mensal, conforme o caso, o estudo será baseado na rentabilidade real dos ativos: o retorno nominal bruto das classes de ativos será deflacionado pelo Índice de Preços ao Consumidor Ampliado (IPCA). O período de tempo em análise, tem início em janeiro de 1984 e término em dezembro de 2004, tendo a data de julho de 1994 como data de implementação do Plano Real de estabilização econômica. Logo, entende-se que o período pré Plano Real será de janeiro de 1984 a junho de 1994 e o período pós Plano Real será de julho de 1994 a dezembro de 2004.

1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO

Além dessa introdução, a dissertação está estruturada em mais cinco capítulos. No segundo capítulo será feita uma revisão de literatura com destaque para a teoria de seleção de carteiras, carteira de risco mínimo, desempenho de carteira e desempenho de classes de ativos internacionais. No terceiro, será apresentada a metodologia e os resultados de uma análise estatística descritiva das principais classes de ativos brasileiros. No quarto, será demonstrada a metodologia utilizada para os testes de hipóteses e para a montagem da macro-carteira. No

quinto, mostraremos os resultados e as análises dos testes. Finalmente, o último capítulo abordará as conclusões do estudo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

De acordo com John Bogle, a emoção sempre nos leva na direção errada na hora de investir, comprando ações quando estamos muito entusiasmados (geralmente nas máximas do mercado) e vendendo as ações quando estamos preocupados (geralmente nas mínimas do mercado). Se o impulso é o inimigo do investimento, no longo prazo a razão é sua maior aliada, sendo a simplicidade o elemento principal para o sucesso financeiro (Ellis, 1998). Nesse capítulo faremos um breve relato de alguns trabalhos teóricos e empíricos sobre a análise de investimentos.

2.1. TEORIA DE SELEÇÃO DE CARTEIRA

A teoria moderna de carteira teve seu início com o texto *Portfolio Selection*, de Markowitz (1952). O autor demonstrou como criar uma fronteira eficiente de carteiras de investimento, de forma que cada uma delas tivesse a maior taxa de retorno esperada, dado seu nível de risco. As carteiras que tivessem tais características eram conhecidas como carteiras eficientes. Com base nisso, os investidores poderiam decidir qual o percentual que deveria ser alocado nos diferentes tipos de ativos. Através das técnicas de otimização de carteira de Markowitz é

possível baixar o risco da carteira, ao mesmo tempo em que se mantém o seu retorno esperado (Haugen, 2001).

Através da análise do retorno esperado e do risco, o investidor procurará maximizar seu retorno para um dado nível de risco e minimizar seu risco para um dado nível de retorno. Para Markowitz, uma análise de carteira deve começar com a avaliação individual de cada ativo, para posteriormente terminar na criação de uma carteira eficiente que melhor atenderá aos objetivos do investidor. Para isto, é necessário que os investidores tenham acesso aos dados históricos de cada ativo, a fim de poder estimar, com base em hipóteses futuras, o retorno esperado e o risco associado à distribuição dos retornos esperados².

Investidores, baseados em seu grau de aversão a risco, vão optar por carteiras que estejam situadas na fronteira eficiente. Logo, pode-se dizer que a seleção da carteira é uma questão de maximizar a utilidade esperada do investidor (Farrell, 1997). A fonte de utilidade é o consumo, e um importante recurso que pode ser transformado em consumo é o valor da carteira de investimento (riqueza). Uma vez que se está interessado na utilidade derivada dos resultados dos investimentos, é importante focar nos efeitos dos investimentos no nível de riqueza. A relação entre a utilidade e o nível de riqueza pode ser dividida para três tipos de investidores: avesso ao risco, neutro ao risco e a favor do risco. No primeiro caso, a utilidade aumenta com a riqueza, mas a uma taxa de crescimento decrescente; logo, este investidor tem uma utilidade marginal decrescente. Já no segundo, a utilidade aumenta de forma constante para cada aumento de riqueza; este tipo de investidor tem uma utilidade marginal constante.

² Sá (1999) sugere que os investidores baseados na moderna teoria de finanças devem se preocupar com o retorno esperado e o risco. No entanto, em mercados ilíquidos, os investidores devem avaliar também um terceiro parâmetro, a liquidez. No estudo realizado por Sanvicente e Minardi (1998), sobre a influência da liquidez no retorno das ações, foi observado que as ações mais negociadas foram as que tiveram maior rentabilidade, contrariando a afirmativa feita pelos administradores de fundos, no primeiro semestre de 1998, sobre a existência de uma anomalia (existência de um prêmio por falta de liquidez) no mercado de ações brasileiro.

No terceiro e último, cada aumento sucessivo de riqueza traz um bem estar cada vez maior que o anterior. Neste caso o investidor é caracterizado por ter uma utilidade marginal crescente (Haugen, 2001). Conforme citado por Luenberger (1998), o propósito principal da função de utilidade é poder, de forma sistemática, hierarquizar as alternativas que capturam o princípio da aversão a risco.

2.2. CARTEIRA DE RISCO MÍNIMO

Chopra e Ziemba (1993), explicam que o modelo de otimização de média-variância³ é extremamente sensível a erros que possam ocorrer na projeção dos dados (médias, variâncias e covariâncias) a serem inseridos no modelo, sendo que o impacto relativo destes erros vai depender da tolerância de risco de cada investidor. Para investidores com alta tolerância de risco, os erros nas médias serão relativamente mais importantes que os erros nas variâncias e covariâncias. Já para os investidores com baixa tolerância de risco, os riscos relativos das médias, variâncias e covariâncias serão próximos.

A tolerância de risco adotada pelo investidor reflete o *trade-off* entre mais risco (variância) e mais retorno. Quanto maior for a tolerância de risco do investidor, maior será o risco aceito em troca de um pequeno retorno adicional. De um modo geral, uma tolerância de risco de 50 representa a alocação típica de uma carteira de investimento de um grande fundo de pensão americano e outros investidores institucionais. Já tolerâncias de risco de 25 e 75 são caracterizadas como investidores extremamente conservativos e agressivos, respectivamente.

³ Analisado em Markowitz (1987) e Ziemba e Vickson (1975).

Em estudos realizados com base nas observações mensais de dez ações do Índice *Dow Jones*, escolhidas aleatoriamente entre janeiro de 1980 a dezembro de 1989, Chopra e Ziemba (1993) concluem que os erros nas médias são dez vezes mais importantes que o erro nas variâncias sendo que os erros nas variâncias são duas vezes mais importantes que os erros nas covariâncias. Apesar dos erros nas médias serem mais importantes que os erros nas variâncias e covariâncias, a diferença vai diminuindo à medida que a tolerância de risco vai caindo, conforme ilustrado na tabela 1.

Tabela 1 – Erros nas Médias, Variâncias e Covariâncias

Tolerância de Risco	Erro na Média x Variância	Erro na Média x Covariância	Erro na Variância x Covariância
25	3.22	5.38	1.67
50	10.98	22.50	2.05
75	21.42	56.84	2.68

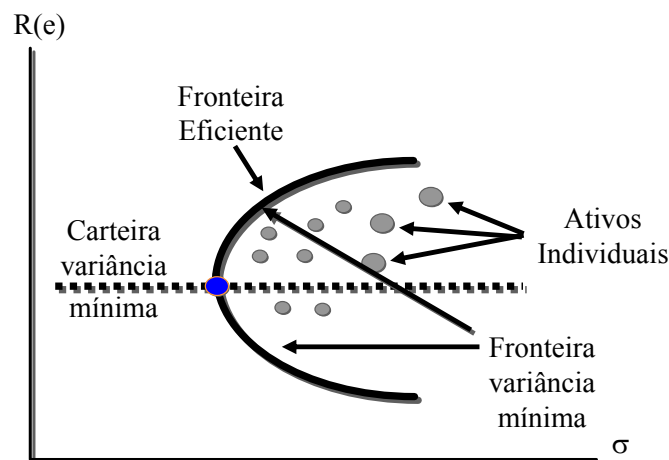
Fonte: Chopra e Ziemba (1993), pg. 10.

Devido a grande dificuldade em obtermos previsões futuras precisas para os retornos esperados das diferentes classes de ativos, a utilização de carteira de risco mínimo pode resultar numa melhor alocação de ativos, uma vez que a utilização de previsões que não consigam refletir de forma precisa os retornos esperados das diferentes classes de ativos pode degradar o desempenho do modelo média-variância. Sendo assim, a otimização baseada na minimização da variância da carteira não sofrerá do problema de erros nas médias.

Segundo Bodie, Kane e Marcus (2005), a fronteira de mínima variância dos ativos de risco vai demonstrar, resumidamente, quais são as oportunidades de risco e retorno que estão disponíveis para o investidor. Esta fronteira será composta pelas carteiras de menor variância possível para um determinado retorno.

Com base no gráfico 1, podemos visualizar que os ativos individuais, que estão localizados a direita (dentro) da fronteira eficiente⁴, são carteiras compostas por um único ativo, consideradas ineficientes. Através da diversificação do investimento, os investidores poderão obter carteiras com retornos maiores e com um desvio padrão menor.

Gráfico 1 – Fronteira de Mínima Variância dos Ativos de Risco



Fonte: Bodie, Kane e Marcus (2005)

Todas as carteiras localizadas, na fronteira de mínima variância, a partir da carteira de risco mínimo e acima dela, provém a melhor relação de risco e retorno. Por outro lado, qualquer carteira localizada na fronteira eficiente, abaixo da carteira de risco mínimo é considerada ineficiente, pois existe uma carteira com o mesmo desvio padrão e maior retorno, posicionada logo acima dela (Bodie, Kane e Marcus, 2005)

⁴ Quando é permitida a venda a descoberto. Caso contrário o ativo individual pode se localizar na fronteira. Por exemplo, o ativo de maior retorno esperado deve estar na fronteira uma vez que ele apresenta a única opção para se obter uma rentabilidade tão alta. Sendo assim ele também deve ser o caminho de variância mínima para obtenção de tal retorno.

2.3. DESEMPENHO DE CARTEIRA

Com o trabalho de Markowitz (1952) buscou-se também avaliar o efeito da diversificação na carteira, isto é, através dela o investidor consegue mensurar o impacto que a inclusão de um determinado ativo terá na volatilidade de sua carteira. Através da diversificação o investidor buscará anular parcialmente a perda de um ativo com o ganho em outro, de forma a reduzir a volatilidade geral da carteira (Gibson, 1996). A melhor forma para atingir este objetivo é através da combinação de ativos que não tenham retornos perfeitamente correlacionados, de modo que, quanto menor for a correlação entre os ativos, maior será a redução de risco alcançada pela diversificação. Quanto menor for a volatilidade dos ativos e maior for a estabilidade de seus retornos, mais segura será a carteira.

Cabe lembrar que, a diversificação pode ocorrer através de ativos de outros países também. Por exemplo, num estudo realizado para os Estados Unidos entre 1985 e 1995, a melhor composição de carteira de ações (maior retorno, com o menor risco) era composta com 13% de mercados emergentes, 26% de mercados desenvolvidos estrangeiros (*EAFE Index*⁵) e 61% de mercado americano (*S&P 500 Index*⁶) (Malkiel, 1998).

A escolha dos ativos e seus respectivos pesos na carteira vão ser muito importantes na determinação do desempenho futuro da carteira. De acordo com outro estudo realizado nos Estados Unidos em 91 grandes fundos de pensão, durante 1974 a 1983, a alocação de capital foi o maior determinante da performance da carteira (Gibson, 1996).

Segundo Ellis (1998), os investidores estão expostos a três tipos de risco. O primeiro seria o risco inerente ao mercado em geral, que simplesmente não pode ser evitado, mas os

⁵ *EAFE Index: Morgan Stanley Index of European and Far Eastern Stocks*

⁶ *S&P 500 Index: Standard & Poor's 500 Stock Index*

investidores são recompensados por assumí-lo. Este tipo de risco pode aumentar quando o investidor seleciona ativos com alta volatilidade ou quando utiliza ativos de forma alavancada, e pode diminuir quando são selecionados ativos com baixa volatilidade ou quando o investidor opta por deixar parte do capital não investido, isto é, em dinheiro. Os outros dois tipos de risco são, o risco associado a cada ativo individualmente e o risco comum a um grupo de ativos. Como estes riscos podem ser evitados ou eliminados, os investidores não são recompensados por assumir estes tipos de risco. Logo, estes dois tipos de risco não precisam ser aceitos pelo investidor, pois podem ser eliminados.

A taxa de retorno obtida por uma carteira de investimento vai advir de três fontes: o nível de risco de mercado assumido ou evitado na carteira, a consistência com que cada nível de risco é mantido durante os ciclos de mercado e a habilidade com que o risco de cada ativo ou grupo de ativos é eliminado ou minimizado através da diversificação da carteira ou recompensado quando é assumido. No curto prazo, a um grande risco que o investidor tenha que se desfazer de um ativo de renda variável, para obter caixa, num momento em que o mercado esteja em baixa. Já no longo prazo o grande risco é a inflação, deixando os ativos de renda variável com riscos menores, e os ativos de renda fixa com maior exposição ao risco⁷(Ellis, 1998).

2.4. DESEMPENHO DE CLASSES DE ATIVOS INTERNACIONAIS

Segundo Ibbotson (2000), os retornos dos ativos de renda variável são compostos pela inflação, pela taxa real livre de risco e pelo prêmio de risco da renda variável, sendo assim, o prêmio de risco será igual à diferença geométrica entre o retorno do ativo de renda variável e

⁷ Esta afirmação feita por Ellis (1998) refere-se ao mercado americano, pois no mercado brasileiro parte dos títulos de renda fixa é indexada a taxa de inflação. No Brasil existem títulos de renda fixa que são pós-fixados.

o retorno das Notas do Tesouro Americano. De forma muito similar, Bostock (2004), define o *Equity Premium* como a compensação que os investidores buscam ao tolerar os custos e o risco adicional do mercado de renda variável, enquanto que Fama (2001) comenta sobre sua importância nas decisões de alocação da carteira, estimativas de custo de capital, dentre outras aplicações.

De acordo com análises feitas entre os administradores de fundos de pensão nos Estados Unidos, o *trade-off* entre o risco e retorno é guiado por um fator relevante: o tempo. Investimentos que não foram atrativos no passado podem se tornar muito desejáveis no presente e vice-versa, pois com o passar dos anos os investimentos sofrem transformações. Ao compararmos os intervalos de tempo, podemos avaliar que um horizonte de 5 anos, no mercado americano, geralmente levaria a uma proporção de 60% de ativos de renda variável e 40% de ativos de renda fixa, porém ao passarmos este horizonte para 15 anos, percebemos que o mais indicado seria uma proporção de 90% de ativos de renda variável e 10% de ativos de renda fixa. Logo, o custo por não estar investido num determinado ativo num determinado período pode ser muito elevado (Ellis, 1998).

Ao analisarmos o mercado de ativos americanos (*Large Company Stocks*⁸, *Small Company Stocks*⁹, *Long-term Corporate Bonds*¹⁰, *Long-term Govt Bonds*¹¹, *U.S. Treasury Bills*¹² e *Inflation*¹³), no período de 1926 até 1999, considerando que todos os ativos de renda variável reinvestiram seus dividendos e que os ativos de renda fixa reinvestiram seus cupons, e que não houve taxaço, podemos perceber que o ativo que obteve o maior retorno foi o *Small Company Stocks* e o pior investimento foi o *U.S. Treasury Bill*, sendo este também o ativo que

⁸ *Large Company Stocks*: Ações de Grandes Empresas

⁹ *Small Company Stock*: Ações de Pequenas Empresas

¹⁰ *Long-term Corporate Bonds*: Bônus de Longo Prazo das Empresas Americanas

¹¹ *Long-term Govt Bonds*: Bônus de Longo Prazo do Governo Americano

¹² *U.S. Treasury Bills*: Notas do Tesouro Americano

¹³ *Inflation*: Inflação Americana medida pelo Índice de Preços ao Consumidor

apresentou a melhor estratégia de baixo risco nos 74 anos analisados, conforme demonstrado nas tabelas 2 e 3.

O fato das pequenas empresas apresentarem um retorno muito superior ao retorno oferecido pelas grandes empresas pode ser uma surpresa para muitos investidores. Porém, após a descoberta da relação entre o tamanho e o retorno das empresas, pode-se constatar que pequenas empresas têm, em média, um retorno maior que as grandes empresas. Da mesma forma que o retorno tende a aumentar à medida que optamos por uma empresa menor, seu risco também tende a crescer (Ibbotson, 2000).

Tabela 2 – Desvio Padrão e Retorno Anual Nominal de Classes de Ativos nos Estados Unidos: 1926-1999.

SÉRIES (RETORNOS NOMINAIS)	Média Geométrica	Média Aritmética	Desvio Padrão
Ações de Grandes Empresas	11,3%	13,3%	20,1%
Ações de Pequenas Empresas	12,6%	17,6%	33,6%
Bônus Corporativo de Longo Prazo	5,6%	5,9%	8,7%
Bônus do Governo de Longo Prazo	5,1%	5,5%	9,3%
Bônus do Governo de Médio Prazo	5,2%	5,4%	5,8%
Notas do Tesouro Americano	3,8%	3,8%	3,2%
Inflação	3,1%	3,2%	4,5%

Fonte: IBBOTSON (2000) - Tradução do autor

Tabela 3 – Desvio Padrão e Retorno Anual Real de Classes de Ativos nos Estados Unidos: 1926-1999

SÉRIES (RETORNOS REAIS)	Média Geométrica	Média Aritmética	Desvio Padrão
Ações de Grandes Empresas	8,0%	10,0%	20,3%
Ações de Pequenas Empresas	9,3%	14,1%	32,9%
Bônus Corporativo de Longo Prazo	2,5%	2,9%	10,0%
Bônus do Governo de Longo Prazo	2,0%	2,5%	10,6%
Bônus do Governo de Médio Prazo	2,1%	2,3%	7,0%
Notas do Tesouro Americano	0,7%	0,8%	4,1%

Fonte: IBBOTSON (2000) - Tradução do autor

A tabela 3, ilustra a afirmação feita pelo Ibbotson (2000), com relação a alta rentabilidade e risco das ações de pequenas empresas. É interessante destacar ainda que, os títulos de longo

prazo do Governo Americano renderam em média quase que a mesma coisa que os de médio prazo, porém, com um desvio padrão mais elevado. Em outras palavras, o investidor que optou por títulos do Governo Americano de longo prazo não recebeu nenhum tipo de prêmio (recompensa) pelo maior horizonte de tempo que permaneceu investido.

Tabela 4 – Retornos Nominais Máximos e Mínimos de Classes de Ativos nos Estados Unidos: 1926-1999

SÉRIES	Valor Máximo		Valor Mínimo		Nº Vezes Positivo (em 74 anos)	Nº Vezes Maior Retorno
	Retorno	Ano(s)	Retorno	Ano(s)		
Ações de Grandes Empresas	53,99%	1933	-43,34%	1931	54	16
Ações de Pequenas Empresas	142,87%	1933	-58,01%	1937	52	32
Bônus Corporativo de Longo Prazo	42,56%	1982	-8,09%	1969	57	6
Bônus do Governo de Longo Prazo	40,36%	1982	-9,18%	1967	53	6
Bônus do Governo de Médio Prazo	29,10%	1982	-5,14%	1994	66	2
Notas do Tesouro Americano	14,71%	1981	-0,02%	1938	73	6
Inflação	18,16%	1946	-10,30%	1932	64	6

Fonte: IBBOTSON (2000) - Tradução do autor

Em termos de rentabilidade, a tabela 4 ressalta que o ano de 1933 foi um ano de altos rendimentos para os ativos de renda variável nos EUA e que o ano de 1982 foi bem favorável para os ativos de renda fixa nos Estados Unidos. Além disso, ela confirma o bom desempenho das ações de pequenas empresas ao demonstrar que esta classe de ativo obteve, com folga, o maior número de vezes o maior retorno.

Ao analisarmos as correlações entre as classes de ativos americanos, podemos destacar alguns pontos interessantes. Ao focarmos na inflação, podemos perceber que suas oscilações se correlacionam negativamente com todas as outras classes de ativos. Isto é, todas as classes de ativos sofrem oscilações em sentidos contrários ao da inflação, sendo os ativos de renda fixa mais impactados que os de renda variável. Ao compararmos os ativos de renda fixa com os de renda variável, mais especificamente com as ações de grandes empresas, notamos a existência

de uma baixa correlação entre eles. Já as ações de pequenas empresas apresentam uma correlação quase que nula com os ativos de renda variável.

Tabela 5 – Correlação dos Retornos Reais Anuais das Classes de Ativos dos Estados Unidos: 1926-1999

SÉRIES	Ações de Grandes Empresas	Ações de Pequenas Empresas	Bônus Corporativo de Longo Prazo	Bônus do Governo de Longo Prazo	Bônus do Governo de Médio Prazo	Notas do Tesouro Americano	Inflação
Ações de Grandes Empresas	1,00	-	-	-	-	-	-
Ações de Pequenas Empresas	0,79	1,00	-	-	-	-	-
Bônus Corporativo de Longo Prazo	0,31	0,12	1,00	-	-	-	-
Bônus do Governo de Longo Prazo	0,26	0,06	0,96	1,00	-	-	-
Bônus do Governo de Médio Prazo	0,20	0,00	0,94	0,94	1,00	-	-
Notas do Tesouro Americano	0,12	-0,06	0,59	0,58	0,73	1,00	-
Inflação	-0,23	-0,08	-0,56	-0,54	-0,61	-0,75	1,00

Fonte: IBBOTSON (2000) - Tradução do autor

Em outro estudo realizado por Parum (2000), com base em três classes de ativos¹⁴ do mercado dinamarquês durante o século vinte (1900-2001), podemos perceber que as ações apresentaram não somente o maior retorno anual real médio (4,9%), como o maior desvio padrão (20%), seguido pelos Bônus e Notas com retornos reais anuais médios de 3,0% e 2,4% e desvios padrões de 12% e 6,3%, respectivamente, conforme demonstrado nas tabelas 6 e 7.

Tabela 6 - Retornos Nominais Anuais em Ações, Bônus, Notas e Inflação do Mercado Dinamarquês: 1900 - 2001

	Ações	Bônus	Notas	Inflação
Nº Observações	102	102	102	102
Mínimo	-24,5%	-13,1%	2,5%	-15,0%
Máximo	120,4%	59,2%	17,6%	24,4%
Mediana	6,9%	6,0%	5,3%	3,1%
Média Geométrica	9,1%	7,1%	6,5%	4,1%
Média Aritmética	10,9%	7,6%	6,6%	4,2%
Desvio Padrão	21,5%	10,5%	3,3%	6,4%
Erro Padrão	2,1%	1,0%	0,3%	0,6%

Fonte: Parum (2000) – Tradução do Autor

¹⁴ Classes de Ativos: *Stocks* (ações), *Bonds* (bônus) e *Bills* (Notas).

Tabela 7 - Retornos Reais Anuais em Ações, Bônus e Notas do Mercado Dinamarquês: 1900 - 2001

	Ações	Bônus	Notas
Nº Observações	102	102	102
Mínimo	-28,6%	-18,1%	-15,8%
Máximo	107,8%	50,1%	25,1%
Mediana	4,5%	3,1%	2,7%
Média Geométrica	4,9%	3,0%	2,4%
Média Aritmética	6,5%	3,6%	2,6%
Desvio Padrão	20,0%	12,0%	6,3%
Erro Padrão	2,0%	1,2%	0,6%

Fonte: Parum (2000) – Tradução do Autor

Tabela 8 – Prêmio de Risco Real Anual sobre Ações no Mercado Dinamarquês: 1900 - 2001

	Bônus de Longo Prazo (1)	Notas do Tesouro (2)
Nº Observações	102	102
Mínimo	-40,1%	-35,0%
Máximo	79,9%	101,4%
Mediana	2,0%	1,3%
Média Geométrica	1,6%	2,3%
Média Aritmética	2,9%	3,9%
Desvio Padrão	17,0%	20,1%
Erro Padrão	1,7%	2,0%

Fonte: Parum (2000) – Tradução do Autor

(1) Prêmio de risco sobre ações em relação aos Bônus de Longo Prazo

(2) Prêmio de risco sobre ações em relação as Notas do Tesouro

Ao focarmos nossa análise no prêmio de risco real sobre ações do mercado dinamarquês, percebemos que Parum (2000) utilizou-se de duas bases para a obtenção do resultado: (a) os Bônus de Longo Prazo¹⁵ e (b) as Notas do Tesouro¹⁶. Nota-se que devido aos Bônus de Longo Prazo terem uma rentabilidade real média superior as Notas do Tesouro, o prêmio de risco

¹⁵ Segundo Parum (2000), os Bônus Hipotecários Dinamarqueses são muito mais similares aos Bônus do Governo Dinamarquês que os Bônus Corporativos, uma vez que eles não têm risco de crédito. Logo, foi utilizado na análise os Bônus Hipotecários Dinamarqueses onde a qualidade dos retornos é mais homogênea. Os Bônus utilizados foram trocados ao longo do tempo para (a) assegurar a liquidez da amostra, (b) assegurar que a maturidade seja constante e (c) reduzir o risco dos Bônus serem resgatados (*called*), alterando o viés das estimativas.

¹⁶ Como as Notas do Tesouro do Governo Dinamarquês de curto prazo só passaram a ter liquidez nas últimas décadas, a série com os retornos das Notas do Tesouro Dinamarquês foi obtida com base na combinação (a) da taxa de desconto do Banco Central, (b) taxa de juros interbancária de três meses e (c) notas do tesouro de três meses (Parum, 2000).

obtido em relação aos títulos de longo prazo foi inferior aos de curto prazo. Isto é, o prêmio de risco sobre ações no curto prazo foi superior ao do longo prazo.

2.5. SÍNTESE DA REVISÃO

Neste capítulo vimos que a análise de uma carteira de ativos deve começar com uma avaliação individual de cada classe de ativo para em seguida criarmos uma carteira eficiente baseada no grau de aversão ao risco de cada investidor. A diversificação dos ativos que vão compor a carteira será fundamental para que o investidor possa anular parcialmente a perda de um ativo com o ganho de outro, reduzindo desta forma a volatilidade da carteira. Quanto menor for a correlação entre os ativos, maior será a redução de risco obtida com a diversificação.

Com base nos efeitos dos erros nas médias, variâncias e covariâncias, para a escolha da carteira ótima, concluímos que os investidores que optam pela utilização da carteira de risco mínimo podem obter como resultado uma melhor alocação de ativos uma vez que a utilização de previsões que não consigam refletir de forma precisa os retornos esperados das diferentes classes de ativos pode degradar o desempenho do modelo média-variância.

Enfim, ao analisarmos o mercado internacional, constatamos que no mercado americano (1926-1999) as Ações de Pequenas Empresas foi a classe de ativo que obteve o maior retorno anual médio (+9,3%) e que as Notas do Tesouro Americano foi o pior investimento (com retorno real médio anual de +0,7%) apesar de ter apresentado a melhor estratégia de baixo risco no período analisado. Já no mercado dinamarquês (1900-2001), as Ações apresentaram o maior retorno real anual médio (+4,9%) e as Notas do Tesouro do Governo o menor retorno real anual médio (+2,4%).

3. ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DO MERCADO FINANCEIRO BRASILEIRO

Estudos empíricos realizados pelo Ibbotson (2000) demonstram que através de uma longa análise do mercado de capitais, os investidores podem descobrir as relações básicas existentes entre o risco e retorno das diferentes classes de ativos. Neste capítulo iremos analisar: (a) os retornos reais mensais das seis classes de ativos (Dólar Comercial, Ouro Físico, CDB-Pré, Ibovespa, *Overnight* Bruto e Caderneta de Poupança) do mercado financeiro brasileiro no período de 1984 até 2004, comparando os resultados obtidos no período pré Plano Real com os obtidos no período pós Plano Real e (b) iremos fazer uma análise estatística descritiva de cada classe de ativo. O objetivo de segmentarmos os retornos das classes de ativos em dois períodos é mostrar quais foram às alterações que estes podem ter sofrido após a inserção de um plano de estabilização.

3.1. BASE DE DADOS

Será utilizado como fonte de dados o programa Macrodados¹⁷ 6.1, da empresa Macrodados Sistemas Gerenciais Ltda. Como dados primários serão utilizados os retornos nominais mensais, calculados com base no número índice divulgado, das seis classes de ativos no

¹⁷ Macrodados: É um aplicativo especializado para tratamento de séries que acessa um amplo banco de dados permanentemente atualizado abrangendo os principais tópicos da economia nacional e internacional (Macrodados 6.1)

período de 1984 até 2004 e a mudança relativa do Índice de Preços ao Consumidor Ampliado (IPCA), no mesmo período, como indicador de inflação.

As séries de retornos nominais de cada classe de ativos serão transformadas em séries de retornos reais via deflacionamento pela variação relativa do IPCA.

3.2. DESCRIÇÃO DAS CLASSES DE ATIVOS

As medidas e definições das classes de ativos abaixo seguirão o padrão construído pela Associação Nacional das Instituições de Mercado Financeiro – ANDIMA, sendo os índices divulgados pela mesma, no primeiro dia do mês seguinte (Macrodados 6.1).

3.2.1. Dólar Comercial: Índice que acumula as variações da cotação do dólar negociado no câmbio comercial ao longo do mês de referência.

3.2.2. Ouro Físico: Índice que acumula as variações da cotação do ouro negociado no mercado físico ao longo do mês de referência.

3.2.3. CDB Pré¹⁸: Índice que acumula a cada mês as taxas de remuneração do Certificado de Depósito Bancário (CDB) pré-fixado de 30 dias. Considera-se a taxa do CDB negociada no primeiro dia do mês.

3.2.4. Caderneta de Poupança: Índice que acumula o cada mês as taxas de remuneração da Caderneta de Poupança. Considera-se a taxa de uma aplicação na caderneta no primeiro dia do mês, que vence no primeiro dia do mês seguinte.

¹⁸ Índice calculado com base na média das taxas divulgadas pelo CETIP, que contempla as taxas dos grandes investidores ou fundos, e que descarta, na maior parte do tempo, os títulos negociados no varejo (CDB de rede). A partir de julho de 2005, o CETIP passou a incluir todas as negociações com volumes superiores a R\$5.000,00.

3.2.5. Overnight Bruto: Índice que acumula a cada mês as taxas de remuneração bruta das operações de *overnight*. Considera-se a taxa *overnight* acumulada ao longo de todos os dias úteis do mês de referência.

3.2.6. Ibovespa: Índice de fechamento da Bolsa de Valores de São Paulo no último dia do mês de referência.

3.3. METODOLOGIA DAS ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

Nesta seção, iremos demonstrar as fórmulas e o conceito da metodologia adotada para a análise estatística descritiva das classes de ativos.

3.3.1. Retorno Simples (R_s)

Segundo Varga (1999), o retorno simples é um indicador muito simples e muito utilizado pelos investidores. Costuma ser definido como o valor final (R_f) sobre o valor inicial (R_i):

$$R_s = \frac{R_f}{R_i} - 1 \quad (1)$$

No caso de ações deve-se adicionar o valor do dividendo recebido ao R_f (Haugen, 2001).

Ou conforme colocado por Luenberger (1998):

$$\text{Taxa de retorno} = \frac{\text{valor recebido} - \text{valor investido}}{\text{valor investido}} \quad (2)$$

3.3.2. Retorno Nominal x Retorno Real

Apesar de o retorno nominal apresentar o desempenho de cada classe de ativo ao longo dos anos, este não consegue refletir se o poder de compra do investidor aumentou, diminuiu ou se manteve inalterado. O retorno real é utilizado para que o investidor possa avaliar se com o passar do tempo, o seu poder de compra está aumentando, isto é, através do retorno real o investidor poderá avaliar se houve um aumento de riqueza nos seus investimentos. Conforme mencionado por Bodie, Kane e Marcus (2005), a taxa real vai ser a taxa nominal reduzida da perda do poder de compra resultante da inflação.

3.3.3. Retorno Acumulado (R_a)

O retorno acumulado de cada classe de ativo serve para que o investidor possa vislumbrar qual será seu ganho ou perda ao final do período analisado. Em outras palavras, ao acumularmos a rentabilidade de cada ativo podemos perceber o poder dos juros compostos (*power of compounding*¹⁹) ao longo dos anos.

$$R_a = [(R_{a_{t0}} + 1) * (R_{a_{t1}} + 1) * (R_{a_{t2}} + 1) * \dots * (R_{a_m} + 1)] - 1 \quad (3)$$

3.3.4. Retorno Geométrico Médio

O retorno geométrico médio de uma série durante um período representa a taxa de retorno composta deste período. (Ibbotson, 2000). Para um conjunto formado por n valores, a média geométrica será a raiz enésima do produto destes n valores. A média geométrica será sempre menor ou igual a média aritmética (Zentgraf, 2001). De acordo com Reilly & Wright (2004), esta medida é a mais apropriada caso se esteja preocupado com a performance de longo prazo

¹⁹ Poder dos juros compostos demonstrado pelo Ibbotson (2000).

de um ativo em termos de mudança de riqueza ao longo do tempo, pois reflete a taxa de retorno composta de um ativo.

3.3.5. Retorno Aritmético Médio

O retorno aritmético médio de uma série é a média simples dos elementos contidos na série (Ibbotson, 2000). A média aritmética simples representa o valor esperado. Logo, esta medida é a mais indicada quando a questão é saber o que vai ocorrer no próximo período, caso o futuro tenda a reproduzir o passado (Reilly e Wright, 2004).

Segundo Varga (1999), a média aritmética é mais correta de se utilizar quando buscamos avaliar o retorno intermediário de um período. Além disto, ele demonstra que a média aritmética é tanto maior do que a geométrica quanto maior for a volatilidade da taxa de retorno periódica.

$$\text{Relação entre média Aritmética e Geométrica: } r_g = r_a - \frac{1}{2}\sigma^2 \quad (4)$$

3.3.6. Mediana

Medida que se localiza no meio da seqüência dos dados que estão em ordem ascendente (do menor para o maior). Caso a amostra tenha um número ímpar de observações, a mediana será o valor do meio, porém, se a amostra tiver um número par de observações, a mediana será a média dos valores das duas observações do meio (Anderson, Sweeney & Williams, 2003)

3.3.7. Variância

É um parâmetro estatístico que descreve a natureza da distribuição de probabilidade. Esta medida nos diz qual o potencial desvio do retorno de seu valor esperado. Quanto maior for a

variância, mais propenso estará as taxas de retorno de desviar de seu valor esperado (Haugen, 2001). Além disto, Grinblatt e Titman (2002) ressaltam que na análise de média variância o risco da carteira vai ser definido pela variância dos seus retornos.

3.3.8. Desvio Padrão

Também conhecido como volatilidade, é uma medida utilizada para calcular o risco dos investimentos financeiros (Varga, 1999). Será sempre a raiz quadrada positiva da variância, seja ela calculada com base em uma população ou amostra (Zentgraf, 2001).

3.3.9. Coeficiente de Variação

Indica o tamanho do desvio padrão em relação à média (Anderson, Sweeney & Williams, 2003). Segundo Reilly e Wright (2004), este índice reflete o conceito de dispersão relativa (risco relativo). Tal indicador é mais utilizado para medir variações na dispersão, quando a média sofre alterações ao longo do tempo (Silver, 2000). Para Lancaster e Stevens (1994), o coeficiente de variação é medido pela razão entre o desvio padrão dos retornos e a média dos retornos.

3.3.10. Coeficiente de Assimetria

Uma distribuição normal é simétrica a sua média, logo tem probabilidades iguais do resultado ser maior, menor ou na média. A assimetria será utilizada para medir a falta de simetria na distribuição (Murphy, 2002). A assimetria pode ser positiva, negativa ou zero. A positiva (à direita) vai ocorrer quando a média aritmética for maior que a mediana, neste caso a média aritmética é aumentada por algum valor extremamente elevado. Já a negativa (à esquerda), vai ocorrer quando a média aritmética for menor que a mediana, neste caso a média aritmética foi reduzida por algum valor extremamente baixo. A simétrica (zero) vai ocorrer quando a média

aritmética for igual à mediana, neste caso os valores altos e baixos se equilibram entre si e não existe um valor extremo que leva para uma determinada direção. (Levine, Berenson & Stephan, 1998). As medidas de assimetria são: (a) Coeficiente de Pearson, (b) Coeficiente de Bowley e (c) Terceiro Momento. Em nosso estudo utilizaremos o Coeficiente de Pearson.

$$\text{Coeficiente de Pearson} = 3 (\text{média} - \text{mediana}) / \text{desvio padrão} \quad (5)$$

3.3.11. Coeficiente de Curtose

A curtose vai medir o grau que uma distribuição tem a mais ou a menos de picos que a distribuição normal. Ativos com alta curtose vão apresentar altas frequências em seus resultados nas extremidades negativa e positiva ao final da curva de distribuição. Uma distribuição de retornos com alta curtose vai tender a superestimar a probabilidade de alcançar o retorno médio (Murphy, 2002). Se a curtose for maior que 3, ela é leptocúrtica (distribuição é mais pontiaguda), isto é, sua frequência cai rápido ao se afastar da média. Se for menor que 3, ela é platicúrtica (distribuição é mais achatada). A curtose é medida pelo quarto momento (Silver, 2000).

$$CC = \frac{m^4}{s_4} = \frac{m^4}{m_2^2} \quad (6)$$

Onde:

S = desvio padrão;

m_2 e m_4 = momentos de segunda e quarta ordem centrados na média.

3.3.12. Coeficiente de Correlação

Ferramenta estatística que mede a relação entre duas séries x e y quaisquer de números. Se as séries se deslocarem no mesmo sentido, estas têm uma correlação positiva. Caso as séries se movam em sentidos opostos estas apresentam uma correlação negativa (Gitman, 2003). O coeficiente de correlação (ρ_{xy}) vai variar entre -1 e +1, sendo conhecido como perfeitamente positivo quando for igual a +1, e perfeitamente negativo quando for igual a -1 (Haugen, 2001). Segundo Grinblatt e Titman (2002), a correlação entre dois retornos vai ser a covariância entre dois retornos, dividida pelo produto de seus desvios padrões.

3.3.13. Prêmio de Risco Sobre Ações

Existem diversos prêmios de riscos que podem ser utilizados para a elaboração de um método, sendo muitos destes aceitos em larga escala enquanto outros são mais controversos. O prêmio de risco sobre ações (*equity risk premium*) é o método mais utilizado, e pode ser definido como o retorno adicional que um investidor espera receber para ser compensado pelo risco adicional associado aos investimentos em ações ao contrário de investimentos em ativos sem risco.

O prêmio de risco sobre ações histórico pode ser calculado subtraindo-se a média dos retornos de longo prazo de um ativo livre de risco (\overline{R}_F) da média dos retornos de longo prazo do mercado de ações (\overline{R}_A). Segundo Annin e Falaschetti (1998), é a recompensa que cada investidor requer para aceitar os resultados incertos associados à renda variável. O *equity risk*

premium é medido como o retorno extra que os detentores de títulos de renda variável esperam receber sobre a média dos ativos livre de risco²⁰.

$$ERP = \overline{R_A} - \overline{R_F} \quad (7)$$

3.3.14. Retorno por Unidade de Risco (RUR)

Segundo Cloonan (2002), este índice é utilizado para medirmos o risco ajustado ao retorno. Logo, com base nos retornos reais médios de cada classe de ativo e seu respectivo desvio padrão, poderemos avaliar qual foi o retorno por unidade de risco de cada ativo. Este índice será obtido através do retorno médio excessivo de um determinado ativo em relação a inflação, dividido por seu respectivo desvio padrão.

$$RUR = \frac{\text{Retorno}}{\text{Desvio Padrão}} \quad (8)$$

Onde:

Retorno = retorno real médio

Desvio Padrão = desvio padrão do retorno real médio

²⁰ Segundo Varga (1999), os livros de finanças adotam a taxa dos títulos do Governo Federal como a taxa livre de risco, ao invés da taxa de retorno da poupança, uma vez que o Governo tem poder de emitir moeda e assim pagar qualquer dívida em moeda local. Sendo assim, os títulos emitidos pelo Governo Federal apresentam menos risco.

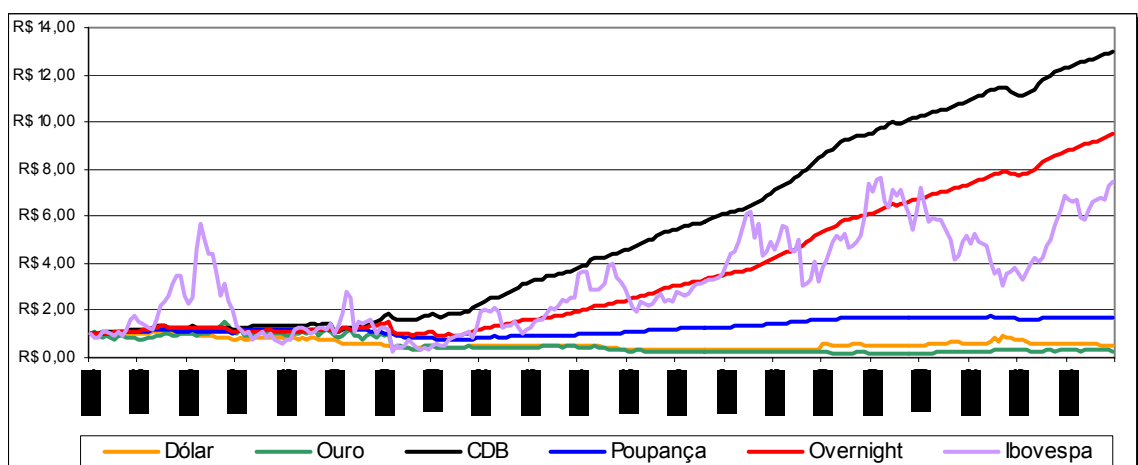
3.4. REVISÃO DO DESEMPENHO ACUMULADO DAS CLASSES DE ATIVOS

3.4.1. Período: 1984-2004

Ao analisarmos os valores reais acumulados dos ativos brasileiros, no período de 1984 até 2004, podemos observar quais foram os ativos que mais se destacaram neste período, pelo seu excelente desempenho, e quais deveriam ter sido evitados, frente a sua desvalorização ou baixo retorno.

Dentre os ativos de melhor rentabilidade, independente do nível de risco, o CDB-Pré se destacou pelo alto retorno real, acumulando 1.198%, seguido pelo *Overnight* que apesar da boa rentabilidade acumulada de 847% , ficou bem distante do primeiro colocado, conforme ilustrado no gráfico 2. O Ouro Físico e o Dólar Comercial foram os ativos que apresentaram o pior desempenho, com rentabilidades negativas de 71% e 50%, respectivamente, gerando perdas para os investidores que mantiveram estes ativos alocados em suas carteiras durante todo o período em questão.

Gráfico 2 – Valor Real Acumulado das Classes de Ativos: 1984 - 2004



É interessante notarmos no gráfico 2, que apesar do Ibovespa ter ficado em terceiro lugar, com uma rentabilidade acumulada de 650%, seus retornos acumulados apresentaram oscilações bem elevadas em relação aos outros ativos, sugerindo que o custo do investidor entrar nesta classe de ativo num momento inoportuno pode ser muito alto.

A tabela 9 ilustra as perdas ou ganhos acumulados que cada classe de ativo obteve ao longo do período analisado. Baseado nesta tabela, a partir de um investimento hipotético de uma unidade monetária, podemos visualizar quais foram as classes de ativos que ofertaram um maior poder de compra aos investidores.

Tabela 9 – Retornos Reais Acumulados: 1984 - 2004

Classes de Ativos	1984	2004	Ganho / Perda
Dólar Comercial	R\$ 1,00	R\$ 0,50	(50%)
Ouro Físico	R\$ 1,00	R\$ 0,29	(71%)
CDB - Pré	R\$ 1,00	R\$ 12,98	1.198%
Poupança	R\$ 1,00	R\$ 1,70	70%
Overnight bruto	R\$ 1,00	R\$ 9,47	847%
Ibovespa	R\$ 1,00	R\$ 7,50	650%

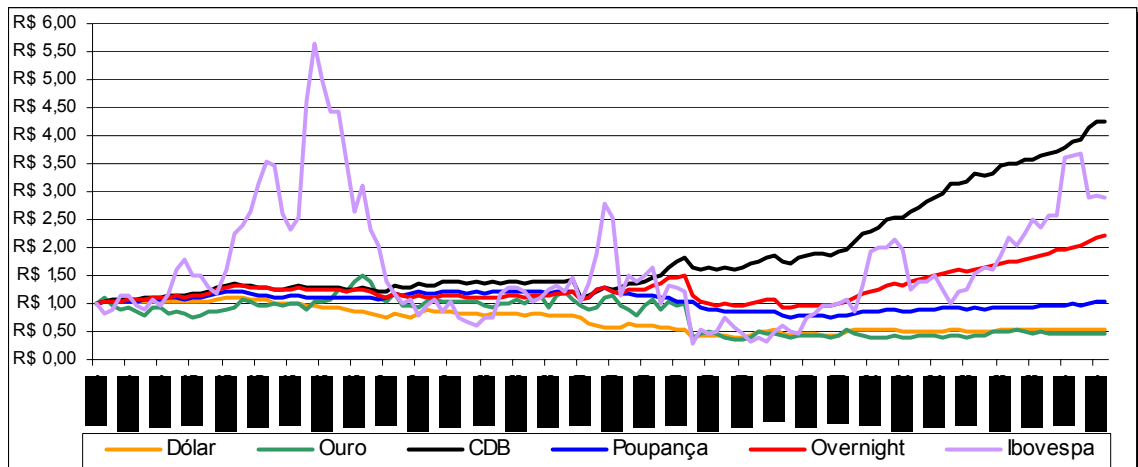
Porém, é interessante observarmos que ao segmentarmos o período acima em dois grandes momentos, (a) Pré Plano Real e (b) Pós Plano Real, podemos verificar que o horizonte de tempo pode influenciar no retorno real acumulado de cada classe de ativo. Ativos que num período obtiveram a melhor rentabilidade e ocupavam o topo do *ranking*, podem ter tido rentabilidades mais modestas ou até mesmo perdas em outros períodos, fazendo com que suas classificações se alternem ao longo dos anos.

3.4.2. Período: Pré Plano Real

No gráfico 3 podemos visualizar o valor real acumulado de uma unidade monetária (R\$ 1) investida de janeiro 1984 até junho de 1994, nas seis diferentes classes de ativos. Com base neste gráfico, é fácil observarmos que a classe de ativo que apresentou a melhor rentabilidade

real acumulada, no período pré Plano Real, independente do risco, foi o CDB-Pré, que obteve uma valorização acumulada de 326% e que o pior investimento foi o Ouro, com uma desvalorização acumulada de 53%.

Gráfico 3 – Valor Real Acumulado das Classes de Ativos: 01/1984 - 06/1994



É interessante ressaltar que o pico formado na rentabilidade acumulada do Ibovespa em 1986, pode ser visto como um reflexo do otimismo do mercado financeiro, com a entrada do primeiro governante civil brasileiro depois do regime militar de 1964, e com a inserção de um novo plano econômico, o Plano Cruzado, que mudou a moeda corrente de cruzeiro para cruzado, congelou os preços e salários por um ano e acabou com a correção monetária. Na tabela 10, podemos avaliar quais foram os ganhos e perdas acumuladas que cada classe de ativo apresentou neste período.

Tabela 10 – Retornos Reais Acumulados: 01/1984 - 06/1994

Classes de Ativos	1984	1994*	Ganho / Perda
Dólar Comercial	R\$ 1,00	R\$ 0,52	(48%)
Ouro Físico	R\$ 1,00	R\$ 0,47	(53%)
CDB - Pré	R\$ 1,00	R\$ 4,26	326%
Poupança	R\$ 1,00	R\$ 1,06	6%
Overnight bruto	R\$ 1,00	R\$ 2,21	121%
Ibovespa	R\$ 1,00	R\$ 2,90	190%

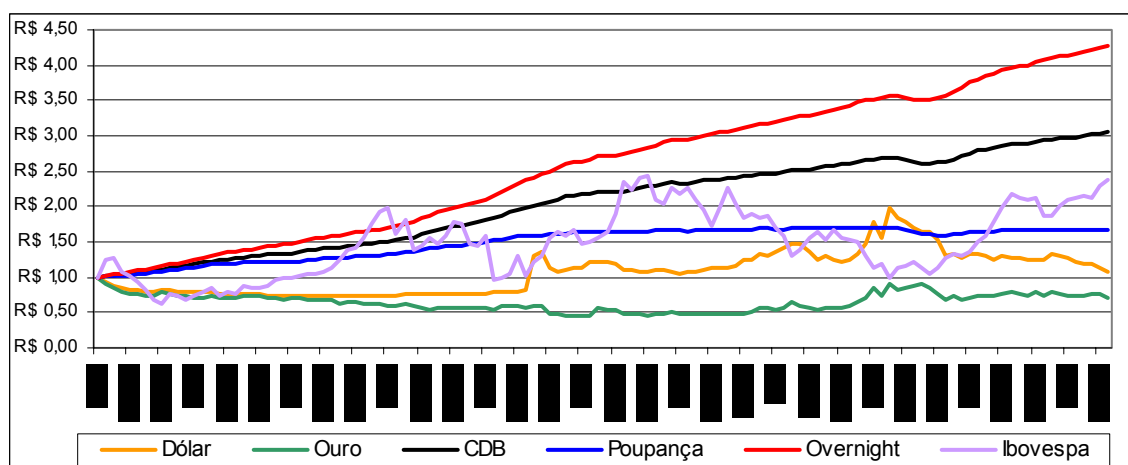
*Junho de 1994

3.4.3. Período: Pós Plano Real

Ao compararmos o gráfico 4, que representa o retorno real acumulado de uma unidade monetária (R\$1) investida de julho de 1994 até dezembro de 2004, nas seis diferentes classes de ativos, com o gráfico 3, podemos perceber que houve uma alteração na classificação das classes de ativos com melhor rentabilidade.

O CDB-Pré que tinha apresentado a maior rentabilidade real acumulada, independente do risco, no período pré Plano Real passou a ocupar a segunda colocação no período pós Plano Real, ficando o *Overnight* em primeiro lugar, com rentabilidades de 204% e 328%, respectivamente. O Ibovespa que tinha apresentado a segunda melhor rentabilidade real antes do Plano Real, caiu para a terceira colocação no período após o Plano Real, apresentando um retorno de 138%. Já o Ouro e o Dólar permaneceram como as classes de ativos que apresentaram a menor rentabilidade real, sendo que o primeiro se desvalorizou em 29% e o segundo obteve um ganho real de apenas 8%.

Gráfico 4 - Valor Real Acumulado das Classes de Ativos: 07/1994 - 12/2004



Na tabela 11 podemos visualizar o ganho ou a perda acumulada que cada classe de ativo apresentou no período pós Plano Real.

Tabela 11 – Retornos Reais Acumulados: 07/1994 – 12/2004

Classes de Ativos	1994*	2004	Ganho / Perda
Dólar Comercial	R\$ 1,00	R\$ 1,08	8%
Ouro Físico	R\$ 1,00	R\$ 0,71	(29%)
CDB - Pré	R\$ 1,00	R\$ 3,04	204%
Poupança	R\$ 1,00	R\$ 1,67	67%
Overnight bruto	R\$ 1,00	R\$ 4,28	328%
Ibovespa	R\$ 1,00	R\$ 2,38	138%

*Julho de 1994

3.5. RETORNOS REAIS E RISCOS DAS CLASSES DE ATIVOS

Em termos de rentabilidade, os retornos reais médios das diferentes classes de ativos se comportaram diferentemente de um período para o outro, sendo umas classes mais rentáveis antes do Plano Real e outras após o Plano. Com base nas tabelas 12 a 16, iremos destacar, resumidamente, para cada classe de ativo (a) os retornos reais máximos e mínimos, (b) os retornos reais médios anuais e (c) as principais estatísticas descritivas, conforme descrito a seguir.

3.5.1. Dólar Comercial

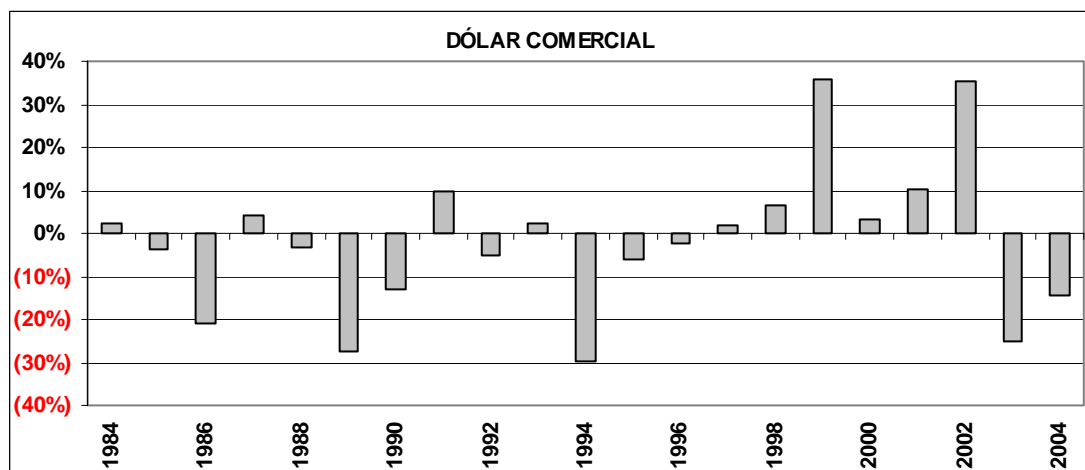
Segundo Fortuna (2003), a moeda estrangeira é uma mercadoria para o mercado cambial, e como tal, sua cotação está sujeita a lei da oferta e da procura no atual mercado de câmbio brasileiro. No entanto, o mesmo sofreu intervenções da autoridade monetária no período pré 1999, que buscava desta forma garantir uma política cambial e monetária que fosse coerente com os objetivos do Governo, num determinado momento.

Com uma rentabilidade real média (geométrica) negativa de 3,28% a.a. e um desvio padrão de 17,22% a.a., o Dólar se apresentou como um dos piores investimentos entre 1984 e 2004. Apesar de o retorno real médio ter melhorado após o Plano Real, indo de uma rentabilidade

real média de -5,9% a.a. para -3,5% a.a., o desvio padrão mais que dobrou, fazendo com que não houvesse melhora na relação risco desta classe de ativo. É interessante destacar que apesar de ter ocorrido uma melhora na rentabilidade real média desta classe de ativo, a mesma permaneceu em território negativo. De acordo com o gráfico 5 podemos visualizar os retornos reais médios anuais do Dólar Comercial entre 1984 a 2004.

Em 1999, no período após o Plano Real, esta classe de ativo teve seu melhor desempenho, atingindo um retorno real de +35,9%. Seu pior momento se deu antes do Plano Real, em 1994, quando apresentou uma perda de -29,8%. Ao analisarmos a tabela 14, podemos verificar ainda que após o Plano Real o dólar passou a obter um maior número de retornos reais positivos, sendo que o número de vezes como menor retorno dentre as classes de ativos reduziu em cinquenta por cento.

Gráfico 5 – Rentabilidade Real Anual do Dólar Comercial (1984-2004)

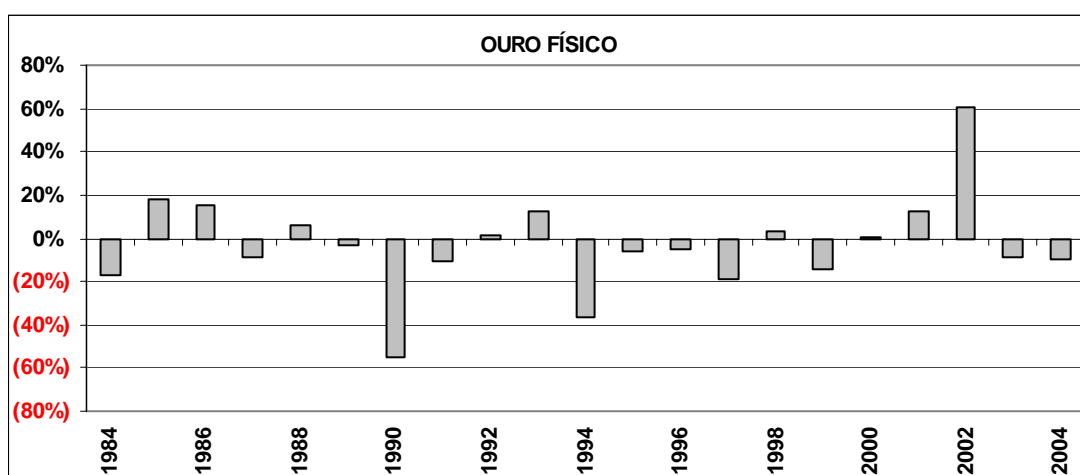


3.5.2. Ouro Físico

Considerado uma reserva de valor (ativo real), mundialmente, em momentos de incerteza econômica, financeira ou política, o ouro físico é negociado no Brasil, principalmente, através da Bolsa de Mercadoria e Futuros de São Paulo. Enquanto que no exterior, suas cotações são feitas em relação a *onça troy*²¹, no Brasil, sua cotação é obtida em reais por grama de ouro puro, sendo o preço interno calculado diretamente segundo as variações do dólar flutuante e da cotação do metal na Bolsa de Nova Iorque (Fortuna, 2003).

No período pós Plano Real, o Ouro alcançou sua maior rentabilidade, atingindo +60,8% no ano de 2002. Similar ao Dólar, o Ouro teve sua maior perda no período pré Plano Real, mais exatamente em 1990, quando apresentou uma rentabilidade de -54,9%. Após a introdução de um novo plano de estabilização, esta classe de ativo apresentou por 3 vezes, em cada período, o menor retorno real. Cabe lembrar que após o Plano Real este ativo alcançou por duas vezes consecutivas (2001 e 2002) o maior retorno dentre as classes de ativos.

Gráfico 6 – Rentabilidade Real Anual do Ouro Físico (1984-2004)



²¹ Onça Troy: equivale a 31,104 gramas.

Entre 1984 e 2004, esta classe de ativo apresentou uma rentabilidade real média negativa de 5,8% a.a. e um desvio padrão de 22,4% a.a.. É interessante salientar que após o Plano Real, esta classe de ativo passou a ter não somente uma rentabilidade real média pior, indo de -6,96% a.a. para -7,93% a.a., como uma elevação em seu desvio padrão, que foi de 20,26% a.a. para 27,83% a.a..

3.5.3. CDB-Pré

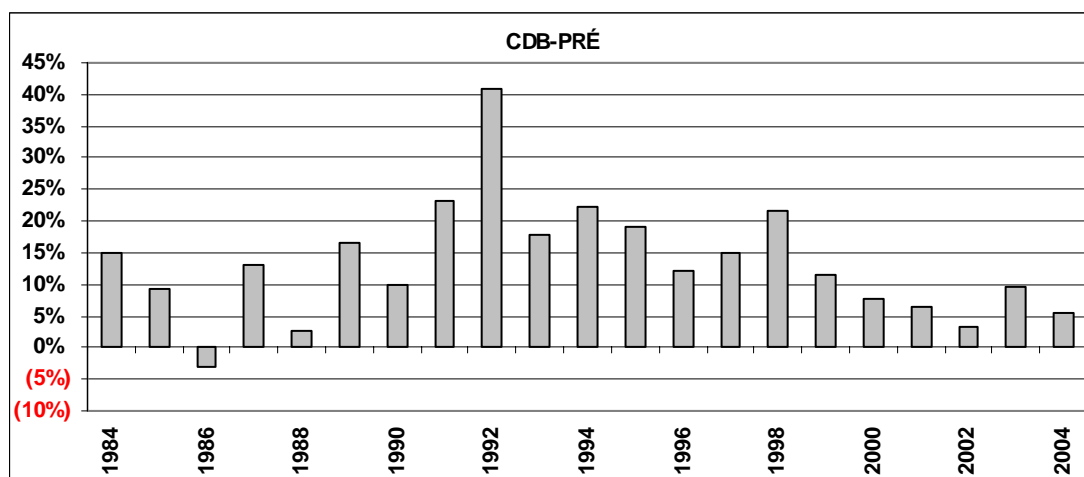
Também conhecido como depósito a prazo, o certificado de depósito bancário é o título de captação de recursos mais antigo utilizado por diversos bancos. Os recursos captados através do CDB são repassados para os clientes na forma de empréstimo. Sua rentabilidade nominal embute uma expectativa de inflação, dado que o ganho real nesta classe de ativo só será conhecido no resgate do título (Fortuna, 2003).

Destacando-se como a classe de ativo mais rentável, entre 1984 e 2004, o CDB-Pré apresentou uma retorno real médio de 12,9% a.a. e um baixo desvio padrão, frente as outras classes de ativos, de 9,3% a.a.. Nota-se que após o Plano Real, esta classe de ativo passou a ter uma rentabilidade média real menor, indo de 15,5% a.a. para 11,3% a.a., porém, com um desvio padrão muito menor, de 12,4% a.a. para 5,7% a.a..

Durante o período pré Plano Real esta classe de ativo (que representa os juros pré-fixados) apresentou sua melhor e pior rentabilidade, tendo um ganho de +40,8% em 1992 e uma perda de -2,9% em 1986. É interessante salientar que esta foi a única rentabilidade negativa que o CDB-Pré apresentou, com base nos retornos reais anuais, em todo o período analisado, isto é, esta foi a classe de ativos que apresentou o maior número de vezes de retornos reais positivos, conforme demonstrado no gráfico 7. Além disto, podemos destacar que no período pré Plano

Real, esta classe de ativo obteve por duas vezes o maior retorno, fato este que não se repetiu nenhuma vez após o Plano Real.

Gráfico 7 – Rentabilidade Real Anual do CDB-Pré (1984-2004)



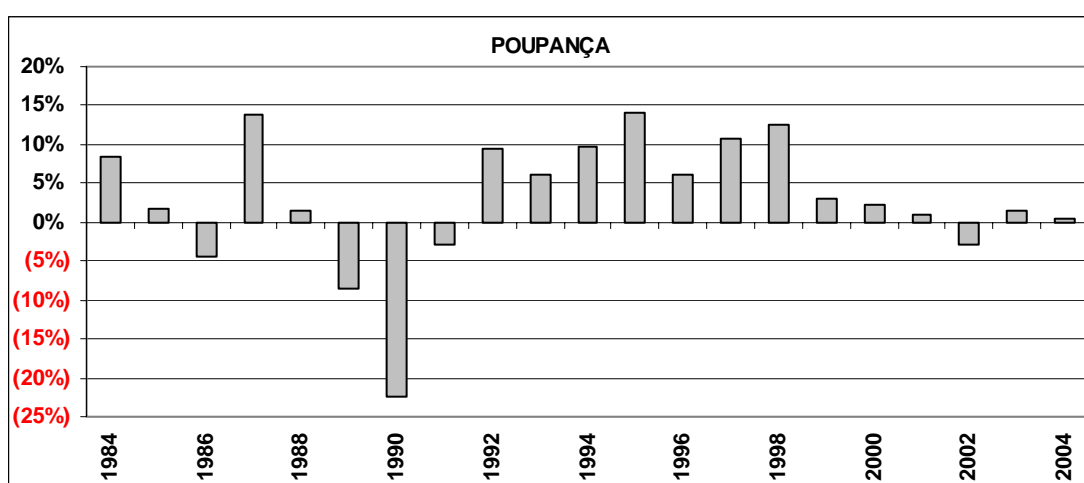
3.5.4. Caderneta de Poupança

Conhecida pela sua simplicidade na forma de aplicação, a caderneta de poupança é uma classe de ativo oferecida com exclusividade pelas Sociedades de Crédito Imobiliários²², pelos Bancos Múltiplos, pelas Associações de Poupança e Empréstimo e pelas Caixas Econômicas. Os recursos captados através da caderneta de poupança devem ser aplicados de acordo com as regras estabelecidas pelo Banco Central (BC), que destina a maior parte dos recursos para a faixa habitacional. Caso não haja necessidade de recursos pelo Sistema Financeiro Habitacional, os recursos não utilizados são depositados junto ao BC, que os remunerará pela Taxa Referencial (TR) (Fortuna, 2003).

²² Faz parte do Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo, criado pelo Governo Brasileiro para financiar o mercado imobiliário.

Com uma rentabilidade real média, entre 1984 a 2004, de 2,6% a.a., e um desvio padrão de 8,5% a.a., a Poupança foi a classe de ativo que apresentou o menor retorno real médio positivo e o menor risco. Após o Plano Real esta classe de ativo obteve uma melhora significativa em sua relação risco e retorno, tendo sua rentabilidade e desvio padrão indo de 0,8% a.a. e 10,6% a.a. para 5,0% a.a. e 5,5% a.a., respectivamente.

Gráfico 8 – Rentabilidade Real Anual da Caderneta de Poupança (1984-2004)



Apesar de ser considerada por muitos investidores como uma das classes de ativos mais seguras (livre de risco²³), a poupança apresentou por cinco vezes rentabilidades negativas, sendo que a pior delas foi em 1990, ano da inserção do Plano Collor, quando obteve uma perda de -22,4%. Sua melhor rentabilidade aconteceu em 1995, quando atingiu +14,2%. É interessante destacar que este ativo só proporcionou aos investidores a maior rentabilidade uma única vez, em 1987, ao atingir 13,93%.

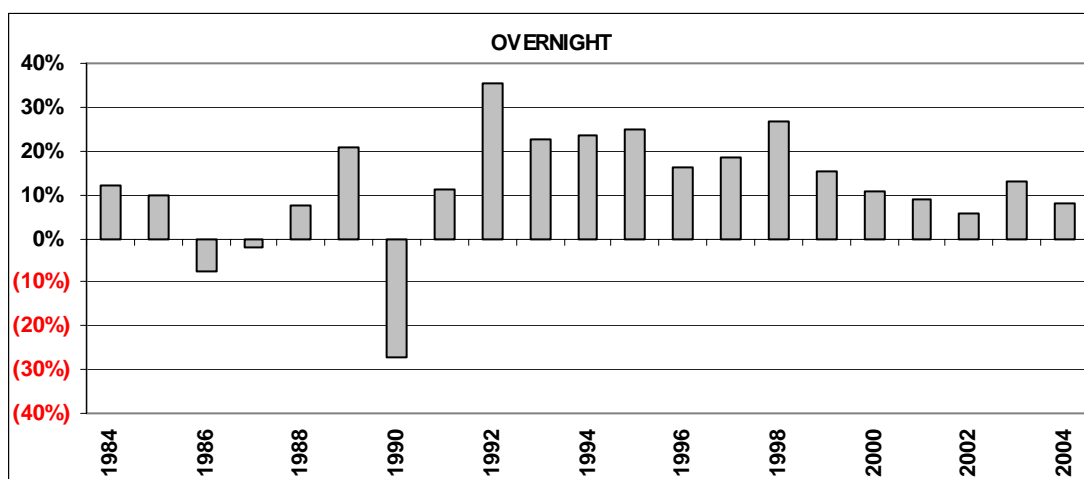
²³ Cabe salientar que apesar de muitos investidores adotarem a poupança como o ativo livre de risco, o mais apropriado, segundo Varga (1999), seria a utilização da taxa dos títulos do Governo Federal.

3.5.5. *Overnight* Bruto

Através desta classe de ativo, o Banco Central compra e vende títulos federais com o objetivo de regular as operações diárias de política monetária. Dado que a taxa *overnight* é vista como a base do custo do capital na economia, sua função é espelhar a taxa de juros (pós fixada) básica referencial do sistema financeiro (FORTUNA, 2003).

Ficando atrás somente do CDB-Pré, em termos de rentabilidade, o *Overnight* obteve um retorno real médio, de 11,3% a.a. e um desvio padrão de 13,3% a.a., entre 1984-2004. Após o Plano Real, esta classe de ativo teve uma forte queda em seu desvio padrão, que foi de 17,5% a.a. para 6,7% a.a. e uma forte elevação em sua rentabilidade real média, subindo de 8,6% a.a. para 15% a.a., sugerindo uma melhora significativa na relação risco e retorno.

Gráfico 9 – Rentabilidade Real Anual do *Overnight* (1984-2004)



Seu maior retorno real ocorreu em 1992, quando alcançou a rentabilidade de +35,3%, só ficando atrás do CDB-Pré que obteve um retorno real de +40,8%. Apesar de sua maior perda ter sido de -27,2% em 1990, esta classe de ativo destaca-se por ter obtido o segundo maior número de vezes com retornos positivos e consequentemente o segundo menor número de

vezes de retornos negativos. Cabe salientar que esta classe de ativo obteve por cinco vezes a maior rentabilidade dentre os ativos analisados, sendo duas vezes no período pré Plano Real e as restantes após o Plano Real.

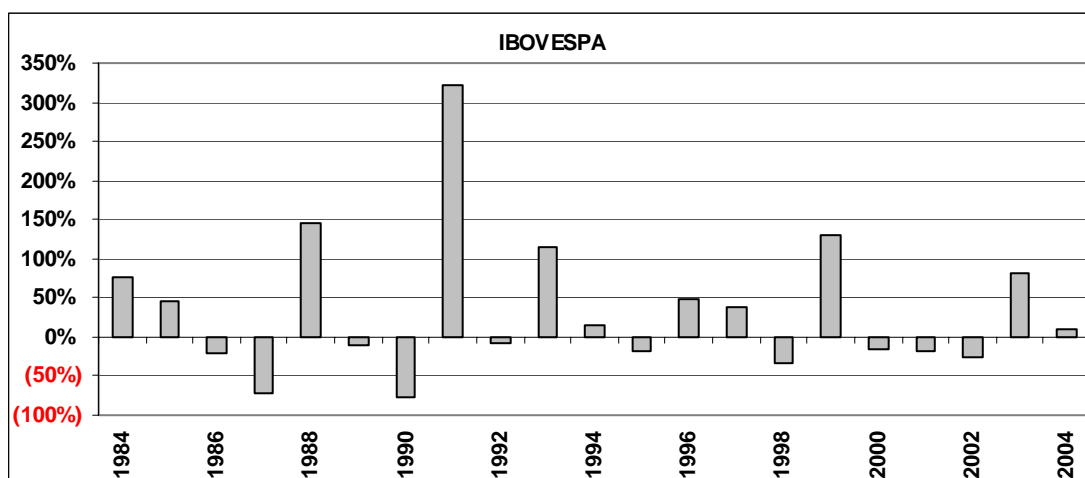
3.5.6. Ibovespa

Considerado como o indicador de desempenho médio das cotações de ações brasileiras mais popular, o índice Bovespa é composto pela média dos papéis mais negociados no Bovespa, que em conjunto formam uma carteira teórica, com o objetivo de retratar o comportamento médio do mercado de ações (Fortuna, 2003).

O Ibovespa obteve por dez vezes o maior retorno real, sendo cinco vezes em cada período (pré e pós Plano Real). Em contrapartida foi por nove vezes o menor retorno real. A maior rentabilidade que esta classe de ativo atingiu, foi de +321,9% em 1991 e a maior perda foi de -76,3% em 1990, conforme ilustrado no gráfico 10. É interessante destacar que apesar das amplitudes serem diferentes, esta classe de ativo apresentou quase que o mesmo número de vezes de retornos positivos e negativos, isto é, para cada ano de retorno positivo se teve, basicamente, um de retorno negativo.

A rentabilidade real média apresentada entre 1984 e 2004, foi de 10,1%a.a. e o desvio padrão foi de 90,3% a.a.. Apesar da ligeira redução na rentabilidade real média após o Plano Real, caindo de 11,3% a.a. para 9,1%, houve uma redução significativa no desvio padrão, que foi de 114,5% a.a. para 51,8% a.a. Mesmo com esta queda no desvio padrão, o Ibovespa permaneceu, em ambos os períodos, como a classe de ativo que apresentou o maior risco.

Gráfico 10 – Rentabilidade Real Anual do Ibovespa (1984-2004)



É interessante ressaltar, que ao compararmos o retorno real acumulado do Ibovespa com o CDB-Pré, durante o período de 1984 até 2004, podemos verificar²⁴ que os investidores que optaram por investir no ativo de renda fixa, obtiveram um ganho de 73% sobre o ativo de renda variável, com oscilações muito inferiores nos retornos.

Tabela 12 – Retornos Reais Anuais Máximos e Mínimos das Classes de Ativos: 1984-2004

Ativos	Valor Máximo		Valor Mínimo		Nº Vezes Positivo	Nº Vezes Negativo	Nº Vezes Maior Retorno	Nº Vezes Menor Retorno
	Retorno	Ano (s)	Retorno	Ano (s)				
Dólar (US\$)	35,9%	1999	(29,8%)	1994	10	11	0	6
Ouro	60,8%	2002	(54,9%)	1990	9	12	3	6
CDB-Pré	40,8%	1992	(2,9%)	1986	20	1	2	0
Poupança	14,2%	1995	(22,4%)	1990	16	5	1	0
Overnight	35,3%	1992	(27,2%)	1990	18	3	5	0
Ibovespa	321,9%	1991	(76,3%)	1990	11	10	10	9

²⁴ Assume que o investidor fez sua aplicação no início do período analisado e não fez nenhuma movimentação até o final do período.

Tabela 13 – Retornos Reais Anuais Máximos e Mínimos das Classes de Ativos: Pré Plano

Real

Ativos	Valor Máximo		Valor Mínimo		No Vezes	No Vezes	No Vezes	No Vezes
	Retorno	Ano (s)	Retorno	Ano (s)	Positivo	Negativo	Maior Retorno	Menor Retorno
Dólar (US\$)	9,7%	1991	(29,8%)	1994	4	7	0	4
Ouro	18,4%	1985	(54,9%)	1990	5	6	1	3
CDB-Pré	40,8%	1992	(2,9%)	1986	10	1	2	0
Poupança	13,9%	1987	(22,4%)	1990	7	4	1	0
Overnight	35,3%	1992	(27,2%)	1990	8	3	2	0
Ibovespa	321,9%	1991	(70,9%)	1987	6	5	5	4

Tabela 14 – Retornos Reais Anuais Máximos e Mínimos das Classes de Ativos: Pós Plano

Real

Ativos	Valor Máximo		Valor Mínimo		No Vezes	No Vezes	No Vezes	No Vezes
	Retorno	Ano (s)	Retorno	Ano (s)	Positivo	Negativo	Maior Retorno	Menor Retorno
Dólar (US\$)	35,9%	1999	(25,2%)	2003	6	4	0	2
Ouro	60,8%	2002	(19,0%)	1997	4	6	2	3
CDB-Pré	21,6%	1998	3,2%	2002	10	0	0	0
Poupança	14,2%	1995	(3,0%)	2002	9	1	0	0
Overnight	26,7%	1998	5,9%	2002	10	0	3	0
Ibovespa	131,3%	1999	(34,6%)	1998	5	5	5	5

Tabela 15 – Retornos Reais Anuais das Classes de Ativos: 1984-2004

Ano	Dólar	Ouro	CDB-Pré	Poupança	Overnight	Ibovespa
1984	2,6%	(17,3%)	15,1%	8,4%	12,1%	77,4%
1985	(3,7%)	18,4%	9,3%	1,6%	10,0%	46,5%
1986	(20,7%)	14,9%	(2,9%)	(4,4%)	(7,4%)	(21,4%)
1987	4,4%	(8,9%)	13,1%	13,9%	(2,2%)	(70,9%)
1988	(3,1%)	6,2%	2,6%	1,6%	7,7%	145,3%
1989	(27,6%)	(3,4%)	16,5%	(8,4%)	21,0%	(10,2%)
1990	(13,0%)	(54,9%)	10,0%	(22,4%)	(27,2%)	(76,3%)
1991	9,7%	(10,9%)	23,3%	(2,9%)	11,3%	321,9%
1992	(4,9%)	1,0%	40,8%	9,4%	35,3%	(8,5%)
1993	2,1%	12,5%	17,7%	6,1%	22,6%	114,9%
1994	(29,8%)	(36,4%)	22,3%	9,8%	23,3%	14,1%
1995	(6,1%)	(5,9%)	19,0%	14,2%	25,0%	(19,3%)
1996	(2,4%)	(5,3%)	12,2%	6,2%	16,3%	49,5%
1997	2,1%	(18,9%)	15,1%	10,8%	18,6%	37,6%
1998	6,5%	2,9%	21,6%	12,6%	26,7%	(34,5%)
1999	35,9%	(14,5%)	11,5%	3,0%	15,3%	131,3%
2000	3,1%	0,0%	7,6%	2,2%	10,8%	(15,8%)
2001	10,2%	12,2%	6,5%	0,9%	9,0%	(17,4%)
2002	35,3%	60,8%	3,2%	(3,0%)	5,9%	(26,2%)
2003	(25,2%)	(9,2%)	9,7%	1,6%	12,8%	80,5%
2004	(14,6%)	(9,7%)	5,5%	0,5%	8,0%	9,5%

* Dados mensais acumulados anualmente

Tabela 16 – Estatísticas Descritivas Anuais das Classes de Ativos²⁵: 1984-2004

Estatísticas	Dólar	Ouro	CDB	Poupança	Overnight	Ibovespa
Nº Observações	21	21	21	21	21	21
Média Aritmetica	(1,9%)	(3,2%)	13,3%	2,9%	12,1%	34,7%
Média Geom.	(3,3%)	(5,8%)	13,0%	2,6%	11,3%	10,1%
Desvio Padrão Anual	17,2%	22,4%	9,3%	8,5%	13,3%	90,3%
Mediana	(2,4%)	(5,3%)	12,2%	2,2%	12,1%	9,5%
Variância	3,0%	5,0%	0,9%	0,7%	1,8%	81,5%
Coef. Variação	(921,2%)	(707,3%)	69,9%	290,7%	109,3%	260,4%
Coef. Curtose	71,1%	335,5%	269,2%	269,3%	297,8%	406,2%
Coef. Assimetria	51,8%	49,7%	106,8%	(122,2%)	(119,3%)	170,9%
RUR	(19,1%)	(25,8%)	139,2%	30,1%	85,1%	11,2%
Mínimo	(29,8%)	(54,9%)	(2,9%)	(22,4%)	(27,2%)	(76,3%)
Máximo	35,9%	60,8%	40,8%	14,2%	35,3%	321,9%

Adicionalmente às análises efetuadas até o momento, é interessante observarmos nas tabelas 17 e 18, que ao segmentarmos o período de 1984 a 2004 em dois períodos (pré e pós Plano Real), algumas classes de ativos apresentaram uma alteração significativa em sua curtose e ou assimetria. Diante disto, em capítulo posterior, utilizaremos um teste de normalidade para avaliarmos se a distribuição dos retornos reais de cada classe de ativo segue uma distribuição normal. Caso não seja rejeitada a hipótese de normalidade poderemos utilizar a estatística paramétrica nos testes a serem realizados, caso contrário (rejeição da hipótese de normalidade) utilizaremos a estatística não paramétrica.

Tabela 17 – Estatísticas Descritivas Anuais das Classes de Ativos: Pré Plano Real

Estatísticas	Dólar	Ouro	CDB	Poupança	Overnight	Ibovespa
Nº Observações	11	11	11	11	11	11
Média Aritmetica	(5,2%)	(4,4%)	16,1%	1,4%	10,1%	49,6%
Média Geom.	(5,9%)	(7,0%)	15,5%	0,8%	8,7%	11,4%
Desvio Padrão Anual	11,1%	20,3%	12,4%	10,6%	17,5%	114,5%
Mediana	(3,2%)	(3,4%)	15,1%	1,6%	11,3%	26,7%
Variância	1,2%	4,1%	1,5%	1,1%	3,1%	131,2%
Coef. Variação	(213,4%)	(462,8%)	77,1%	780,5%	173,9%	231,0%
Coef. Curtose	30,5%	352,6%	45,3%	129,7%	83,7%	234,2%
Coef. Assimetria	(90,4%)	(156,9%)	59,0%	(107,4%)	(77,6%)	137,0%
RUR	(52,6%)	(34,3%)	124,9%	7,7%	49,5%	9,9%
Mínimo	(27,6%)	(54,9%)	(2,9%)	(22,4%)	(27,2%)	(76,3%)
Máximo	9,7%	18,4%	40,8%	13,9%	35,3%	321,9%

²⁵ O REISR foi calculado com base na média geométrica.

Ao compararmos o risco das classes de ativos do período pré Plano Real para o pós Plano Real, podemos perceber que com exceção do Dólar e do Ouro, todos os ativos tiveram uma queda significativa em seus desvios padrões. Em termos de rentabilidade positiva, a Poupança e o *Overnight* se destacaram ao passarem de uma rentabilidade média real anual de 0,8% para 5% e de 8,7% para 15%, respectivamente.

Tabela 18 – Estatísticas Descritivas Anuais das Classes de Ativos: Pós Plano Real

Estatísticas	Dólar	Ouro	CDB	Poupança	Overnight	Ibovespa
Nº Observações	11	11	11	11	11	11
Média Aritmética	(0,4%)	(4,1%)	11,4%	5,1%	15,2%	18,0%
Média Geom.	(3,5%)	(7,9%)	11,3%	5,0%	15,0%	9,1%
Desvio Padrão Anual	24,5%	27,8%	5,7%	5,5%	6,8%	51,9%
Mediana	2,1%	(5,9%)	11,5%	3,0%	15,3%	2,7%
Variância	6,0%	7,7%	0,3%	0,3%	0,5%	26,9%
Coef. Variação	(6.243,9%)	(682,6%)	49,9%	107,7%	44,5%	288,5%
Coef. Curtose	63,7%	370,7%	(51,0%)	(101,8%)	(75,1%)	82,5%
Coef. Assimetria	(32,5%)	70,2%	41,7%	39,9%	39,8%	119,6%
RUR	(14,2%)	(28,5%)	198,2%	90,4%	222,1%	17,6%
Mínimo	(49,1%)	(57,1%)	3,2%	(3,0%)	5,9%	(34,5%)
Máximo	35,9%	60,8%	21,6%	14,2%	26,7%	131,3%

3.5.7. Retornos Nominais e Reais: 1984-2004

Com base nas tabelas 19 e 20 podemos visualizar como os retornos médios nominais e reais de cada classe de ativo e seu respectivo desvio padrão se comportaram entre 1984 até 2004. É interessante ressaltarmos que apesar de estarmos abordando as rentabilidades nominais nas tabelas mencionadas, estas não devem pesar nas decisões de investimento dado que as mesmas embutem um percentual de inflação, acabando por gerar uma ilusão frente a verdadeira rentabilidade. O objetivo de apresentarmos os retornos médios nominais é exatamente demonstrar esta ilusão inflacionária.

Tabela 19 – Desvio Padrão e Retorno Nominal Anual Médio de Classes de Ativos Brasileiros: 1984-2004

CLASSES DE ATIVOS	Média Geométrica	Média Aritmética	Desvio Padrão
Dólar Comercial	193,8%	450,9%	670,1%
Ouro Físico	186,2%	451,8%	731,3%
CDB-Pré	243,2%	601,7%	872,1%
Poupança	211,6%	498,7%	725,4%
Overnight bruto	238,1%	576,0%	864,1%
Ibovespa	234,4%	744,7%	1332,5%
Inflação	203,8%	501,1%	738,0%

Tabela 20 – Desvio Padrão e Retorno Real Anual Médio de Classes de Ativos Brasileiros: 1984-2004

CLASSES DE ATIVOS	Média Geométrica	Média Aritmética	Desvio Padrão
Dólar Comercial	-3,3%	-1,9%	17,2%
Ouro Físico	-5,8%	-3,2%	22,4%
CDB-Pré	13,0%	13,3%	9,3%
Poupança	2,6%	2,9%	8,5%
Overnight bruto	11,3%	12,1%	13,3%
Ibovespa	10,1%	34,7%	90,3%

Ao compararmos os resultados obtidos nas tabelas 19 e 20 com os obtidos pelo Ibbotson (2000) no mercado americano e demonstrado na tabela 3, podemos ressaltar alguns comentários interessantes, mesmo sabendo que os estudos em questão apresentaram periodicidades diferentes. Ao analisarmos a rentabilidade média real das ações de pequenas empresas americanas, percebemos que estão na faixa de 9,3% a.a. enquanto que o Ibovespa está em torno de 10% a.a., porém, o desvio padrão do Ibovespa é muito superior, com 90,3% a.a. frente a 14,1% a.a. das pequenas empresas americanas. Com relação aos ativos de renda fixa, podemos perceber que no Brasil suas rentabilidades reais médias e desvios padrão foram consideravelmente maiores que as praticadas nos EUA. Nas tabelas 21 e 22 podemos

observar, resumidamente, como se comportaram os retornos médios reais e o risco de cada classe de ativo no período pré Plano Real e no pós Plano Real.

Tabela 21 – Desvio Padrão e Retorno Real Anual Médio de Classes de Ativos Brasileiros: Pré Plano Real

CLASSES DE ATIVOS	Média Geométrica	Média Aritmética	Desvio Padrão
Dólar Comercial	-5,9%	-5,2%	11,1%
Ouro Físico	-7,0%	-4,4%	20,3%
CDB-Pré	15,5%	16,1%	12,4%
Poupança	0,8%	1,4%	10,6%
Overnight bruto	8,7%	10,1%	17,5%
Ibovespa	11,4%	49,6%	114,5%

Tabela 22 – Desvio Padrão e Retorno Real Anual Médio de Classes de Ativos Brasileiros: Pós Plano Real

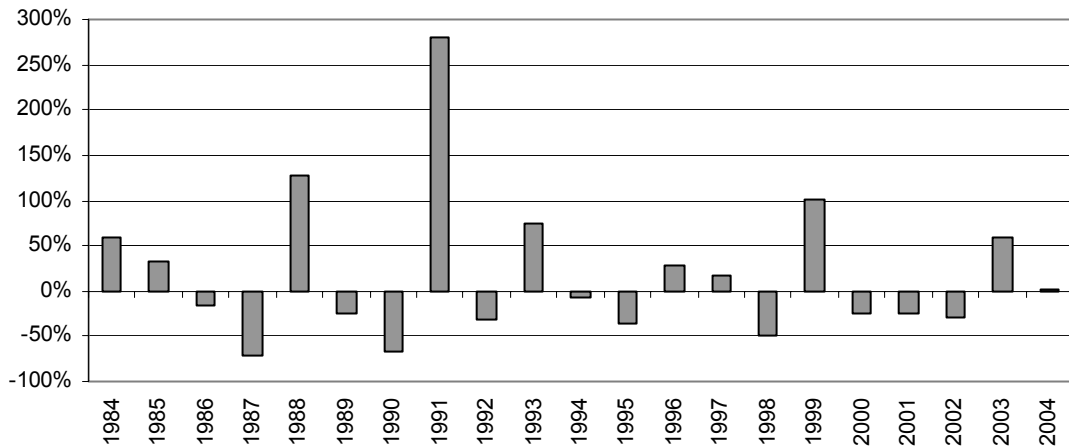
CLASSES DE ATIVOS	Média Geométrica	Média Aritmética	Desvio Padrão
Dólar Comercial	-3,5%	-0,4%	24,5%
Ouro Físico	-7,9%	-4,1%	27,8%
CDB-Pré	11,3%	11,4%	5,7%
Poupança	5,0%	5,1%	5,5%
Overnight bruto	15,0%	15,2%	6,8%
Ibovespa	9,1%	18,0%	51,9%

3.6. PRÊMIO DE RISCO SOBRE AÇÕES

Ao analisarmos a taxa média de retorno real do *Overnight* (11,3% a.a.) e o retorno médio real do Ibovespa (10,0% a.a.), no período de 1984 a 2004, podemos verificar que não houve um prêmio de risco médio real pago pelo ativo de renda variável frente ao ativo de renda fixa. Quando segmentamos o período acima em pré Plano Real e pós Plano Real, notamos que no primeiro período houve um prêmio de risco real médio sobre ações de 2,47 % a.a., porém, no

segundo período não notamos a existência de nenhum prêmio de risco. Com base no gráfico 11 podemos visualizar o prêmio de risco médio real sobre ações ano a ano, durante o período de 1984 a 2004.

Gráfico 11 – Prêmio de Risco Real Médio Anual sobre Ações (1984-2004)



Apesar dos estudos realizados pelo Ibbotson (2000) sobre o mercado americano e Parum (2000) sobre o mercado dinamarquês terem periodicidades diferentes é interessante notarmos como o prêmio de risco real médio anual sobre ações se comportou em cada mercado, conforme ilustrado na tabela 23.

Tabela 23 – Prêmio de Risco Real Médio Anual sobre Ações no Mercado Internacional

	Brasil (1984-2004)	EUA (1926-1999)	Dinamarca (1900-2001)
Ibovespa	10,10%		
Overnight Bruto	11,30%		
Prêmio de Risco sobre Ações	-1,08%		
Ações de Grandes Empresas		8,00%	
Bônus do Governo de Longo Prazo		2,00%	
Prêmio de Risco sobre Ações		5,88%	
Ações			4,90%
Bônus de Longo Prazo			3,00%
Prêmio de Risco sobre Ações			1,84%

Como podemos observar, o mercado americano apresentou, em média, um prêmio de risco real sobre ações muito superior ao oferecido nos mercados dinamarquês e brasileiro, demonstrando que talvez este seja um, dentre outros, dos fatores que explicam porque o mercado de ação americano é um dos maiores e mais desenvolvidos do mundo.

3.7. CORRELAÇÃO DAS CLASSES DE ATIVOS

Durante a análise das classes de ativos é muito importante consideramos as correlações existentes entre os ativos, dado seu impacto na rentabilidade e no risco da carteira de investimentos. As alterações ocorridas nas correlações dos ativos são fundamentais para realçar a necessidade dos investidores estarem sempre revendo a composição de suas carteiras, mantendo desta forma uma composição de ativos na carteira que seja compatível com o grau de risco que se está disposto a assumir.

Ao compararmos a matriz de correlação, tabela 24, das classes de ativos do período pré Plano Real com a do período pós Plano Real, tabela 25, podemos perceber algumas alterações que ocorreram nas correlações das classes de ativos. O Ouro e o Dólar, que antes do Plano Real, tinham uma correlação positiva com quase todas as classes de ativos, após o Plano Real passaram a ter uma correlação negativa com quase todas as classes de ativos. A Poupança, o CDB e o *Overnight* aumentaram sua correlação positiva, entre si, após o Plano Real. Já o Ibovespa diminuiu muito a sua correlação com as outras classes de ativos após o Plano Real.

Tabela 24 – Correlação dos Retornos Reais Anuais das Classes de Ativos: Pré Plano Real

	Dolar Comercial	Ouro Físico	CDB-Pré	Poupança	Overnight	Ibovespa
Dolar	1,000	-	-	-	-	-
Ouro	0,005	1,000	-	-	-	-
CDB	0,300	-0,094	1,000	-	-	-
Poupança	0,561	0,503	0,412	1,000	-	-
Overnight	0,184	0,528	0,714	0,637	1,000	-
Ibovespa	0,562	0,220	0,101	0,092	0,292	1,000

Tabela 25 – Correlação dos Retornos Reais Anuais das Classes de Ativos: Pós Plano Real

	Dolar Comercial	Ouro Físico	CDB-Pré	Poupança	Overnight	Ibovespa
Dolar	1,000	-	-	-	-	-
Ouro	0,725	1,000	-	-	-	-
CDB	-0,214	-0,442	1,000	-	-	-
Poupança	-0,275	-0,465	0,962	1,000	-	-
Overnight	-0,248	-0,461	0,995	0,961	1,000	-
Ibovespa	0,093	-0,337	-0,048	-0,151	-0,064	1,000

3.8. HORIZONTE DE TEMPO

Conforme colocado por Ellis (1998), ativos que não foram atrativos no passado podem se tornar desejáveis no presente e vice-versa, pois com o passar dos anos os investimentos sofrem transformações.

Baseado na tabela 26, podemos perceber como o horizonte de tempo pode se tornar um fator decisivo na escolha dos ativos que vão compor uma carteira. Ao analisarmos os retornos reais acumulados de 5 anos (1984-1988), iríamos concluir que o ativo com maior rentabilidade real acumulada foi o Ibovespa com +45,9% e o pior investimento foi o Dólar com uma perda de -20,8%. Porém, ao compararmos com um horizonte de tempo maior (15 anos), podemos perceber que o ativo de maior rentabilidade real acumulada passou a ser o CDB (+749,7%) e

que o pior investimento, neste horizonte de tempo, foi o Ouro com uma desvalorização de -77,3%.

Tabela 26 – Retorno Real Acumulado das Classes de Ativos ao Longo dos Anos

Período	Dólar					
	Comercial	Ouro Físico	CDB-Pré	Poupança	Overnight	Ibovespa
5 anos (1984-1988)	(20,8%)	8,8%	41,8%	21,9%	20,4%	45,9%
10 anos (1984-1993)	(46,8%)	(52,0%)	271,6%	(2,5%)	95,7%	157,9%
15 anos (1984-1998)	(62,8%)	(77,3%)	749,7%	61,9%	427,2%	219,6%
20 anos (1984-2004)	(50,4%)	(71,3%)	1.198,2%	70,4%	847,0%	650,2%

É interessante perceber que o horizonte de tempo pode trazer diferentes retornos para seus investidores. De acordo com a tabela 27, no curto prazo (últimos cinco anos), o investidor que optou por colocar suas economias no *Overnight* (+55,8%) obteve a maior rentabilidade real acumulada dentre as classes de ativos e o investidor que optou por colocar todas suas reservas no Dólar teve o pior rendimento real acumulado, com uma perda de (-1,7%). Porém, ao mudarmos nossa análise para um horizonte de longo prazo, digamos 15 anos, iremos perceber que o ativo de maior rentabilidade real acumulada foi o CDB (+685,8%) e o pior ativo foi o Ouro, com uma perda real acumulada de -72,7%.

Tabela 27 – Rentabilidade Real Acumulada dos Ativos no Curto Prazo e no Longo Prazo

Período	Dólar					
	Comercial	Ouro Físico	CDB-Pré	Poupança	Overnight	Ibovespa
Últimos 5 anos (2000-2004)	(1,7%)	47,9%	37,0%	2,2%	55,8%	1,5%
Últimos 10 anos (1995-2004)	33,0%	(6,1%)	185,6%	59,1%	292,3%	154,9%
Últimos 15 anos (1990-2004)	(13,5%)	(72,7%)	685,8%	52,6%	549,9%	472,3%
Últimos 20 anos (1984-2004)	(50,4%)	(71,3%)	1.198,2%	70,4%	847,0%	650,2%

3.9. SÍNTESE DOS RESULTADOS

Em termos de rentabilidade real acumulada, concluímos que o melhor investimento, independente do risco, no período pré Plano Real foi o CDB-Pré com um ganho de + 326% e que o pior investimento foi o Ouro Físico com uma perda de 53%. Já no período pós Plano Real o *Overnight* Bruto se destacou como a melhor opção de investimento, independente do risco, apresentando um ganho real acumulado de + 328% e o pior investimento foi novamente o Ouro Físico com uma perda real acumulada de 29%.

Ao analisarmos o prêmio de risco real médio anual sobre ações entre 1984 a 2004, constatamos que o investimento em renda variável (Ibovespa) não gerou nenhum prêmio sobre o investimento de renda fixa (*Overnight*). Na realidade, verificamos que o prêmio de risco real médio anual sobre ações foi negativo (-1,09%) entre 1984 a 2004. Ao comparamos este resultado com o Mercado Internacional, mais especificamente com os mercados americano e dinamarquês, percebemos que os EUA se destacaram com o maior prêmio de risco médio real anual sobre ações (+5,88%), seguido de longe pela Dinamarca (+1,84%).

Por fim, constatamos algumas alterações nas correlações das classes de ativos do período pré para o pós Plano Real. Ativos como o Ouro e o Dólar que apresentavam uma correlação positiva com quase todas as classes de ativos antes do Plano Real, passaram a ter uma correlação negativa com quase todas as classes de ativos após o Plano Real. Já o *Overnight*, CDB e Caderneta de Poupança tiveram um aumento em sua correlação positiva após o Plano Real, enquanto que o Ibovespa diminuiu muito sua correlação com as classes de ativos analisadas após o Plano Real.

4. METODOLOGIAS PARA O TRATAMENTO DE HIPÓTESES E MONTAGEM DE MACRO CARTEIRAS

Este capítulo trata das metodologias escolhidas para os dois grupos centrais de objetivos da pesquisa. De um lado, mostra um conjunto de ferramentas para testar algumas hipóteses sobre mudanças das características dos ativos entre períodos. De outro lado, discorre sobre montagem de macro carteiras compostas pelos ativos em estudo.

Os testes de hipótese que serão adotados, no capítulo 5, serão baseados na distribuição dos retornos reais mensais de cada classe de ativo em estudo, isto é, se os dados a serem analisados não rejeitarem a hipótese de normalidade em suas distribuições, poderemos utilizar os seguintes testes paramétricos: (a) Teste de hipótese z sobre uma média, para verificarmos se o prêmio de risco médio real sobre ações é nulo no período pré Plano Real ou no pós Plano Real, (b) Teste de hipótese z para diferença entre duas médias, utilizado para averiguar se a diferença entre os retornos reais mensais médios, de cada classe de ativo, do período pré Plano Real para o pós Plano Real são significativas, (c) Teste de hipótese t para diferença entre duas médias, no qual iremos verificar se a diferença entre as correlações médias anuais, entre as classes de ativos, do período pré Plano Real para o pós Plano Real são significativas e (d) Teste de hipótese f para a diferença entre duas variâncias, no qual iremos avaliar se as variâncias dos retornos reais mensais médios, de cada classe de ativo, são iguais de um período para o outro.

Caso alguma classe de ativo rejeite a hipótese de normalidade, iremos então utilizar os seguintes testes não paramétricos: (a) Teste de hipótese de Kolmogorov-Smirnov para duas amostras, com o qual podemos testar se as distribuições dos retornos reais mensais médios, das diferentes classes de ativos, são iguais no período pré e pós Plano Real e (b) Teste de hipótese de Wilcoxon Sign Ranks, para analisar se a mediana dos retornos reais mensais médios, de cada classe de ativo, de um período para o outro foi a mesma.

Para testarmos a normalidade das distribuições dos dados de cada série e verificar se as mesmas não rejeitam a hipótese de seguirem uma distribuição normal, iremos utilizar o teste de Kolmogorov-Smirnov para uma amostra. Logo, ao identificarmos cada série poderemos verificar qual estatística será mais apropriada para os testes, a paramétrica ou a não paramétrica. O gráfico 12, localizado próximo ao final deste capítulo, ilustra, resumidamente, a árvore de decisão para os testes que serão propostos neste capítulo e a metodologia que será utilizada frente aos resultados obtidos.

A criação da macro-carteira de risco mínimo será realizada para verificarmos qual foi a melhor composição de ativos no período pré e pós Plano Real. Em seguida, iremos comparar os resultados da carteira de risco mínimo (retorno e risco) com os de uma carteira teórica de composição homogênea para averiguar se os resultados obtidos por um investidor que optou por distribuir seus recursos homogeneamente (diversificar seu risco igualmente) foi mais vantajoso.

Após a criação da carteira de risco mínimo, iremos testar a normalidade da distribuição dos seus retornos reais médios mensais através do teste de Kolmogorov-Smirnov para em seguida podermos analisar, através de testes paramétricos ou não paramétricos, se a diferença entre os

retornos e as variâncias médias da carteira de risco mínimo foram significativas do período pré Plano Real para o pós Plano Real.

Por fim, iremos traçar a fronteira eficiente do período pré Plano Real (na qual a carteira de risco mínimo está inserida) e comparar com a curva obtida após o Plano Real com o intuito de verificar se houve um deslocamento da curva de um período para o outro. Em outras palavras, iremos verificar se as carteiras que compõe a fronteira eficiente sofreram alterações em suas características (risco e retorno) após a inserção de um Plano de estabilização.

4.1. TESTE DE HIPÓTESES

Segundo Siegel (1988), os testes paramétricos utilizam a estatística especificando certas condições sobre a distribuição da população na qual a pesquisa em questão foi feita. Logo, o significado dos resultados de um teste paramétrico vai depender da validade das condições assumidas. Já a estatística não paramétrica é baseada em um modelo que especifica apenas condições bem gerais e nenhuma sobre o formato da distribuição da amostra. Diante disto, esta estatística também é conhecida como “teste livre de distribuição”.

Para Daniel (1978), os testes não paramétricos apresentam uma série de vantagens, tais como: (a) dependem de suposições mínimas, logo a chance de utilizá-lo de forma indevida é pequena, (b) em muitos casos a obtenção dos valores pode ser fácil e rápida, (c) não requer grande conhecimento estatístico e matemático para entendimento e (d) pode ser aplicado em dados que tenham fraca medida de escala. Além destas vantagens, Siegel (1988) ainda destaca que os testes não paramétricos são, geralmente, muito mais simples de se aprender e aplicá-los que os testes paramétricos, além de terem uma interpretação mais direta.

Através dos Testes de Hipóteses podemos avaliar se as hipóteses formuladas devem ou não ser rejeitadas (Lapponi, 2000). Segundo Daniel (1978), existem dois tipos de hipóteses estatísticas: a hipótese nula (H_0) e a hipótese alternativa (H_1). O teste realizado em cima da hipótese nula, resulta em duas decisões estatísticas: (a) rejeitar a hipótese nula, implicando aceitação da hipótese alternativa ou (b) não rejeitar a hipótese nula (pois a amostra não contém evidência suficiente para rejeitá-la).

Segundo Wonnacott e Wonnacott (1990), o teste unicaudal é mais apropriado quando se tem uma reivindicação de um só lado, tais como: “mais que”, “menos que”, “melhor que”, “pior que” e etc. Já o teste bicaudal é mais utilizado para ocasiões em que temos reivindicações simétricas, tais como: “diferente de”, “mudou para melhor ou pior”, “desigual” e etc.

Para que possamos tomar a decisão em relação a hipótese formulada (H_0), é necessário calcularmos o valor crítico da estatística do teste, pois ele irá separar a região de não rejeição da região de rejeição (Levine, Berenson e Stephan, 1998). No entanto, é importante ressaltarmos que podem ocorrer dois tipos de erro: (a) o erro Tipo I, no qual rejeitamos a hipótese nula (baseado nos dados amostrais) quando esta é verdadeira e (b) o erro Tipo II, no qual aceitamos a hipótese nula (baseado nos dados amostrais) quando esta é falsa. Enquanto que a probabilidade de se cometer o erro Tipo I é indicada pelo nível de significância (α), a probabilidade de se cometer o erro Tipo II é indicada pelo β , sendo $1-\beta$ o poder do teste (Silver, 2000). A tabela 28 ilustra, de forma resumida, os tipos de erro descritos.

Tabela 28 – Tipos de Erros no Teste de Hipótese

	Rejeita-se H_0	Aceita-se H_0
H_0 é verdadeira	Erro Tipo I (α)	Sem Erro ($1-\alpha$)
H_0 é falsa	Sem erro ($1-\beta$)	Erro Tipo II (β)

Outra forma de avaliarmos o resultado dos testes de hipótese é através do valor-p (*p-value*). Segundo Lapponi (2000), o valor-p é a probabilidade da média da amostra ser igual ou mais extrema que o valor médio, obtido a partir de dados da amostra, considerando que a hipótese nula é verdadeira. Também conhecido como nível observado de significância, quanto menor for o valor-p mais forte será a evidência para rejeitar a hipótese nula. A decisão do teste de hipótese será obtida ao compararmos o valor-p com o nível de significância adotado. Caso o valor-p seja maior ou igual do que o nível de significância, a hipótese nula não é rejeitada, caso contrário a hipótese nula deve ser rejeitada.

Segunda Mehta e Patel (1996), o valor-p pode ser calculado de três formas²⁶: (a) Método *Asymptotic*²⁷, (b) Método Exato e (c) Método de Monte Carlo. O Método Assimptótico, que é o padrão utilizado pelo programa *SPSS*, se baseia no pressuposto de que os dados (frente a uma amostra suficientemente grande) advêm de uma determinada distribuição. Logo, quando temos uma amostra pequena, escassa ou com uma fraca distribuição, este método pode produzir resultados não confiáveis. Diante disto, é necessário utilizarmos, adicionalmente, o Método Exato ou o Método de Monte Carlo, para que possamos tomar a decisão acertada sobre rejeitar ou não a hipótese nula.

O Método Exato é o mais aconselhável em todos os casos, afinal ele é considerado como o “padrão ouro” (*gold standard*). Este é o único método, através do qual podemos decidir se devemos rejeitar ou não a hipótese nula, sem correr o risco de cometermos o Erro Tipo I, para o nível de significância desejado. Porém, apesar dos resultados apresentados pelo Método Exato serem sempre confiáveis, algumas bases de dados são muito grandes para este método calcular o valor-p, sendo necessário utilizarmos o Método de Monte Carlo. O valor-p, calculado pelo Método de Monte Carlo, vai apresentar sempre um resultado imparcial e

²⁶ Estas são as três formas de calcular o valor-p com o programa *Statistical Package for Social Science*.

²⁷ O termo “asymptotic” significa “dado um tamanho de amostra suficiente”.

seguro, mesmo em situações que o valor-p *asymptotic* não seja. Sendo assim, uma vez que não podemos prever se o valor-p do Método Assimptótico foi calculado de forma precisa, é recomendável que sempre verifiquemos sua exatidão com o respectivo valor-p do Método Exato ou de Método de Monte Carlo (Mehta e Patel, 1996).

4.1.1. Teste de Normalidade

Para avaliarmos se a distribuição de cada amostra em estudo segue uma distribuição normal, iremos utilizar o Teste de Kolmogorov-Smirnov para uma amostra. Segundo Siegel (1988), o teste consiste em avaliar o grau de concordância entre a distribuição de um conjunto de valores de uma amostra com alguma distribuição teórica específica, isto é, ele determina se os valores observados numa amostra podem ser interpretados como advindos de uma população contendo a distribuição teórica. Este teste envolve, resumidamente, especificarmos a frequência acumulada de distribuição que deverá ocorrer dada a distribuição teórica e compará-la com a frequência acumulada da distribuição observada, sendo que a distribuição teórica representará o que devemos esperar da hipótese nula (H_0).

Sendo assim, quando a hipótese nula for de que uma amostra observada foi extraída de uma distribuição específica, então, é esperado que para cada valor de X_i , $S_n(X_i)$ tenha um $F_0(X_i)$ bem próximo. Em outras palavras, quando H_0 for verdadeiro, podemos esperar que as diferenças entre $S_n(X_i)$ e $F_0(X_i)$ sejam pequenas dentro dos limites de erro ao acaso. Logo, o teste vai estar focado na maximização dos desvios, sendo que o maior valor absoluto de $F_0(X_i) - S_n(X_i)$ será chamado de desvio máximo de D :

$$D = \max | F_0(X_i) - S_n(X_i) | \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (9)$$

Onde: $F_0(X_i)$ = (frequência relativa acumulada)

$S_n(X_i)$ = (frequência relativa acumulada esperada)

Para amostras com um N superior a 35, podemos determinar o valor crítico (bicaudal) de D utilizando as fórmulas demonstradas na tabela 29.

Tabela 29 – Valores Críticos do D para o Teste de Kolmogorov-Smirnov para uma Amostra

Tamanho da Amostra (N)	Nível de Significância para D = Máximo $ F_0(X) - S_n(X) $				
	.20	.15	.10	.05	.01
Acima de 35	$\frac{1.07}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.14}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{N}}$

Fonte: Siegel (1988)

A regra de decisão deste teste determina que quando o valor observado de D (D_o) for menor que o valor crítico de D (D_c), não rejeitamos a hipótese nula. Por outro lado, quando D_o for maior ou igual que o D_c , rejeitamos a hipótese nula.

Cabe salientar que o teste de Kolmogorov-Smirnov (KS) pode ser utilizado para amostras bem pequenas, enquanto que o teste de qui-quadrado não pode, sugerindo assim que o teste de Kolmogorov-Smirnov é mais poderoso, em todos os casos, que seu concorrente, o teste de qui-quadrado. Além disto, quando trabalhamos com pequenas amostras o teste de Kolmogorov-Smirnov é exato, enquanto que o teste de qui-quadrado é apenas aproximadamente exato, sendo o teste de KS preferido nestes casos também (Siegel, 1988).

Baseado no teste de Kolmogorov-Smirnov para uma amostra iremos testar a normalidade (a) dos retornos reais médios mensais de cada classe de ativo, (b) do prêmio de risco real médio mensal sobre ações e (c) dos retornos reais médios mensais da carteira de risco mínimo, sendo

que todos os três testes terão suas séries segmentadas em dois períodos: pré Plano Real e pós Plano Real.

4.1.2. Testes Paramétricos

4.1.2.1. Teste de Hipótese z Sobre Uma Média

Para Silver (2000), a escolha do tipo de distribuição que deve ser utilizada para a realização do teste de hipótese sobre uma média vai depender do tamanho da amostra. Para pequenas amostras, com $n < 30$, a estatística resultante não tem distribuição normal, devendo ser utilizada a distribuição t. Por outro lado, quando trabalharmos com grandes amostras, com $n > 30$, deverá ser adotada a distribuição de z.

Em ambos os testes de hipóteses (z ou t), após a escolha do nível de significância, iremos comparar os resultados observados com os valores críticos da distribuição escolhida, para que possamos tomar uma decisão com relação a hipótese formulada (nula) (Lapponi, 2000).

Uma vez que estamos trabalhando com dados mensais e o tamanho da amostra é superior a 30, iremos optar pelo teste de hipótese z sobre uma média, caso seja constatado que os dados seguem uma distribuição normal (teste paramétrico).

Segundo Silver (2000), o teste de hipótese z utiliza a estatística z que segue a distribuição normal padrão para grandes amostras, conforme descrito pela função abaixo.

$$Z_0 = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma_x / \sqrt{n}} \quad (10)$$

Onde:

\bar{x} = média da amostra

μ_0 = hipótese nula

σ_x = desvio padrão da amostra

n = tamanho da amostra

Caso os dados não rejeitem a utilização de uma estatística paramétrica, poderemos formular as seguintes hipóteses para este teste:

H_0 : prêmio de risco real médio mensal sobre ações é nulo

H_1 : prêmio de risco real médio mensal sobre ações não é nulo

4.1.2.2. Teste de Hipótese z para Diferença entre Duas Médias

Os testes para duas amostras são importantes para que possamos verificar se há diferença entre médias ou proporções de dois grupos, sendo seus procedimentos similares ao teste de uma amostra (Silver, 2000).

Para McClave, Benson e Sincich (2001), existem duas metodologias para compararmos as médias entre duas populações. Em estudos que abordam uma grande amostra ($n_1 > 30$ e $n_2 > 30$) devemos utilizar a estatística z e em estudos com uma pequena amostra ($n_1 < 30$ e $n_2 < 30$) devemos utilizar a estatística t. Esta diferenciação entre os testes ocorre pois quando a amostra é muito pequena, as estimativas de σ_1^2 e σ_2^2 não são confiáveis (que garantem que a estatística z é normal) e o teorema do limite central²⁸ não pode ser aplicado.

²⁸ Com base no teorema do limite central, temos que as médias amostrais têm distribuição normal, sendo cada lado da distribuição uma imagem espelho da outra (Silver, 2000).

Segundo Silver (2000), este teste paramétrico deve ser utilizado para amostras com tamanhos superiores a trinta ($n > 30$). Seu cálculo, que é baseado na distribuição z, obedece a seguinte função:

$$z_o = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} \quad (11)$$

Onde:

\bar{X}_1 = média aritmética da amostra extraída da população 1

μ_1 = média aritmética da população 1

σ_1^2 = variância da população 1

n_1 = tamanho da amostra extraída da população 1

\bar{X}_2 = média aritmética da amostra extraída da população 2

μ_2 = média aritmética da população 2

σ_2^2 = variância da população 2

n_2 = tamanho da amostra extraída da população 2

Com base neste teste paramétrico podemos determinar as seguintes hipóteses:

H_0 : média dos retornos reais mensais no período pré Plano Real = Média dos retornos reais mensais no período pós Plano Real.

H_1 : média dos retornos reais mensais no período pré Plano Real \neq Média dos retornos reais mensais no período pós Plano Real.

4.1.2.3. Teste de Hipótese t para Diferença entre Duas Médias

Segundo Levine, Berenson e Stephan (2000), geralmente não conhecemos o verdadeiro desvio padrão das duas populações, sendo as médias aritméticas e os desvios padrões das amostras as únicas informações disponíveis. Sendo assim, partindo do pressuposto que as amostras são extraídas aleatoriamente e independentemente de populações normalmente distribuídas e com variâncias populacionais iguais, podemos utilizar o teste t de variância combinada para verificarmos se existe uma diferença entre as médias aritméticas das duas populações.

Como este teste será utilizado para amostras inferiores a 30, seu cálculo, que é baseado na distribuição t, adotará a seguinte função (McClave, Benson e Sincich, 2001):

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (12)$$

em que,

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}$$

Onde:

S_p^2 = variância combinada

\bar{x}_1 = media aritmética da amostra extraída da população 1

S_1^2 = variância da amostra extraída da população 1

n_1 = tamanho da amostra extraída da população 1

\bar{x}_2 = media aritmética da amostra extraída da população 2

S_2^2 = variância da amostra extraída da população 2

n_2 = tamanho da amostra extraída da população 2

A região de rejeição será dada por: $|t| > t_{\alpha} / 2$, onde $t_{\alpha} / 2$ é baseado em $(n_1 + n_2 - 2)$ graus de liberdade.

4.1.2.4. Teste de Hipótese f para Diferença entre Duas Variâncias

Para testarmos a igualdade das variâncias de duas populações independentes é necessário utilizarmos a estatística baseada na razão entre as variâncias das duas amostras. Supondo que os dados são distribuídos normalmente, a razão S_1^2 / S_2^2 seguirá a distribuição F. Para testarmos se as variâncias das duas amostras são diferentes devemos utilizar o teste bicaudal (Levine, Berenson e Stephan, 1998).

Caso a hipótese nula, de que os retornos reais mensais seguem uma distribuição normal, não seja rejeitada, poderemos realizar o teste F para as seguintes hipóteses:

H_0 : variância dos retornos reais mensais médios no período pré Plano Real = variância dos retornos reais mensais médios no período pós Plano Real ($H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$).

H_1 : variância dos retornos reais mensais médios no período pré Plano Real \neq variância dos retornos reais mensais médios no período pós Plano Real ($H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$).

4.1.3. Testes Não Paramétricos

4.1.3.1. Teste de Kolmogorov-Smirnov para Duas Amostras

Criado em 1939 por Smirnov, este teste é utilizado para verificar se duas amostras independentes foram retiradas da mesma população (ou de populações com a mesma distribuição). Caso as duas amostras tenham sido retiradas da mesma distribuição de população, então a distribuição acumulada de ambas as amostras devem ser bem próximas uma da outra. Se a distribuição acumulada de ambas as amostras estiverem muito distantes, em qualquer ponto, isto sugere que as amostras vieram de populações diferentes.

O teste pode ser realizado em uma ou nas duas caudas. O unicaudal é utilizado para decidir se os valores retirados de uma amostra da população é estocasticamente maior que os valores retirados da outra amostra da população. Já o teste bicaudal é sensível a qualquer diferença na distribuição de onde as duas amostras foram retiradas, isto é, diferenças de localização (tendência central), dispersão, assimetria, etc (Siegel, 1998). Para o teste bicaudal de Kolmogorov-Smirnov com duas amostras procuramos a diferença absoluta máxima, conforme demonstrado na função a seguir:

$$D_{m,n} = \max |S_m(x) - S_n(x)| \quad (13)$$

Onde:

$S_m(x)$ = distribuição acumulada observada de uma amostra de tamanho m

$S_n(x)$ = distribuição acumulada observada de uma amostra de tamanho n

Quando temos o m ou n maior que 25, não é possível utilizar as tabelas de valores críticos de $D_{m,n}$ para o teste de Kolmogorov-Smirnov já existente, sendo necessário calcular o valor

crítico com base na tabela 30. Caso o valor observado seja igual ou maior que o valor crítico, H_0 deve ser rejeitada para aquele nível de significância (bicaudal) associado à equação.

Tabela 30 – Valores Críticos de $D_{m,n}$ para o teste de duas amostras de Kolmogorov-Smirnov

Nível de Significância	Valores Críticos
.10	$1.22\sqrt{\frac{m+n}{mn}}$
.05	$1.36\sqrt{\frac{m+n}{mn}}$
.025	$1.48\sqrt{\frac{m+n}{mn}}$
.01	$1.63\sqrt{\frac{m+n}{mn}}$
.005	$1.73\sqrt{\frac{m+n}{mn}}$
.001	$1.95\sqrt{\frac{m+n}{mn}}$

Fonte: Siegel (1988)

Onde: m = tamanho da amostra 1 e n = tamanho da amostra 2

Ao analisar o poder de eficiência, Siegel (1998) afirma que o teste de Kolmogorov-Smirnov é uma ferramenta de análise estatística mais poderosa (para verificar se duas amostras independentes foram retiradas da mesma população ou de populações com a mesma distribuição), em todos os casos, que os testes de qui-quadrado e o teste de mediana. Além disto, as evidências indicam que para amostras muito pequenas o teste de Kolmogorov-Smirnov é ligeiramente mais eficiente que o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney.

4.1.3.2. Teste de Wilcoxon Signed Rank

Desenvolvido para testar a hipótese sobre a localização (mediana) da distribuição de uma população, este teste é utilizado para avaliar se dois pares de dados apresentam uma mesma mediana. Considerado o teste não paramétrico equivalente ao teste paramétrico t, sua grande diferença consiste no fato de que a estatística paramétrica faz suposições sobre a distribuição, isto é, que os dados não rejeitam a hipótese de uma distribuição normal.

O teste é baseado na magnitude da diferença entre os pares observados ($d_i = X_i - Y_i$), sendo que a hipótese nula trata X e Y como equivalentes, isto é, ambos são amostras de populações com as mesmas medianas e com as mesmas distribuições contínuas. Logo, se a hipótese nula for verdadeira, provavelmente encontraremos algumas diferenças a favor de X e outras a favor de Y, não havendo diferença entre ambos. Caso a soma dos resultados positivos seja muito maior que a soma dos resultados negativos, devemos inferir que X é diferente de Y, e rejeitar a hipótese nula (Siegel, 1988).

Para os testes com grandes amostras ($n > 15$) é necessário calcularmos o valor do z observado, conforme a função a seguir:

$$z = \frac{T^+ - \mu_{T^+}}{\sigma_{T^+}} \quad (14)$$

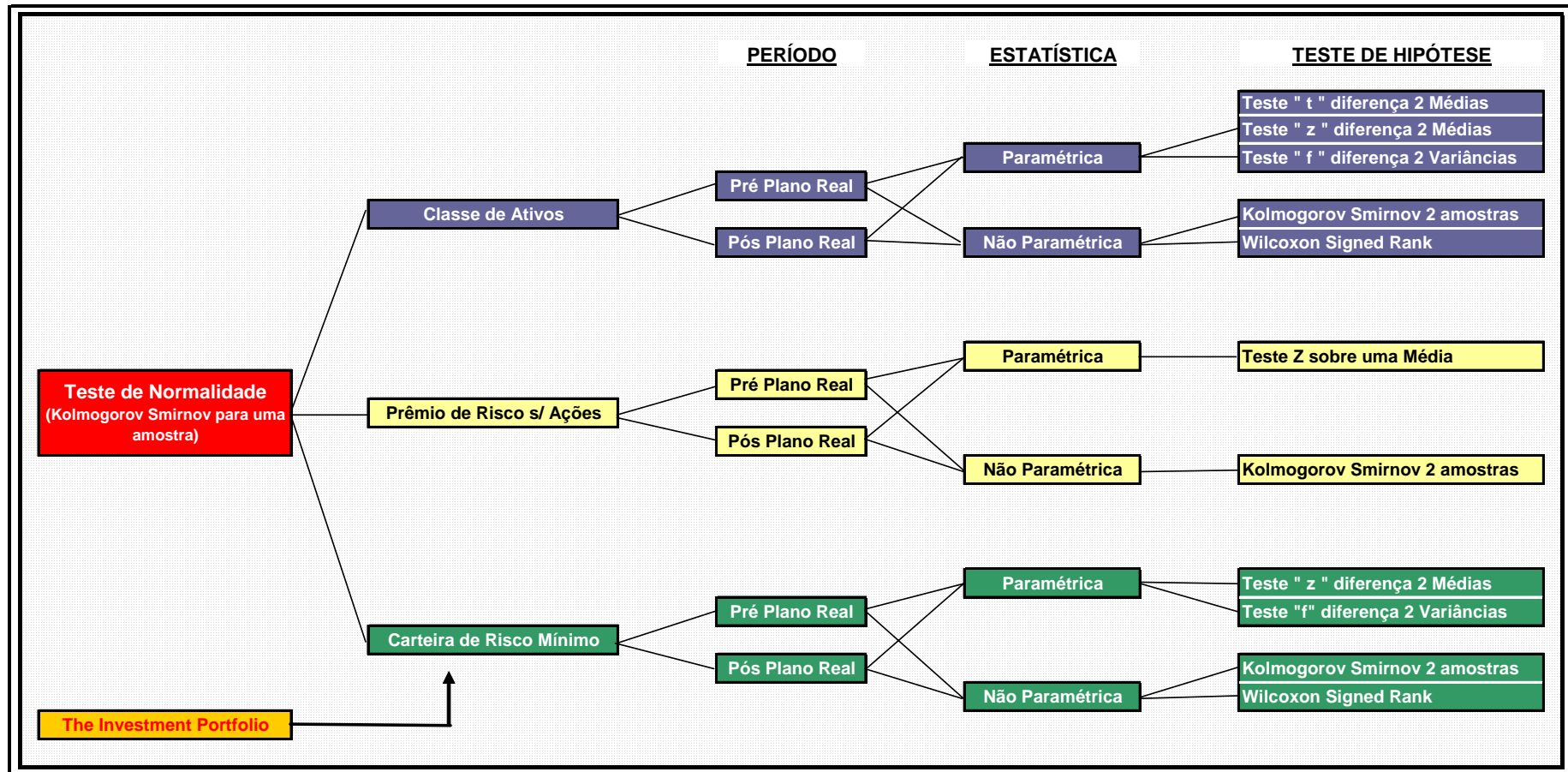
Onde:

T^+ = soma da categoria que tem sinais positivos

$$\text{Mediana} = \mu_{T^+} = \frac{N(N+1)}{4} \quad \text{e} \quad \text{Variância} = \sigma_{T^+}^2 = \frac{N(N+1)(2N+1)}{24}$$

Para Siegel (1988), caso o valor do z observado esteja na região de rejeição, devemos rejeitar a hipótese nula e aceitar a hipótese alternativa, isto é, se a probabilidade obtida for menor ou igual ao nível de significância (α) rejeitamos a hipótese nula.

Gráfico 12 – Árvore de Decisão dos Testes de Hipóteses



4.2. MONTAGEM DE MACRO CARTEIRAS

Através da montagem da macro carteira de risco mínimo o investidor poderá identificar qual foi a melhor composição de ativos, antes e após o Plano Real, para o menor nível de risco possível. Logo, o investidor poderá analisar quais foram (caso tenha ocorrido) as alterações na composição dos ativos da carteira de risco mínimo de um período para o outro, avaliando se houve a necessidade, por parte do investidor, de rever o montante alocado em cada ativo para que seu perfil de risco não fosse alterado do período pré para o pós Plano Real.

4.2.1. Modelo de Otimização

O modelo de otimização utilizado para compor a carteira de risco mínimo será baseado no *software The Investment Portfolio*, versão 2.5, que foi desenvolvido por Edwin J. Elton, Martin J. Gruber e Christopher R. Blake em sociedade com a IntelliPro, Inc. O modelo que será assumido não permite a venda descoberta de nenhuma classe de ativos e não considera empréstimos ou aplicações sem risco (*no short selling and no riskless lending and borrowing*).

A obtenção da carteira de risco mínimo é dada por (Elton et al, 2003):

$$\text{Mínimo } \sum_{i=1}^N (x_i^2 \sigma_i^2) + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N (x_i x_j \sigma_{ij}) \quad (15)$$

Sujeito a: (1) $\sum_{i=1}^N x_i = 1$ (somatório dos pesos = 1)

(2) $x_i \geq 0$, $i = 1, \dots, N$ (os pesos são positivos)

4.2.2. Estatísticas Descritivas

Uma vez criada as carteiras de risco mínimo (pré e pós Plano Real), iremos fazer uma análise estatística descritiva, destacando principalmente as alterações (caso tenham ocorrido) nos retornos e riscos médios anuais das carteiras de um período para o outro.

A taxa de retorno da carteira de ativos vai ser igual à soma ponderada dos retornos correspondentes de cada ativo com o peso deste ativo na carteira (Luenberger,1998).

$$R = \sum_{i=1}^n W_i R_i \quad (16)$$

4.2.3. Carteira Homogênea

Após identificarmos a composição ótima para uma carteira de risco mínimo, iremos aplicar uma ponderação homogênea aos retornos reais mensais das seis classes de ativos com o intuito de verificar qual foi o risco e retorno de uma carteira homogênea antes e após o Plano Real. Sendo assim, poderemos avaliar qual foi a diferença apresentada entre uma carteira de risco mínimo, que aloca seus ativos de forma a obter o menor risco possível, e uma carteira homogênea que diversifica seu risco aleatoriamente (em parcelas iguais) entre as seis classes de ativos.

4.2.4. Fronteira Eficiente

O objetivo de criarmos a fronteira eficiente, na qual a carteira de risco mínimo está inserida, é para verificarmos se houve um deslocamento da curva do período pré para o pós Plano Real. Logo, ao analisarmos a curva da fronteira eficiente poderemos verificar se após o Plano Real houve um aumento ou uma redução (alteração nas características) nos desvios padrões e nos retornos das carteiras que a compõe.

4.2.5. Teste de Hipóteses

Através da utilização de testes de hipóteses poderemos verificar, cientificamente, se ocorreram alterações significativas nos retornos e nas variâncias da carteira de risco mínimo do período pré para o pós Plano Real. Sendo assim, após testarmos a normalidade das distribuições dos retornos reais mensais da carteira de risco mínimo, poderemos identificar quais testes de hipóteses serão mais apropriados, os paramétricos ou os não paramétricos.

4.3. LIMITAÇÕES

É importante destacarmos que o estudo realizado nesta dissertação se baseia no ponto de vista de investidores isentos e não leva em consideração os custos de transação, impostos e custos de custódia dos ativos analisados.

Os testes de hipóteses realizados são específicos para cada hipótese assumida, não devendo ser adotados em testes cujo o escopo seja diferente, isto é, cada teste de hipótese utilizado neste trabalho tem seu propósito e sua limitação, e sua generalização pode gerar erros de avaliação.

O modelo utilizado para a carteira de risco mínimo, busca refletir a melhor composição de ativos para o menor nível de risco, porém como todo modelo tem suas limitações. Logo, é importante estar atendo as premissas que compõe (limitações) o modelo para evitar erros que vão além do escopo adotado.

5. RESULTADO E ANÁLISE DOS TESTES

Neste capítulo iremos apresentar os resultados e análises obtidas com os diferentes tipos de testes de hipóteses que foram realizados com (a) os retornos reais mensais das classes de ativos, (b) do prêmio de risco sobre ações e (c) da carteira de risco mínimo. Além dos testes de hipóteses, serão demonstrados também os resultados obtidos com a criação da carteira de risco mínimo e suas respectivas análises.

5.1. TESTE DE NORMALIDADE

Através do teste de Kolmogorov-Smirnov para uma amostra avaliamos a hipótese das distribuições dos retornos reais mensais de cada classe de ativo pertencerem a uma distribuição normal, nos períodos pré Plano Real e pós Plano Real, para que pudéssemos decidir qual estatística é a mais apropriada para os testes de hipóteses a serem realizados (a paramétrica ou a não paramétrica).

Os testes de Kolmogorov-Smirnov para uma amostra utilizaram um nível de significância de 0,05 e assumiram as seguintes hipóteses:

H_0 : a distribuição dos retornos reais mensais médios de determinada classe de ativo segue uma distribuição normal no período pré (pós) Plano Real.

H_1 : a distribuição dos retornos reais mensais médios de determinada classe de ativo não segue uma distribuição normal no período pré (pós) Plano Real.

5.1.1. Classe de Ativos: Pré Plano Real

Os resultados dos testes, de Kolmogorov-Smirnov para uma amostra, realizados para a distribuição dos retornos reais mensais de cada classe de ativo sugerem que devemos rejeitar a hipótese nula (de que a distribuição dos retornos reais mensais médios de determinada classe de ativo segue uma distribuição normal no período pré Plano Real) para três classes de ativos (Dólar, Poupança e *Overnight*) uma vez que não somente os valores observados (*most extreme differences absolute*) são superiores ao valor crítico (0,1216), como também seus valores-p (*monte carlo sig.*) são inferiores ao nível de significância adotado, conforme demonstrado na tabela 31. Logo, estas três classes de ativos não devem ser analisadas através de testes paramétricos tradicionais, sendo necessário a utilização de testes não paramétricos.

Tabela 31 – Kolmogorov-Smirnov para uma amostra (Classe de Ativos): Pré Plano Real

		DOLAR	OURO	CDB	POUPANCA	OVERNIGHT	IBOVESPA
N		125	125	125	125	125	125
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	-4,07E-03	9,870E-04	1,228E-02	7,037E-04	7,183E-03	4,017E-02
	Std. Deviation	4,630E-02	,1097	3,413E-02	2,971E-02	3,901E-02	,2492
Most Extreme Differences	Absolute	,157	,070	,114	,142	,145	,091
	Positive	,157	,070	,077	,098	,126	,091
	Negative	-,142	-,064	-,114	-,142	-,145	-,054
Kolmogorov-Smirnov Z		1,756	,783	1,271	1,587	1,624	1,018
Asymp. Sig. (2-tailed)		,004	,572	,079	,013	,010	,251
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.	,003 ^c	,548 ^c	,072 ^c	,011 ^c	,008 ^c	,236 ^c
	95% Confidence						
	Lower Bound	,002	,538	,067	,009	,007	,228
	Upper Bound	,005	,557	,077	,013	,010	,245

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

Por outro lado, classes de ativos como o Ouro, o CDB e o Ibovespa não apresentaram evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese de nulidade. Isto é, o resultado obtido com o

valor observado (*most extreme differences absolute*) de cada classe de ativo foi inferior ao valor crítico, e o valor-p (*monte carlo sig.*) de cada classe de ativo foi superior ao nível de significância. Sendo assim, para estas classes de ativos poderemos utilizar testes de hipóteses paramétricos.

5.1.2. Classe de Ativos: Pós Plano Real

Os resultados obtidos no período pós Plano Real, sugerem que não devemos rejeitar a hipótese nula (de que a distribuição dos retornos reais mensais médios de determinada classe de ativo segue uma distribuição normal no período pós Plano Real), com exceção do Dólar, para nenhuma das classes de ativos. Isto é, o Ouro, o CDB, a Poupança, o *Overnight* e o Ibovespa não apresentaram evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese nula, permitindo desta forma que utilizemos os testes paramétricos em suas análises.

Tabela 32 – Kolmogorov Smirnov para uma amostra (Classe de Ativos): Pós Plano Real

		DOLAR	OURO	CDB	POUPANCA	OVERNIGHT	IBOVESPA
N		126	126	126	126	126	126
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	1,918E-03	-2,22E-03	8,895E-03	4,003E-03	1,163E-02	1,333E-02
	Std. Deviation	7,529E-02	5,775E-02	6,493E-03	6,507E-03	7,121E-03	,1057
Most Extreme Differences	Absolute	,246	,110	,071	,089	,072	,061
	Positive	,246	,110	,050	,043	,072	,045
	Negative	-,190	-,091	-,071	-,089	-,067	-,061
Kolmogorov-Smirnov Z		2,762	1,236	,793	,998	,811	,679
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000	,094	,555	,272	,527	,745
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.	,000 ^c	,088 ^c	,529 ^c	,258 ^c	,502 ^c	,716 ^c
	95% Confidence						
	Lower Bound	,000	,083	,519	,250	,493	,707
	Upper Bound	,000	,094	,538	,267	,512	,725

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 1502173562.

Ao analisarmos a tabela 32 podemos perceber que não somente o valor observado (*most extreme differences absolute*) de cada classe de ativo, com exceção do Dólar, foi inferior ao valor crítico (0,1211), como também o valor-p (*monte carlo sig.*) de cada classe de ativo, com exceção do Dólar, foi superior ao nível de significância adotado, sugerindo assim que,

exceção do Dólar, todas as classes de ativos não apresentaram evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese nula.

Como podemos perceber, ao confrontarmos os resultados obtidos no período pré Plano Real com os do pós Plano Real, nem todas as classes de ativos apresentaram a mesma decisão em relação a hipótese nula. Sendo assim, é importante ressaltarmos que como iremos fazer comparações de um período contra o outro, as classes de ativos que rejeitaram a hipótese nula em um período e não rejeitaram em outro, ou vice-versa, serão tratadas com uma estatística não paramétrica, dada que a mesma parte do princípio de ser livre de distribuição. A tabela 33 ilustra, resumidamente, os resultados obtidos com os testes de normalidade efetuados para cada classe de ativo em ambos os períodos.

Tabela 33 – Resultado dos Testes de Normalidade para Classes de Ativos

Classes de Ativos	Pré Plano Real	Pós Plano Real
Dólar	Rejeitou H_0	Rejeitou H_0
Ouro	Não Rejeitou H_0	Não Rejeitou H_0
CDB	Não Rejeitou H_0	Não Rejeitou H_0
Poupança	Rejeitou H_0	Não Rejeitou H_0
Overnight	Rejeitou H_0	Não Rejeitou H_0
Ibovespa	Não Rejeitou H_0	Não Rejeitou H_0

5.1.3. Prêmio de Risco Sobre Ações (PRA): Pré Plano Real

No período pré Plano Real não encontramos evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese de que a distribuição dos retornos reais médios mensais que compõem o prêmio de risco sobre ações pertence a uma distribuição normal, uma vez que o valor observado (*most extreme differences absolute* = 0,072) foi inferior ao valor crítico (0,1216) e que o nível de

significância adotado (0,05) foi inferior ao valor-p (*monte carlo sig.*) encontrado (0,515), conforme demonstrado na tabela 34.

Tabela 34 – Kolmogorov-Smirnov para uma amostra (Prêmio de risco sobre ações): Pré Plano Real

		PRA
N		125
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	3,222E-02
	Std. Deviation	,2507
Most Extreme Differences	Absolute	,072
	Positive	,072
	Negative	-,064
Kolmogorov-Smirnov Z		,804
Asymp. Sig. (2-tailed)		,538
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.	,515 ^c
	95% Lower Bound	,505
	Confidence Upper Bound	,524

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

As hipóteses formuladas para o teste de Kolmogorov-Smirnov para uma amostra, com um nível de significância de 0,05, foram:

H_0 : a distribuição do prêmio de risco mensal sobre ações segue uma distribuição normal no período pré Plano Real.

H_1 : a distribuição do prêmio de risco mensal sobre ações não segue uma distribuição normal no período pré Plano Real.

Dado que não houve rejeição da hipótese nula neste teste, poderemos utilizar, posteriormente, o teste de hipótese z (paramétrico) para uma média, para testarmos a hipótese se o prêmio de risco real mensal sobre ações é nulo no período pré Plano Real.

5.1.4. Prêmio de Risco Sobre Ações (PRA): Pós Plano Real

Ao analisarmos os resultados do período pós Plano Real, podemos verificar que não somente o valor observado (*most extreme differences absolute* = 0,066) é inferior ao valor crítico (0,1211), como também o valor-p (*monte carlo sig* = 0,630) é superior ao nível de significância adotado (0,05), sugerindo assim que não há evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese nula. Sendo assim devemos não rejeitar a hipótese de que a distribuição dos retornos reais médios mensais que compõem o prêmio de risco sobre ações pertence a uma distribuição normal, conforme a demonstrado na tabela 35.

Tabela 35 – Kolmogorov-Smirnov para uma amostra (Prêmio de risco sobre ações): Pós Plano Real

		PRA
N		126
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	1,702E-03
	Std. Deviation	,1042
Most Extreme Differences	Absolute	,066
	Positive	,044
	Negative	-,066
Kolmogorov-Smirnov Z		,736
Asymp. Sig. (2-tailed)		,651
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.	,630 ^c
	95% Lower Bound	,621
	Confidence Upper Bound	,640

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 299883525.

As hipóteses formuladas para o teste de Kolmogorov-Smirnov para uma amostra, com um nível de significância de 0,05, foram:

H_0 : a distribuição dos retornos reais médios mensais do prêmio de risco sobre ações segue uma distribuição normal no período pós Plano Real.

H_1 : a distribuição dos retornos reais médios mensais do prêmio de risco sobre ações não segue uma distribuição normal no período pós Plano Real.

Similar ao período pré Plano Real, neste período também poderemos utilizar, posteriormente, o teste de hipótese (paramétrico) z para uma média, para verificarmos a hipótese se o prêmio de risco real mensal sobre ações é nulo no período pós Plano Real.

5.2. TESTES PARAMÉTRICOS

Após realizarmos os testes de normalidade, verificamos que enquanto algumas classes de ativos não rejeitaram a hipótese nula do teste de normalidade, outras rejeitaram. Sendo assim, esta seção abordará apenas os testes de hipóteses realizados com as classes de ativos que não rejeitaram, em nenhum dos dois períodos analisados, o teste de normalidade, isto é, as classes de ativos que não rejeitaram a utilização da estatística paramétrica. As classes de ativos que serão analisadas nesta seção serão: (a) Ouro, (b) CDB, (c) Ibovespa e (d) Prêmio de risco sobre ações.

5.2.1 Teste de Hipótese z para Uma Média

Conforme colocado anteriormente, utilizamos o teste de hipótese z (para grandes amostras) sobre uma média, para verificarmos se houve um prêmio de risco real médio mensal sobre ações nos períodos pré ou pós Plano Real.

Os testes realizados assumiram as seguintes hipóteses:

$H_0 = 0$: prêmio de risco real médio mensal sobre ações no período pré Plano Real ou pós Plano Real é nulo

$H_1 \neq 0$: prêmio de risco real médio mensal sobre ações no período pré Plano Real ou pós Plano Real não é nulo

5.2.1.1. Período Pré Plano Real

Uma vez que o valor encontrado para o z observado está dentro do intervalo do z crítico ($-1,96 < 1,4360 < +1,96$), devemos não rejeitar a hipótese nula, uma vez que a amostra não contém evidência suficiente para rejeitá-la. Além disso, o fato do valor-p²⁹ (0,15) ser maior que o nível de significância (0,05), reforça a decisão de que devemos não rejeitar a hipótese nula. Sendo assim, ambos os resultados sugerem que não há evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese de que o prêmio de risco real médio sobre ações mensal no período pré Plano Real é nulo, conforme demonstrado na tabela 36.

Tabela 36 – Teste z para o Prêmio de Risco Real Médio Mensal sobre Ações: Pré Plano Real

Média Aritmética	Desvio Padrão	Nº Obs.	IC	Z crítico	Z observado	Valor-p
0,0322	0,2507	125	0,95	+/- 1,96	1,436	0,15

²⁹ Valor-p para o teste bicaudal.

5.2.1.2. Período Pós Plano Real

Similar ao resultado obtido no período pré Plano Real, o valor do z observado, no período pós Plano Real, também se encontra dentro do intervalo do z crítico ($-1,96 < 0,1831 < +1,96$), sugerindo que não há evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese nula. Além disso, o fato do valor-p (0,85) ser maior que o nível de significância adotado, reforça a decisão de que não devemos rejeitar a hipótese nula. Logo, não rejeitamos a hipótese da nulidade de que o prêmio de risco real médio mensal sobre ações no período pós Plano Real é nulo. A tabela 37 demonstra, resumidamente, os resultados obtidos neste teste.

Tabela 37 – Teste z para o Prêmio de Risco Real Médio Mensal sobre Ações: Pós Plano Real

Média Aritmética	Desvio Padrão	Nº Obs.	IC	Z crítico	Z observado	Valor-p
0,0017	0,1042	126	0,95	+/- 1,96	0,1831	0,85

Com base nos resultados obtidos com os testes de hipóteses z sobre uma média para o prêmio de risco sobre ações nos períodos pré e pós Plano Real, podemos concluir que em ambos os períodos não há evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese de nulidade. Isto é, não há evidências suficientes para afirmarmos que o investidor que optou por investir num ativo de renda variável (Ibovespa), de maior risco, obteve um ganho sobre o investidor que optou por investir num ativo de renda fixa (*Overnight*), de menor risco.

5.2.2. Teste de Hipótese z para Diferença entre Duas Médias

Conforme mencionado anteriormente, apenas três classes de ativos (Ouro, CDB e Ibovespa) não rejeitaram a hipótese nula do teste de normalidade. Logo, realizamos o teste z para

diferença entre duas médias com apenas estes três ativos, com o intuito de verificar se a diferença entre as médias dos retornos reais mensais destas classes de ativos é significativa de um período para o outro (pré Plano Real x pós Plano Real).

O intervalo de confiança utilizado foi de 95% e as hipóteses formuladas foram:

H_0 : média dos retornos reais mensais do período pré Plano Real = média dos retornos reais mensais do período pós Plano Real

H_1 : média dos retornos reais mensais do período pré Plano Real \neq média dos retornos reais mensais do período pós Plano Real

Ao avaliarmos os resultados obtidos, tabela 38, podemos perceber que todas as três classes de ativos não rejeitaram a hipótese nula, uma vez que o valor-p calculado é maior que o nível de significância. Em outras palavras, os resultados sugerem que a diferença entre as médias dos retornos reais mensais do período pré para o pós Plano Real não são significativas.

Tabela 38 – Teste de Hipótese Z para Diferença entre Duas Médias: Pré Plano Real x Pós Plano Real

	Ouro (Pré)	Ouro (Pós)		CDB (Pré)	CDB (Pós)		Ibovespa (Pré)	Ibovespa (Pós)
Média	0,00099	-0,00222	Média	0,01228	0,00890	Média	0,04017	0,01333
Variância conhecida	0,01204	0,00334	Variância conhecida	0,00117	0,00004	Variância conhecida	0,06208	0,01116
Observações	125	126	Observações	125	126	Observações	125	126
Hipótese da diferença de média	0		Hipótese da diferença de média	0		Hipótese da diferença de média	0	
z	0,28969		z	1,08896		z	1,10930	
P(Z<=z) uni-caudal	0,38603		P(Z<=z) uni-caudal	0,13809		P(Z<=z) uni-caudal	0,13365	
z crítico uni-caudal	1,64485		z crítico uni-caudal	1,64485		z crítico uni-caudal	1,64485	
P(Z<=z) bi-caudal	0,77206		P(Z<=z) bi-caudal	0,27617		P(Z<=z) bi-caudal	0,26730	
z crítico bi-caudal	1,95996		z crítico bi-caudal	1,95996		z crítico bi-caudal	1,95996	

5.2.3. Teste de Hipótese t para Diferença entre Duas Médias

Com base nos retornos reais mensais de cada classe de ativo, calculamos as correlações médias anuais para verificarmos, através do teste de hipótese t, se a diferença entre as correlações médias anuais das classes de ativos foi significativa do período pré para o pós Plano Real.

Os resultados obtidos com o teste de hipótese t para diferença entre duas médias, sugerem que devemos rejeitar a hipótese nula (de que a correlação média dos ativos x e y no período pré Plano Real = correlação média dos ativos x e y no período pós Plano Real) para as seguintes correlações: (a) CDB-Dólar, (b) *Overnight*-Dólar e (c) Ibovespa-Dólar, uma vez que o valor-p destes é inferior ao nível de significância adotado e o valor do t observado está fora do intervalo do t crítico. Para as demais correlações (Dólar-Ouro; Dólar-Poupança; Ouro-CDB; Ouro-Poupança; Ouro-*Overnight*; Ouro-Ibovespa; CDB-Poupança; CDB-*Overnight*; CDB-Ibovespa; Poupança-*Overnight*; Poupança-Ibovespa; *Overnight*-Ibovespa) não encontramos evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese de nulidade, uma vez que o valor-p encontrado foi superior ao nível de significância adotado e o valor do t observado está dentro do limite do t crítico, conforme demonstrado na tabela 39.

Os testes realizados assumiram as seguintes hipóteses:

H_0 : correlação média dos ativos x e y no período pré Plano Real = correlação média dos ativos x e y no período pós Plano Real.

H_1 : correlação média dos ativos x e y no período pré Plano Real \neq correlação média dos ativos x e y no período pós Plano Real.

Intervalo de Confiança: 95% ($\alpha = 0,05$)

$t_{\text{crítico}} = \pm 1,96$

Tabela 39 – Resultado dos Testes t para a Correlação das Classes de Ativos

Classes de Ativos	t observado	Valor-p
US\$-Ouro	-0,71520	0,48318
US\$-CDB	2,30086	0,03289
US\$-Poupança	1,13175	0,27259
US\$-Overnight	3,73535	0,00131
US\$-Ibovespa	3,20672	0,00464
Ouro-CDB	0,93040	0,36326
Ouro-Poupança	0,16750	0,86874
Ouro-Overnight	1,75704	0,09421
Ouro-Ibovespa	1,22072	0,23639
CDB-Poupança	-1,56628	0,14558
CDB-Overnight	-1,88549	0,08380
CDB-Ibovespa	-0,47327	0,64141
Poupança-Overnight	-1,38584	0,19101
Poupança-Ibovespa	-0,62409	0,54040
Overnight-Ibovespa	-0,46357	0,64851

A tabela 40 apresenta, numa outra visão, os resultados obtidos com os testes de hipótese t que foram realizados para verificar se houve uma alteração significativa na correlação média entre as classes de ativos em estudo. Através desta tabela, fica fácil visualizarmos quais foram as classes de ativos, que apresentaram alterações significativas em suas correlações médias anuais do período pré Plano Real para o pós Plano Real.

Tabela 40 – Resumo das Decisões dos Testes t para Diferenças de Correlação das Classes de Ativos

	Dolar Comercial	Ouro Físico	CDB-Pré	Poupança	Overnight	Ibovespa
Dolar	1,000	-	-	-	-	-
Ouro	Não rejeitou	1,000	-	-	-	-
CDB	Rejeitou	Não rejeitou	1,000	-	-	-
Poupança	Não rejeitou	Não rejeitou	Não rejeitou	1,000	-	-
Overnight	Rejeitou	Não rejeitou	Não rejeitou	Não rejeitou	1,000	-
Ibovespa	Rejeitou	Não rejeitou	Não rejeitou	Não rejeitou	Não rejeitou	1,000

Dentre as correlações que rejeitaram a hipótese de nulidade (CDB-Dólar; *Overnight*-Dólar e Ibovespa-Dólar) observamos que houve uma queda na correlação média do período pré para o pós Plano Real. Já para as correlações que não rejeitaram a hipótese nula, observamos que enquanto algumas apresentaram uma elevação na correlação média (Ouro-Dólar; CDB-Poupança; CDB-*Overnight*; CDB-Ibovespa; Poupança-*Overnight*, Poupança-Ibovespa; *Overnight*-Ibovespa), outras apresentaram uma redução em suas correlações (Poupança-Dólar; Ouro-CDB; Ouro-Poupança; Ouro-*Overnight*; Ouro-Ibovespa).

5.2.4. Teste de Hipótese f para Diferença entre Duas Variâncias

Utilizamos o teste de hipótese f, para verificarmos se a variância entre as médias dos retornos reais mensais das três classes de ativos (Ouro, CDB e Ibovespa) são iguais de um período para o outro (pré Plano Real x pós Plano Real). O nível de significância utilizado foi de 0,05 e as hipóteses formuladas foram:

H_0 : variância dos retornos reais mensais no período pré Plano Real = variância dos retornos reais mensais no período pós Plano Real ($H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$).

H_1 : variância dos retornos reais mensais no período pré Plano Real \neq variância dos retornos reais mensais no período pós Plano Real ($H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$).

Com base nos resultados obtidos e demonstrados na tabela 41, podemos afirmar que todos os valores-p encontrados para as classes de ativos analisadas foram menores que nível de significância utilizado, sugerindo assim que devemos rejeitar a hipótese nula. Isto é, a hipótese alternativa de que a variância dos retornos reais mensais no período pré Plano Real é

diferente da variância dos retornos reais mensais no período pós Plano Real deve ser considerada.

Tabela 41 – Teste de Hipótese f para Diferença entre Duas Variâncias: Pré Plano Real x Pós Plano Real

	Ouro Físico	CDB Pré	Ibovespa
PRÉ PLANO REAL			
Desvio Padrão	0,109705	0,034134	0,249159
Tamanho da amostra (n)	125	125	125
Graus de liberdade	124	124	124
PÓS PLANO REAL			
Desvio Padrão	0,057745	0,006493	0,105656
Tamanho da amostra (n)	126	126	126
Graus de liberdade	125	125	125
Razão F das variâncias	3,609	27,639	5,561
Intervalo de Confiança	0,950	0,950	0,950
α (nível de significância)	0,050	0,050	0,050
Cálculos de DISTF	0,000	0,000	0,000
Cálculos de 1-FDIST	1,000	1,000	1,000
Teste Bicaudal			
Valor Crítico Inferior	0,703	0,703	0,703
Valor Crítico Superior	1,423	1,423	1,423
Valor p	0,000	0,000	0,000
Decisão	Rejeitar Ho	Rejeitar Ho	Rejeitar Ho

5.3. TESTES NÃO PARAMÉTRICOS

Na seção anterior demonstramos os testes de hipóteses paramétricos realizados para as classes de ativos que não rejeitaram a hipótese nula dos testes de normalidade realizado. Nesta seção, iremos apresentar os resultados obtidos com os testes não paramétricos que foram efetuados para as classes de ativos que rejeitaram a hipótese nula do teste de Kolmogorov-Smirnov para uma amostra. As classes de ativos que serão analisadas nesta seção serão: (a) Dólar, (b) Poupança e (c) *Overnight*.

5.3.1. Teste de Kolmogorov-Smirnov para Duas Amostras

Para as classes de ativos (Dólar, Poupança e *Overnight*) que rejeitaram a hipótese nula do teste de normalidade, utilizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov para duas amostras, para verificarmos se estas classes de ativos apresentam a mesma distribuição de retornos reais mensais antes e após o Plano Real. O estudo utilizou um nível de significância de 0,05 e assumiu as hipóteses demonstradas abaixo.

H_0 : distribuição dos retornos reais mensais no período pré Plano Real = distribuição dos retornos reais mensais no período pós Plano Real.

H_1 : distribuição dos retornos reais mensais no período pré Plano Real \neq distribuição dos retornos reais mensais no período pós Plano Real.

Intervalo de Confiança: 95%

$Z_{\text{crítico}} = 0,1716$

O valor crítico utilizado neste teste, demonstrado na tabela 42, foi calculado com base na tabela 29.

Tabela 42 – Valores Críticos de $D_{m,n}$

Intervalo de Confiança	90,00%	95,00%	97,50%	99,00%	99,50%	99,90%
Nível de Significância	0,10	0,05	0,03	0,01	0,01	0,00
Zcrítico	0,154013	0,171686	0,186835	0,205771	0,218395	0,246168

Ao analisarmos os resultados obtidos na tabela 43, concluímos que o Dólar foi o único ativo que não rejeitou a hipótese nula, uma vez que seu valor observado (*most extreme differences*) foi inferior ao seu respectivo valor crítico (0,1716) e seu valor-p (*monte carlo sig.*) foi superior ao nível de significância (0,05) adotado. Já os resultados obtidos com a Poupança e o *Overnight* sugerem que devemos rejeitar a hipótese nula uma vez que o valor observado (*most*

extreme differences) de ambas as classes foi superior ao valor crítico (0,1716). Isto é, devemos considerar a hipótese alternativa de que a distribuição dos retornos reais mensais de ambas as classes de ativos (Poupança e *Overnight*) no período pré Plano Real são diferentes da distribuição dos retornos reais mensais no período pós Plano Real.

Tabela 43 – Teste de Kolmogorov Smirnov por Classe de Ativos (1984-2004)

		DOLAR	POUPANCA	OVERNIGHT
Most Extreme Differences	Absolute	0,076	0,296	0,313
	Positive	0,058	0,248	0,273
	Negative	-0,076	-0,296	-0,313
Kolmogorov-Smirnov Z		0,601	2,348	2,476
Asymp. Sig. (2-tailed)		0,863	0,000	0,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed) Sig.		0,826	0,000	0,000
95% Confidence Interval		Lower Bound	0,818	0,000
		Upper Bound	0,833	0,000

a Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

b Grouping Variable: VAR00001

Logo, concluímos que não há evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese de que a distribuição dos retornos reais mensais do Dólar do período pré Plano Real são iguais a do período pós Plano Real. Por outro lado, as distribuições dos retornos reais mensais da Poupança e do *Overnight* apresentaram evidências suficientes para que rejeitássemos a hipótese de igualdade em suas distribuições do período pré para o pós Plano Real.

5.3.2. Teste de Wilcoxon Signed Rank

Os resultados encontrados para o Dólar, Poupança e *Overnight*, indicam que não devemos rejeitar a hipótese nula, ao nível de significância de 0,05, para as três classes de ativos analisadas, uma vez que o valor-p (*monte carlo sig.*) encontrado para todas as classes de ativos foi superior ao nível de significância adotado, conforme demonstrado na tabela 44.

Sendo assim, os resultados sugerem que a mediana dos retornos reais médios mensais de cada classe de ativo analisada no período pré Plano Real não é significativamente diferente da mediana dos retornos reais médios mensais de sua respectiva classe de ativo no período pós Plano Real.

Para este teste foram formuladas as seguintes hipóteses:

H_0 : a mediana dos retornos reais médios mensais de determinada classe de ativo no período pré Plano Real = a mediana dos retornos reais médios mensais de determinada classe de ativo no período pós Plano Real.

H_1 : a mediana dos retornos reais médios mensais de determinada classe de ativo no período pré Plano Real \neq a mediana dos retornos reais médios mensais de determinada classe de ativo no período pós Plano Real.

Tabela 44 – Teste de Wilcoxon Signed Rank (1984-2004)

Wilcoxon Signed Rank Test^{b,c}				DOLAR2 - DOLAR1	POUP2 - POUP1	OVER2 - OVER1
Z				-,147 ^a	-1,053 ^a	-,733 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)				,883	,292	,464
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.			,880	,291	,461
	95% Conf. Lower Bound			,861	,277	,444
	Interval Upper Bound			,900	,304	,477
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.			,441	,147	,233
	95% Conf. Lower Bound			,432	,140	,225
	Interval Upper Bound			,451	,154	,241

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

Conforme mencionado anteriormente, ao analisarmos a tabela 44, podemos verificar que o valor-p das três classes de ativos (dólar = 0,880; poupança = 0,291 e *overnight* = 0,461)

analisadas foi superior ao nível de significância adotado (0,05), sugerindo assim, a não rejeição da hipótese de nulidade. Isto é, a mediana dos retornos reais médios mensais de cada classe de ativo analisada no período pré Plano Real não é significativamente diferente de sua respectiva mediana encontrada após o Plano Real.

5.4. SÍNTESE DAS EVIDÊNCIAS ESTATÍSTICAS

Os resultados encontrados com o teste de Kolmogorov-Smirnov para uma amostra sugerem que não há evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese nula (de que a distribuição dos retornos reais médios mensais de determinada classe de ativo segue uma distribuição normal) para o Ouro, CDB-Pré, Ibovespa e o Prêmio de Risco sobre Ações. Por outro, o Dólar, a Caderneta de Poupança e o Overnight apresentaram evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese nula. Sendo assim, utilizamos testes de hipóteses paramétricos para analisarmos as classes de ativos que não rejeitaram a hipótese nula e testes de hipóteses não paramétricos para avaliarmos as classes de ativos que rejeitaram a hipótese nula.

Dentre os testes paramétricos realizados, constatamos, através do teste z para uma média, que não há evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese nula de que o prêmio de risco real médio sobre ações é nulo no período pré ou pós Plano Real. Ao utilizarmos o teste z para diferença entre duas médias, concluímos que a diferença entre as médias dos retornos reais mensais das três classes de ativos analisadas (Ouro, CDB-Pré e Ibovespa) não são significativas do período pré para o pós Plano Real. Por outro lado, os resultados obtidos com o teste f para diferença entre duas variâncias sugerem que devemos rejeitar a hipótese nula, para as três classes de ativos analisadas (Ouro, CDB-Pré e Ibovespa), de que a variância dos retornos reais mensais no período pré Plano Real é igual a do pós Plano Real. Por fim, através

do teste t para diferença entre duas médias, concluímos que apenas três (CDB-Dólar, *Overnight*-Dólar e Ibovespa-Dólar) das quinze correlações médias analisadas rejeitaram a hipótese nula de que a correlação média dos ativos x e y no período pré Plano Real são iguais a do período pós Plano Real. Isto é, apenas três correlações médias anuais sofreram diferenças significativas do período pré para o pós Plano Real.

Os resultados apresentados pelo teste não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov para duas amostras, sugerem que devemos rejeitar a hipótese nula para todas as classes de ativos, com exceção do Dólar. Em outras palavras, os resultados obtidos com a Poupança e o *Overnight* sugerem que há evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese de que a distribuição dos retornos reais mensais no período pré Plano Real é igual a do período pós Plano Real. Já os resultados obtidos com o teste não paramétrico de Wilcoxon Signed Rank sugerem que a mediana dos retornos reais médios mensais de cada classe de ativo (Dólar, Poupança e *Overnight*) analisada no período pré Plano Real não é significativamente diferente da mediana dos retornos reais médios mensais de sua respectiva classe de ativo no período pós Plano Real.

5.5. CARTEIRA DE RISCO MÍNIMO

Com base nos retornos reais médios mensais das classes de ativos obtidos no capítulo 3, e com a utilização do programa *The Investment Portfolio*, obtivemos qual deveria ser a composição da carteira teórica de risco mínimo para três períodos: (a) 1984-2004, (b) pré Plano Real e (c) pós Plano Real, conforme demonstrado na tabela 45.

Com relação às classes de ativos que compõem a carteira de risco mínimo, é interessante destacarmos que ativos como o Dólar, que antes do Plano Real representava quase 20% da carteira de risco mínimo, após o Plano Real foi totalmente excluído da carteira, enquanto outros, como o CDB-Pré, tiveram um incremento relevante de sua participação.

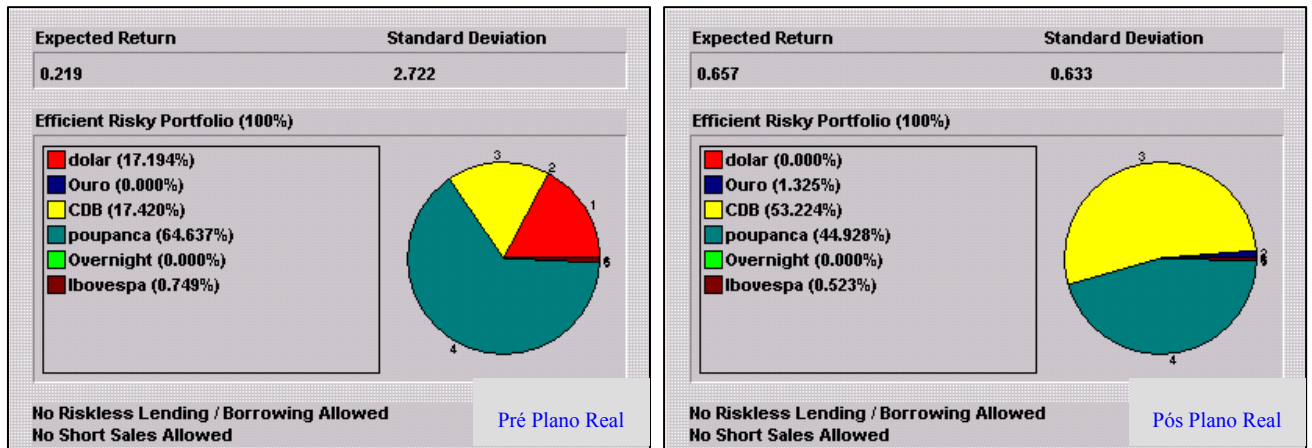
Tabela 45 – Composição das Carteiras de Risco Mínimo

Ativo	1984-2004	Pré Plano Real	Pós Plano Real
Dólar (US\$)	4,47%	17,19%	0,00%
Ouro	0,00%	0,00%	1,33%
CDB-Pré	26,92%	17,42%	53,22%
Poupança	67,55%	64,64%	44,93%
Overnight	0,00%	0,00%	0,00%
Ibovespa	1,07%	0,75%	0,52%

Ao analisarmos a tabela 45, é importante destacarmos que em ambos os períodos (pré e pós Plano Real), houve uma grande concentração de recursos nas classes de ativos de renda fixa. O CDB-Pré e o *Overnight* representaram, aproximadamente, 82% e 98% da composição da carteira de risco mínimo no período pré Plano Real e pós Plano Real, respectivamente.

A alteração na composição da carteira de risco mínimo do período pré Plano Real para o pós Plano Real é resultante da adequação da composição dos ativos que são necessários para que a carteira de risco mínimo permaneça oferecendo o menor risco possível ao passarmos de um período para outro. Com base no gráfico 13, podemos visualizar como ficou a composição da carteira de risco mínimo de um período para o outro e como esta alteração fez com que a relação risco e retorno também sofresse uma modificação.

Gráfico 13 – Composição das Carteiras de Risco Mínimo

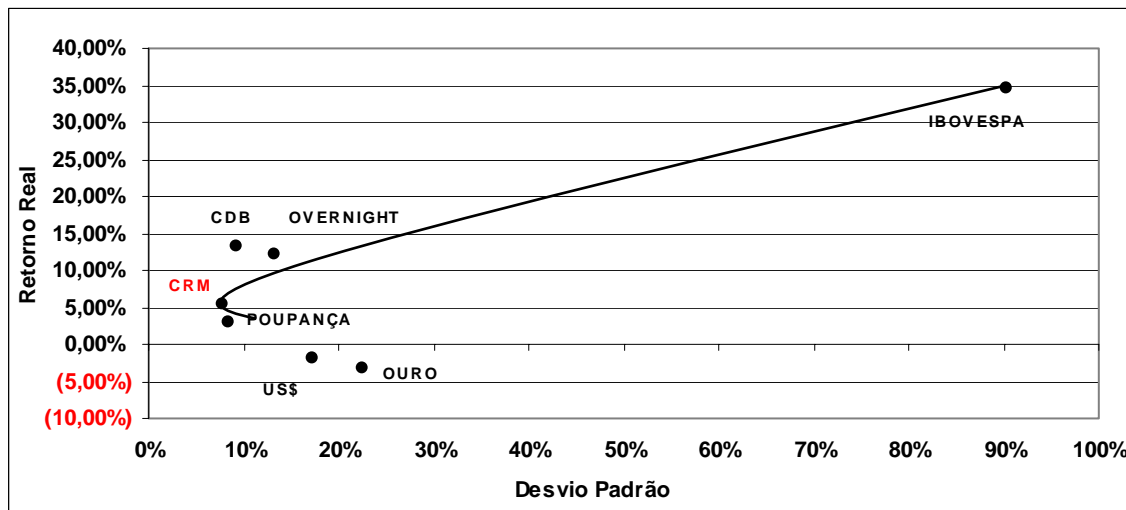


É interessante ressaltar que a relação risco e retorno³⁰, da carteira de risco mínimo do período pós Plano Real apresentou um desempenho muito melhor que a do período anterior. Isto é, enquanto que o retorno real médio mensal foi de 0,21% para 0,65%, o desvio padrão caiu de 2,72% a.m. para 0,63% a.m.. Como para cada classe de ativo temos um determinado retorno e um respectivo risco, o objetivo da carteira de risco mínimo vai ser apresentar uma composição de classes de ativos que gere o menor risco possível para um determinado retorno. Sendo assim, com base no gráfico 14, podemos visualizar a posição que a carteira de risco mínimo ocupa, nos eixos de risco e retorno, dentro do universo das classes de ativos que a compõe. É interessante destacarmos que, o Ibovespa está localizado na fronteira eficiente devido a não ser permitida a venda a descoberto. Isto é, conforme citado por Bodie, Kane e Marcus (2005), o ativo de maior retorno esperado deve estar na fronteira uma vez que ele apresenta a única opção para se obter uma rentabilidade tão alta. Logo, como o Ibovespa apresentou o maior retorno real médio³¹ anual no período entre 1984 a 2004, é normal encontrá-lo na fronteira.

³⁰ Relação risco retorno medida pelo RUR

³¹ Média aritmética dos retornos reais mensais acumulados anualmente.

Gráfico 14 – Relação Risco e Retorno Médio Anual da Carteira de Risco Mínimo (1984-2004)



5.5.1. Estatísticas Descritivas

Ao analisarmos os resultados estatísticos da carteira de risco mínimo, podemos perceber que o período pós Plano Real demonstrou ser mais vantajoso, para o investidor detentor de uma carteira de risco mínimo, que o pré Plano Real, uma vez que sua rentabilidade média real foi de 8,3% a.a. contra 3,0% a.a., respectivamente e o desvio padrão foi de 5,2% a.a. contra 9,1% a.a., respectivamente. Em outras palavras, a carteira de risco mínimo no período pós Plano Real obteve uma relação risco retorno superior ao período pré Plano Real, conforme demonstrado na tabela 46.

É interessante observarmos também que a amplitude entre os retornos reais anuais máximos e mínimos no período pós Plano Real foi inferior ao pré Plano Real, sugerindo uma menor volatilidade entre os dois parâmetros.

Tabela 46 – Estatísticas Descritivas Anuais da Carteira de Risco Mínimo

Estatísticas	1984-2004	Pré Plano Real	Pós Plano Real
Nº Observações	21	11	11
Média Aritmetica	5,42%	3,02%	8,33%
Média Geom.	5,13%	2,64%	8,21%
Desvio Padrão Anual	7,83%	9,10%	5,28%
Mediana	6,05%	5,11%	7,77%
Variância	0,61%	0,83%	0,28%
Coef. Variação	144,45%	300,73%	63,43%
Coef. Curtose	109,53%	-32,93%	-79,66%
Coef. Assimetria	-95,98%	-84,75%	45,87%
RUR	69,23%	33,25%	157,66%
Mínimo	-14,82%	-14,82%	0,91%
Máximo	16,97%	12,74%	16,97%

5.5.2. Carteira Homogênea

Após calcularmos os retornos reais médios mensais da carteira de risco mínimo e seu respectivo desvio padrão, aplicamos uma ponderação homogênea para as seis classes de ativos com o intuito de avaliar qual seria a diferença nos retornos e desvios padrões entre a carteira de risco mínimo e uma carteira homogênea.

Os gráficos 15 e 16, ilustram as rentabilidades reais anuais da carteira de risco mínimo frente a carteira de composição homogênea e o comportamento do desvio padrão anual dos retornos reais da carteira de risco mínimo versus a carteira homogênea, respectivamente. Como podemos verificar, no período de 1984 a 2004, os retornos reais anuais da carteira de risco mínimo e seus respectivos desvios padrões são bem inferiores ao da carteira homogênea. Enquanto que a carteira de risco mínimo apresentou um retorno médio anual de 5,42% e um desvio padrão de 7,83%, a carteira homogênea apresentou 9,3% e 14,2%, respectivamente.

Gráfico 15 – Rentabilidade Real Média Anual da Carteira de Risco Mínimo x Homogênea

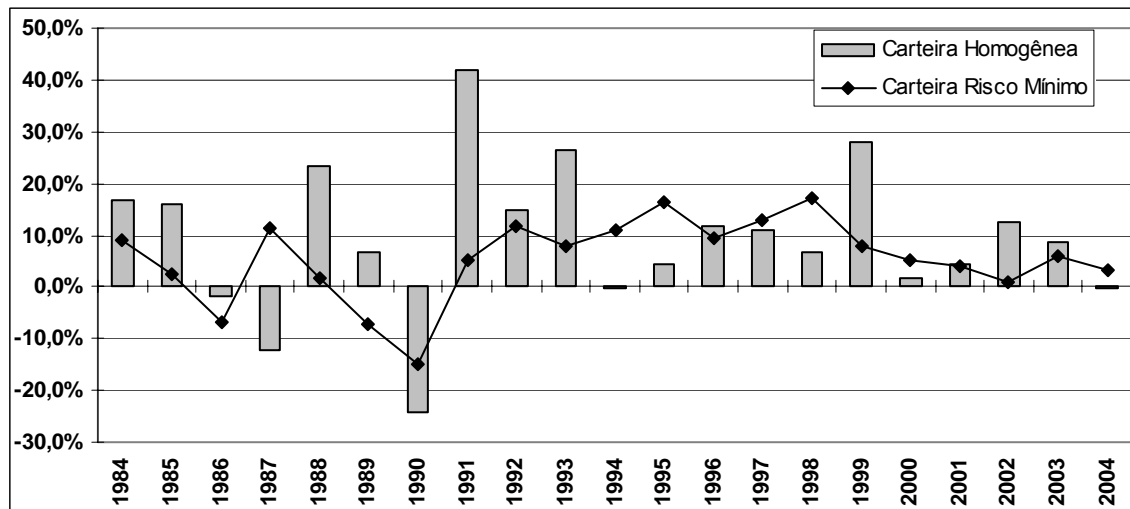
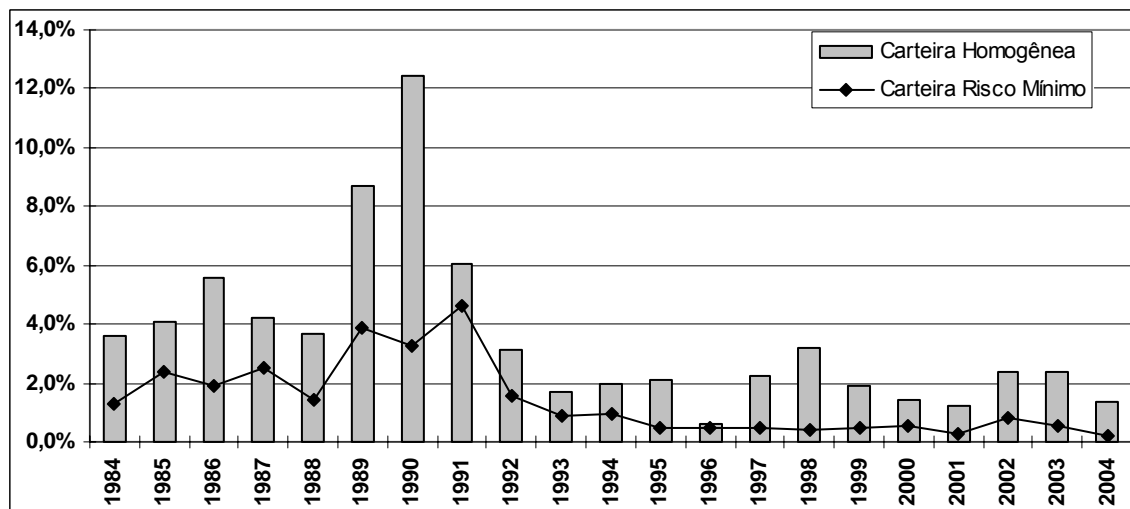


Gráfico 16 – Desvio Padrão Real Médio Anual da Carteira de Risco Mínimo x Homogênea



Ao segmentarmos o período de análise das duas carteiras em pré e pós Plano Real, é interessante destacarmos que no período pós Plano Real a carteira de risco mínimo obteve um retorno real médio anual superior ao da carteira homogênea, e um desvio padrão muito inferior, conforme demonstrado na tabela 47. Logo, no período pós Plano Real o investidor que optou por diversificar seus investimentos de forma homogênea, com o intuito de

diversificar o risco de sua carteira aleatoriamente, obteve uma composição de carteira mais arriscada e menos rentável que o investidor que optou por uma carteira de risco mínimo.

Tabela 47 – Risco e Retorno Real Médio Anual das Carteiras de Risco Mínimo e Homogênea

Carteira	1984-2004		Pré Plano Real*		Pós Plano Real	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Risco mínimo	5,42%	7,83%	3,02%	9,10%	8,33%	5,28%
Homogênea	9,38%	14,25%	11,34%	18,46%	6,66%	10,71%

* até jun/94

5.5.3. Teste de Normalidade

Com base no teste de Kolmogorov-Smirnov para uma amostra, testamos a normalidade dos retornos reais mensais médios da carteira de risco mínimo, nos períodos pré e pós Plano Real, com o intuito de verificar qual estatística deverá ser utilizada nos testes de hipótese.

As hipóteses formuladas para este teste, com base num nível de significância de 0,05, foram:

H_0 : a distribuição dos retornos reais mensais médios da carteira de risco mínimo no período pré (pós) Plano Real seguem uma distribuição normal.

H_1 : a distribuição dos retornos reais mensais médios da carteira de risco mínimo no período pré (pós) Plano Real não seguem a uma distribuição normal.

5.5.3.1. Período Pré Plano Real

Para o período pré Plano Real não há evidências suficientes para rejeitamos a hipótese nula, visto que o valor-p calculado (0,066) foi superior ao nível de significância (0,05).

Adicionalmente, o valor observado encontrado (0,115) foi inferior ao valor crítico (0,1216), sugerindo também que não há evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese de que a distribuição dos retornos reais mensais da carteira de risco mínimo segue uma distribuição normal no período pré Plano Real, conforme demonstrado na tabela 48.

Tabela 48 – Kolmogorov-Smirnov para uma amostra (Carteira de risco mínimo): Pré Plano Real

		CRM
N		125
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	2,194E-03
	Std. Deviation	2,733E-02
Most Extreme Differences	Absolute	,115
	Positive	,069
	Negative	-,115
Kolmogorov-Smirnov Z		1,287
Asymp. Sig. (2-tailed)		,073
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.	,066 ^c
	95% Lower Bound	,061
	Confidence Upper Bound	,070

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

Uma vez que o resultado apresentado, pelo teste de normalidade, sugere que não há evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese nula, poderemos utilizar a estatística paramétrica para testar as hipóteses levantadas com relação a distribuição dos retornos reais médios da carteira de risco mínimo.

5.5.3.2. Período Pós Plano Real

Similar ao período pré Plano Real, ao analisarmos o período pós Plano Real, o resultado do teste também sugere que devemos não rejeitar a hipótese nula (de que a distribuição dos

retornos reais mensais médios da carteira de risco mínimo no período pós Plano Real segue uma distribuição normal), uma vez que o valor observado (0,071) foi inferior ao valor crítico (0,1211) e que o valor-p (0,527) observado foi superior ao nível de significância (0,05) adotado, conforme demonstrado na tabela 49.

Tabela 49 – Kolmogorov-Smirnov para uma amostra (Carteira de risco mínimo): Pós Plano Real

		CRM	
N		126	
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	6,573E-03	
	Std. Deviation	6,351E-03	
Most Extreme Differences	Absolute	,071	
	Positive	,042	
	Negative	-,071	
Kolmogorov-Smirnov Z		,799	
Asymp. Sig. (2-tailed)		,546	
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.	,527 ^c	
	95% Confidence	Lower Bound	,517
		Upper Bound	,537

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 299883525.

Sendo assim, uma vez que tanto no período pré Plano Real como no pós Plano Real, as distribuições não rejeitaram a hipótese de nulidade, iremos utilizar a estatística paramétrica nas análises da distribuição dos retornos reais médios da carteira de risco mínimo.

5.5.4. Teste de Hipótese z para Diferença entre Duas Médias

Ao utilizarmos o teste de hipótese z, para verificar se a diferença entre as médias dos retornos reais mensais da carteira de risco mínimo do período pré Plano Real para o pós Plano Real é

significativa, decidimos não rejeitar a hipótese nula uma vez que o valor-p observado (0,08) é superior ao nível de significância (0,05) adotado.

O teste realizado assumiu as hipóteses demonstradas abaixo.

H_0 : média dos retornos reais mensais da carteira de risco mínimo do período pré Plano Real = média dos retornos reais mensais da carteira de risco mínimo do período pós Plano Real

H_1 : média dos retornos reais mensais da carteira de risco mínimo do período pré Plano Real \neq média dos retornos reais mensais da carteira de risco mínimo do período pós Plano Real

Intervalo de Confiança: 95% ($\alpha = 0,05$)

$Z_{\text{crítico}} = \pm 1,96$

Tabela 50 – Teste z para diferença entre duas Médias: Carteira de Risco Mínimo (1984-2004)

	Pré Plano Real	Pós Plano Real
Média	0,0022	0,0066
Variância conhecida	0,00075	0,00004
Observações	125	126
Hipótese da diferença de média	0	
z	-1,74213	
P(Z<=z) uni-caudal	0,04074	
z crítico uni-caudal	1,64485	
P(Z<=z) bi-caudal	0,08149	
z crítico bi-caudal	1,95996	

Ao analisarmos a tabela 50, podemos verificar que o z observado se encontra dentro do intervalo do z crítico ($-1,96 < -1,74 < + 1,96$), sugerindo que não há evidências para rejeitarmos a hipótese de nulidade. Além disso, o fato do valor-p ser superior ao nível de significância adotado reforça a conclusão de que não há evidências suficientes para

afirmarmos que a diferença entre as médias dos retornos reais da carteira de risco mínimo é significativa de um período para o outro.

5.5.5. Teste de Hipótese f para Diferença entre Duas Variâncias

Ao verificarmos a hipótese se a diferença entre as variâncias dos retornos reais mensais da carteira de risco mínimo do período pré Plano Real para o pós Plano Real é significativa, decidimos rejeitar a hipótese de nulidade, uma vez que o valor-p observado (0,00) é inferior ao nível de significância de 0,05 utilizado, conforme demonstrado na tabela 51.

Tabela 51 – Teste f para diferença entre duas Variâncias: Carteira de Risco Mínimo (1984-2004)

PRÉ PLANO REAL	
Desvio Padrão	0,027300
Tamanho da amostra (n)	125
Graus de liberdade	124
PÓS PLANO REAL	
Desvio Padrão	0,006400
Tamanho da amostra (n)	126
Graus de liberdade	125
Razão F das variâncias	18,196
Intervalo de Confiança	0,950
α (nível de significância)	0,050
Cálculos de DISTF	0,000
Cálculos de 1-FDIST	1,000
Teste Bicaudal	
Valor Crítico Inferior	0,703
Valor Crítico Superior	1,423
Valor p	0,000
Decisão	Rejeitar Ho

Logo, com base no resultado apresentado na tabela 51, entendemos que existe uma diferença significativa entre a variância dos retornos reais mensais da carteira de risco mínimo do período pré para o pós Plano Real.

Para a formulação deste teste utilizamos as seguintes hipóteses:

H_0 : variância dos retornos reais mensais da carteira de risco mínimo no período pré Plano Real = variância dos retornos reais mensais da carteira de risco mínimo no período pós Plano Real ($H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$).

H_1 : variância dos retornos reais mensais da carteira de risco mínimo no período pré Plano Real \neq variância dos retornos reais mensais da carteira de risco mínimo no período pós Plano Real ($H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$).

5.5.6. Fronteira Eficiente

Após verificarmos a composição da carteira de risco mínimo nos períodos pré e pós Plano Real, resolvemos traçar a fronteira eficiente na qual ela estava inserida com o objetivo de verificarmos se ocorreu um deslocamento da curva de um período para o outro. Os gráficos 17 e 18, ilustram a fronteira eficiente antes e após o Plano Real.

Gráfico 17 – Fronteira Eficiente da Carteira de Risco Mínimo (Pré Plano Real)

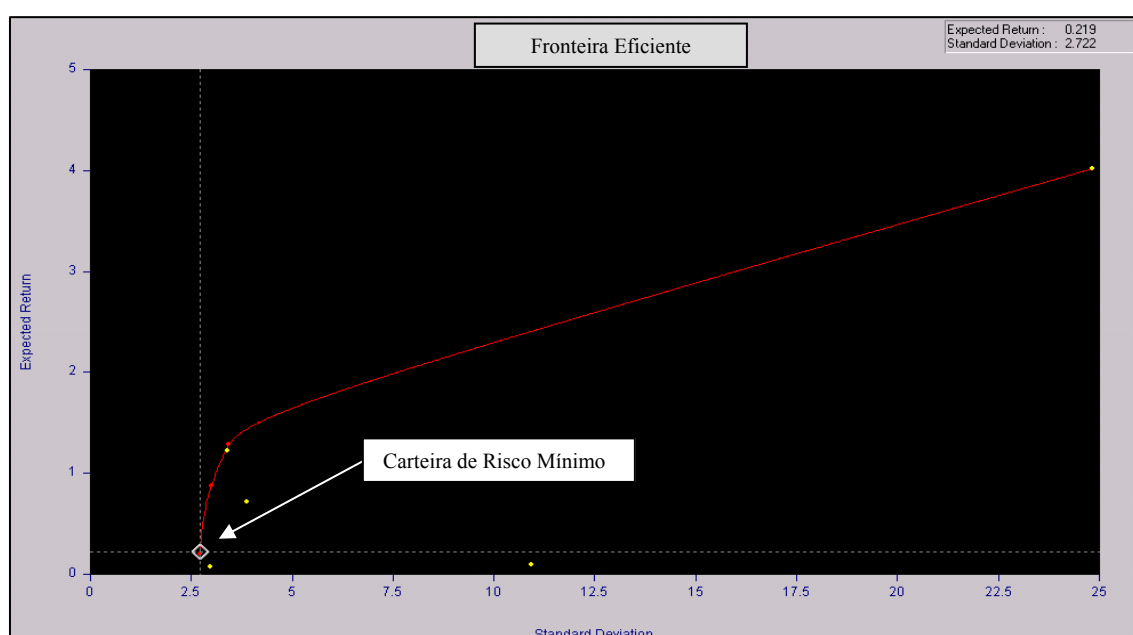
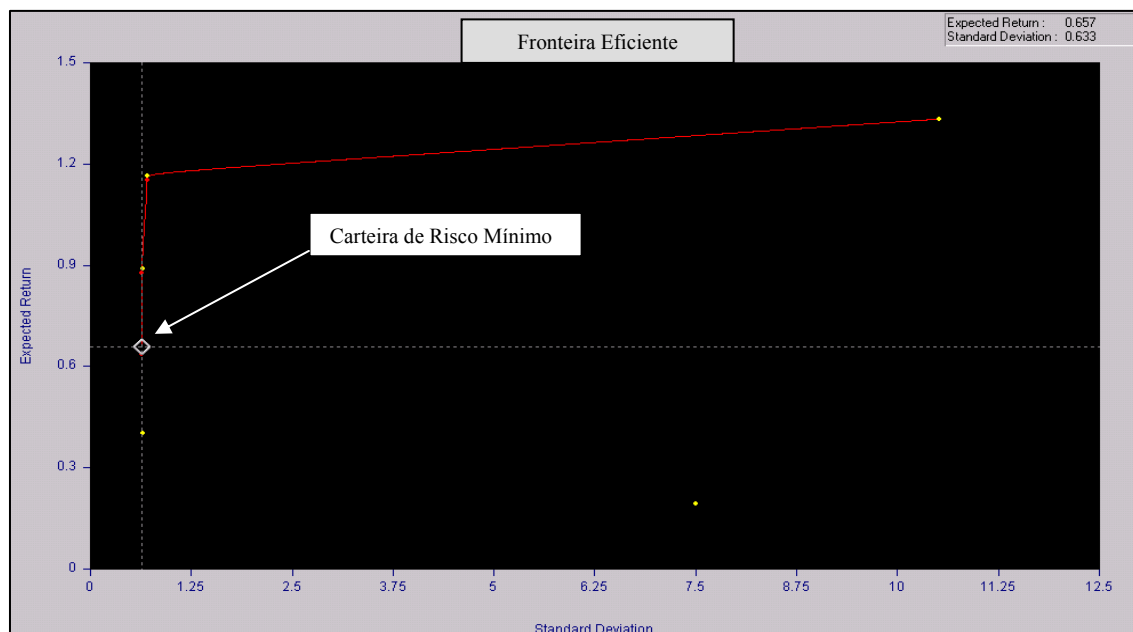


Gráfico 18 – Fronteira Eficiente da Carteira de Risco Mínimo (Pós Plano Real)



Como podemos perceber houve um deslocamento da fronteira eficiente (na qual se localiza a carteira de risco mínimo) de um período para o outro. O deslocamento da curva para a esquerda e para baixo, indica que houve uma redução nos desvios padrões e nos retornos das carteiras que compõem a fronteira eficiente do período pré para o pós Plano Real. Além disso, é interessante salientar que esta redução foi mais significativa para o desvio padrão do que para os retornos, resultando assim numa melhor relação risco e retorno no período pós Plano Real.

5.6. IMPLICAÇÕES PARA O INVESTIDOR

Em termos de ativos isolados, verificamos que apesar dos altos retornos apresentados pelo ativo de renda variável (Ibovespa), no longo prazo, o ativo de renda fixa (*Overnight*) obteve uma rentabilidade média superior e um nível de risco bem inferior, isto é, no longo prazo

(1984 a 2004) não existiu um prêmio de risco sobre ações. Logo, o investidor que apostou no conservadorismo nos últimos vinte anos pôde se sentir recompensado.

Em termos de carteira, os resultados apresentados neste capítulo, demonstraram que o investidor que optou pela carteira de risco mínimo no período pós Plano Real obteve não somente uma rentabilidade superior como um risco menor que o investidor que decidiu alocar seus recursos homogeneamente. Sendo assim, investidores que decidiram, após o Plano Real, fazer uma alocação de risco diversificada em partes iguais obtiveram um resultado inferior e mais arriscado que os investidores que optaram pelo modelo da carteira de risco mínimo

Ao analisarmos a relação risco e retorno da carteira de risco mínimo, verificamos que houve uma melhora significativa do período pré para o pós Plano Real. Isto é, o deslocamento ocorrido na fronteira eficiente (para baixo e para a esquerda) após o Plano Real foi mais significativo no eixo do desvio padrão da carteira do que no eixo contendo sua rentabilidade.

6. CONCLUSÕES

O objetivo central desta dissertação foi verificar se houve mudança estrutural no desempenho das principais classes de ativos do mercado de capitais brasileiro (Dólar Comercial, Ouro Físico, Caderneta de Poupança, *Overnight* Bruto, CDB-Pré e Ibovespa) entre 1984 a 2004, comparando os períodos pré e pós Plano Real, para que pudéssemos analisar o comportamento dos retornos reais dos ativos após a inserção de um Plano de Estabilização implantado no Brasil em julho de 1994.

Em termos de rentabilidade real média anual³², o CDB-Pré foi a classe de ativo mais rentável (+13%) nos últimos vinte anos, seguido de perto pelo *Overnight* e Ibovespa que apresentaram retornos reais médios anuais de +11,3% e +10,1%, respectivamente. Por outro lado, o Ouro e o Dólar foram as classes de ativos que apresentaram a pior rentabilidade real média anual, entre 1984 a 2004, com perdas de -5,8% e -3,3%, respectivamente.

Ao analisarmos a volatilidade média anual nos últimos vinte anos, concluímos que o Ibovespa (90,3%) foi a classe de ativo com o maior desvio padrão médio anual, seguido pelo Ouro e Dólar que tiveram desvios padrão médios anuais de 22,4% e 17,2%, respectivamente. É interessante ressaltar que apesar da baixa rentabilidade real média anual (+2,6%), a Caderneta

³² Retorno médio geométrico

de Poupança foi a classe de ativo que apresentou o menor desvio padrão médio anual (8,5%) nos últimos vinte anos.

Com relação ao desempenho acumulado das classes de ativos, avaliamos que nos últimos vinte anos o CDB-Pré (+1.198%) e o *Overnight* (+847%) foram as classes de ativos que apresentaram a maior rentabilidade real acumulada, independente do risco. Já o Ouro (-71%) e o Dólar (-50%) foram as piores opções de investimentos, apresentando perdas reais acumuladas elevadas. Ao compararmos os períodos pré e pós Plano Real, notamos que ativos como o *Overnight*, CDB-Pré e Ibovespa se mantiveram, em ambos os períodos, como as classes de ativos mais rentáveis, sendo que em nenhum dos dois períodos o Ibovespa apresentou uma rentabilidade real acumulada superior ao *Overnight* ou o CDB-Pré. Em contrapartida, o Ouro e o Dólar permaneceram, em ambos os períodos, com rentabilidades reais acumuladas negativas ou próximas a zero.

Ao analisarmos a relação risco e retorno, concluímos que no período pré Plano Real o CDB-Pré foi a classe de ativo que obteve a melhor relação, com um retorno por unidade de risco de 124,9%. Já após o Plano Real o *Overnight* se destacou por apresentar um retorno por unidade de risco de 222,1%, isto é, foi a classe de ativo com melhor relação de risco e retorno.

Ao compararmos os horizontes de tempo, em termos acumulados, podemos avaliar que a classe de ativo mais rentável nos últimos 5 anos foi o *Overnight* (+55,8%). Porém, ao passarmos este horizonte para 15 anos, percebemos que a classe de ativo mais rentável foi o CDB-Pré (+685,8%).

Os testes de Kolmogorov-Smirnov (para uma amostra) realizados sugerem que não há evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese de normalidade para a distribuição dos retornos reais mensais do Ouro, CDB-Pré, Ibovespa, Prêmio de risco sobre ações e Carteira de

risco mínimo. Em contrapartida, o Dólar, a Poupança e o *Overnight* apresentaram evidências suficientes para que rejeitássemos as hipóteses de normalidade para a distribuição de seus retornos reais mensais. Sendo assim, foram utilizados testes de hipóteses não paramétricos para o Dólar, Poupança e *Overnight* visando verificar se as medianas e as distribuições de seus retornos reais mensais foram iguais do período pré para o pós Plano Real; e testes de hipóteses paramétricos para os demais, visando verificar se as correlações, médias e variâncias dos retornos reais mensais sofreram alterações significativas de um período para o outro.

Para as classes de ativos que rejeitaram a normalidade em suas distribuições ficou constatado, através do Teste de Wilcoxon Signed Rank, que as medianas de seus retornos reais mensais não apresentaram diferenças significativas do período pré para o pós Plano Real. Além disso, utilizando o Teste de Kolmogorov-Smirnov (para duas amostras) verificamos que com exceção do Dólar, as outras duas classes de ativos apresentaram evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese de que a distribuição dos seus retornos reais mensais é igual de um período para o outro.

Com relação ao prêmio de risco sobre ações, via testes paramétricos, constatamos através do teste z sobre uma média que não há evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese de que o prêmio de risco real mensal sobre ações é nulo no período pré ou pós Plano Real. Sendo assim, fica entendido que não há evidências suficientes para afirmarmos que houve um ganho real mensal do ativo de renda variável sobre o ativo de renda fixa nos dois períodos analisados. Com relação as médias dos retornos reais mensais do Ouro, CDB e Ibovespa, entendemos que não houveram diferenças significativas de um período para o outro, uma vez que a hipótese nula do teste z para diferença entre duas médias não foi rejeitada. Por outro lado, as diferenças apresentadas entre as variâncias destas classes de ativos (Ouro, CDB e

Ibovespa) foram significativas, uma vez que os resultados obtidos com o teste f sugeriram a rejeição da hipótese de nulidade. Em outras palavras, a redução constatada na variância destas classes de ativos após o Plano Real, através da estatística descritiva, foi significativa. Isto é, há evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese que a variância dos retornos reais mensais do período pré Plano Real é igual a do pós Plano Real.

Os resultados obtidos com a correlação média entre as classes de ativos sugerem que devemos rejeitar a hipótese nula (de que a correlação média dos ativos x e y no período pré Plano Real são iguais a correlação média dos ativos x e y no período pós Plano Real) para o CDB-Dólar, *Overnight*-Dólar e Ibovespa-Dólar, uma vez que o valor- p destes foi inferior ao nível de significância adotado. As demais correlações médias obtidas não demonstraram evidências suficientes para que rejeitássemos a hipótese nula. Logo, concluímos que apenas três das quinze correlações analisadas apresentaram alterações significativas (redução significativa em suas correlações) em suas correlações médias do período pré para o pós Plano Real.

Estudos realizados com a carteira de risco mínimo indicam que não somente houve uma alteração na composição da mesma ao passarmos de um período para o outro, como também ocorreu um deslocamento da fronteira eficiente. O deslocamento da curva para esquerda e para baixo, indica que houve uma redução no risco e no retorno das carteiras que compõem a fronteira eficiente do período pré para o pós Plano Real. A relação risco e retorno apresentada após o Plano Real também foi superior a do período anterior. Ao compararmos a carteira de risco mínimo com uma carteira homogênea demonstramos que, no período pós Plano Real, a carteira de risco mínimo obteve um resultado não somente superior como um risco inferior a da carteira que utilizou uma alocação de risco homogênea. O resultado obtido com teste z para diferença entre duas médias sugere que não há evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese nula, isto é, não houve uma diferença significativa na média dos retornos reais

mensais da carteira de risco mínimo do período pré para o pós Plano Real. Por outro, o teste f para diferença entre duas variâncias sugere que não há evidências suficientes para rejeitarmos a hipótese nula, ou seja, existe uma diferença significativa entre a variância dos retornos reais mensais da carteira de risco mínimo do período pré para o pós Plano Real.

Como sugestão para pesquisa futura, propõe-se que seja avaliado, através da curva de juros, o desempenho dos títulos de renda fixa brasileiros (*bonds*) negociados no mercado internacional em relação às classes de ativos analisadas nesta dissertação, com o objetivo de verificar se houve oportunidades de ganho superiores no mercado internacional. Em outras palavras, propõe-se que seja verificado se, em algum momento, foi mais vantajoso (rentável) para o investidor aplicar seus recursos fora do Brasil, isto é, se houve, indiretamente, um estímulo para que os investidores transferissem suas reservas monetárias para fora do país.

BIBLIOGRAFIA

ANDERSON, D. R.; SWEENEY, D. J.; WILLIMAS, T. A. **Estatística Aplicada à Administração e Economia**. Tradução: Luiz Sérgio de Castro Paiva. Revisão Técnica: Petrônio Garcia Martins. 2.ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

ANNIN, Michael; FALASCETTI, Dominic. **Equity Risk Premium Article**. Valuation Strategies. Ibbotson Associates, January / February 1998.

BODIE, Zvi; KANE, Alex; MARCUS, Alan J. **Investments**. 6ed. Estados Unidos da America: McGraw-Hill, 2005.

BOSTOCK, Paul. **The Equity Premium**. The Journal of Portfolio Management, p. 104-111, winter 2004.

CHOPRA, Vijay K.; Ziemba, William T. **The Effects of Erros in Means, Variances, and Covariances on Optimal Portfolio Choice**. The Journal of Portfolio Management, v.19, n.2, p. 6-11, winter 1993.

CLOONAN, James B. **Measures of Portfolio Risk and How You Can Apply Them**. American Association of Individual Investors Journal, v. XXIV, n.6, p. 31-34, july 2002.

DANIEL, Wayne W. **Applied Nonparametric Statistics**. Georgia State University. Estados Unidos da América: Houghton Mifflin Company, 1978.

ELLIS, Charles D. **Winning the Loser's Game. Timeless Strategies for Successful Investing**. 3. ed. Estados Unidos da América: McGraw-Hill, 1998.

ELTON, E. J. et al. **Modern Portfolio Theory and Investment Analysis**. 6.ed. Estados Unidos da América: John Wiley & Sons, Inc, 2003.

FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. **The Equity Premium**. University of Chicago. The Center for Research in Security Prices Working Paper N° 522, April 2001.

FARRELL, James L. **Portofolio Management: Theory and Application**. 2.ed. Estados Unidos da America: Irwin/McGraw-Hill, 1997. ISBN 0-07-020082-3

FORTUNA, Eduardo. **Mercado Financeiro: Produtos e Serviços**. 15. Ed. Rio de Janeiro. Qualitymark, 2002.

GIBSON, Roger C. **Asset Allocation. Balancing Financial Risk**. 2.ed. Estados Unidos da América: McGraw-Hill, 1996.

GITMAN, Lawrence J. **Principles of Managerial Finance**. 10.ed. Addison Wesley, 2003.

GRINBLATT, Mark; TITMAN, Sheridan. **Financial Markets and Corporate Strategy**. 2ed. Estados Unidos da América: McGraw-Hill, 2002.

HAUGEN, Robert A. **Modern Investment Theory**. 5.ed. Estados Unidos da América: Prentice Hall, 2001.

IBBOTSON Associates. **Stocks, Bonds, Bills, and Inflation 2000 Yearbook. Market Results for 1926-1999**. Estados Unidos da América: Ibbotson Associates, 2000.

KASSAI, José Roberto. et al. **Retorno de Investimento: Abordagem Matemática e Contábil do Lucro Empresarial**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

LANCASTER, Carol; STEVENS Jerry L. **Risks and Rewards from High Yield Stock Investments**. Journal of Financial Planning, p. 124-130, July. 1994.

LAPPONI, Juan Carlos. **Estatística Usando EXCEL**. São Paulo: Laponi Treinamento e Editora, 2000.

LEVINE, David M.; BERENSON, Mark L.; STEPHAN, David. **Statistics for Managers Using Microsoft® Excel (Updated Version)**. Prentice Hall, Inc, 1998.

LUENBERGER, David G. **Investment Science**. Stanford University. New York: Oxford University Press, 1998.

MALKIEL, Burton; MEI, J. P. **Global Bargain Hunting. The Investor's Guide to Profits in Emerging Markets**. Estados Unidos da América: Simon & Schuster, Inc, 1998.

MARKOWITZ, Harry. **Portfolio Selection**. The Journal of Finance, v.VII, n.1, p.77-91, March. 1952.

MARKOWITZ, Harry M. **Mean-Variance Analysis in Portfolio Choice and Capital Markets**. New York: Basil Blackwell, 1987.

MACRODADOS 6.1. Macrodados Sistemas Gerenciais Ltda. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em <<http://www.macrodados.com.br>>. Acesso em: 02 mai. 2005.

McCLAVE, James T.; BENSON, P. Geroge; SINCICH, Terry. **Statistics for Business and Economics**. 8.ed. Estados Unidos da América: Prenntice Hall, 2001.

MEHTA, Cyrus R.; PATEL, Nitin R. **SPSS Exact Test™ 7.0 for Windows**. Estados Unidos da América. SPSS Inc, 1996.

MURPHY, Robert J. **Omega: A More Complete Picture of Investment Performance**. The Journal of Wealth Management, p. 50-56, winter 2002.

PARUM, Claus **Stocks, Bonds, Bills and Inflation during the Twentieth Century in Denmark**. Department of Finance. Copenhagen Business School, 2000.

REILLY, Frank K.; WRIGHT, David J. **Analysis of Risk-Adjusted Performance of Global Market Assets**. The Journal of Portfolio Management, p. 63-77, Spring 2004.

SÁ, Geraldo Tosta de. **Administração de Investimentos: Teoria de Carteiras e Gerenciamento do Risco**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999. ISBN 85-7303-217-0

SANVICENTE, Antonio Zoratto; MINARDI, Andrea M.A. Fonseca. **A Liquidez é Relevante no Mercado de Ações?**. IBMEC, São Paulo. FinanceLab, Working Paper 6, 1998.

SIEGEL, Sidney; CASTELLAN, N. John. **Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences**. 2.ed. Estados Unidos da América: McGraw-Hill, 1988.

SILVER, Mick. **Estatística para Administração**. Tradução: Sonia Vieira e Jose Eduardo Corrente. São Paulo: Atlas, 2000.

VARGA, Gyorgy. **Índice de Sharpe e outros Indicadores de Performance Aplicados a Fundos de Ações Brasileiros**. Rio de Janeiro, 2005. FinanceLab Working Paper – FLWP – 1999 – 6. IBMEC, 1999. Disponível em <<http://www.fce.com.br>>. Acesso em: 14 julho 2005.

WONNACOTT, Thomas H.; WONNACOTT, Ronald J. **Introductory Statistics for Business and Economics**. 4. ed. Estados Unidos da América: John Wiley & Sons, Inc, 1990. ISBN 0-471-61517-X

ZENTGRAF, Roberto. **Estatística Objetiva**. Rio de Janeiro: ZTG Editora Ltda, 2001.

ZIEMBA, William T.; VICKSON, Raymond G. **Stochastic Optimization Models in Finance**. New York: Academic Press, 1975.

APÊNDICE I – FÓRMULAS BÁSICAS DE ESTATÍSTICA DESCRITIVA

1) Retorno Geométrico Médio (r_G)
$$r_G = \left[\prod_{t=1}^n (1 + r_t) \right]^{1/n} - 1$$

2) Retorno Aritmético Médio (r_a)
$$r_a = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n r_t$$

3) Variância (σ^2)
$$\sigma_r^2 = \frac{\sum_{t=1}^N (r_t - \bar{r})^2}{N}$$

4) Desvio Padrão (σ)
$$\sigma_r = +\sqrt{\sigma^2}$$

5) Coeficiente de Variação (cv)
$$cv = \frac{\text{desvio padrão}}{\text{média aritmética}} \times 100$$

6) Covariância (Cov)
$$Cov_{r_A, r_B} = \frac{\sum_{t=1}^N [(r_{A,t} - \bar{r}_A)(r_{B,t} - \bar{r}_B)]}{N - 1}$$

7) Coeficiente de Correlação (CC)
$$\rho_{xy} = \frac{Cov_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}$$

8) Momento Centrado na média
$$m_k = \frac{\sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^k}{n}$$

Onde:

r_t = série de retornos no período t \bar{r} = retorno médio n = nº de períodos

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)