"A FEA e a USP respeitam os direitos autorais deste trabalho. Nós acreditamos que a melhor proteção contra o uso ilegítimo deste texto é a publicação online. Além de preservar o conteúdo motiva-nos oferecer à sociedade o conhecimento produzido no âmbito da universidade pública e dar publicidade ao esforço do pesquisador. Entretanto, caso não seja do interesse do autor manter o documento online, pedimos compreensão em relação à iniciativa e o contato pelo e-mail bibfea@usp.br para que possamos tomar as providências cabíveis (remoção da tese ou dissertação da BDTD)."

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE

INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA

MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM

MODELAGEM MATEMÁTICA EM FINANÇAS

**A INFLUÊNCIA DAS ESTRATÉGIAS DE
“*STOP-LOSS*” NA PERFORMANCE DE
FUNDOS DE INVESTIMENTO**

Daniel Ramalho de Almeida

Orientador: Prof. Dr. Pedro Paulo Schirmer

São Paulo

2002

A INFLUÊNCIA DAS ESTRATÉGIAS DE “*STOP-LOSS*” NA PERFORMANCE DE FUNDOS DE INVESTIMENTO

Daniel Ramalho de Almeida

Dissertação apresentada à Faculdade de
Economia, Administração e Contabilidade e
ao Instituto de Matemática e Estatística da
Universidade de São Paulo para obtenção do
Título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Paulo Schirmer

São Paulo

2002

*À Patrícia e à Laurinda,
que continuam sendo
as duas grandes mulheres
da minha vida.*

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Pedro Paulo Schirmer, pela orientação, pelas críticas, pelas discussões, pela tolerância aos meus constantes atrasos e, principalmente, pelo voto de confiança que me deu.*
- Ao Prof. Dr. Henrique von Dreifus, pelas conversas, idéias, correções de prova, entrevistas e pelo trabalho hercúleo de administrar toda a logística do Mestrado em Modelagem Matemática.*
- Ao Prof. Dr. Luiz Felipe Pinheiro de Andrade, por ampliar meu conhecimento sobre finanças e me mostrar como a teoria é aplicada na prática, e por ter me ajudado a definir o tema desta tese há tempos.*
- A todos os Professores do Mestrado em Modelagem Matemática, que foram um dos dois pilares do curso e que, ao vestirem a camisa do projeto, tornaram a vida dos alunos mais fácil.*
- A todos os colegas da Turma do [mpmmf-2000] (viva o egroups!), o segundo pilar do curso, que foram com certeza a melhor turma de mestrado que alguém poderia ter desejado.*
- Ao Guilherme Alves, meu companheiro na área de Risk Management do ING Investment Management, por toda a presteza na obtenção de dados, curvas e números.*
- À Patrícia Mesquita, minha noiva e futura esposa, por ter me dado todo o tempo do mundo para estudar. E, quando eu pedi mais, por ter tocado todo um casamento sem querer matar o noivo.*
- À minha mãe, Prof. Dra. Laurinda Ramalho de Almeida, por ter me inculcido a paixão pela vida acadêmica e o gosto pela literatura.*
- Ao meu pai Dulcídio e minha irmã Juliana pela ajuda, apoio e, principalmente, pela paciência nestes últimos dois anos...*

"When you propose a model or theory, you're saying 'Let's pretend ...' and then you see what happens as you work out the consequences. But what are you pretending about? When you propose a model of the physical world, you're pretending you can guess the structure God created. It sounds a plausible thing to do; every physicist believes he has a small chance of guessing right, else he wouldn't be in the field. But when you propose a financial model, you're pretending you can guess another person's mind. When you try out a simple yield-curve model, you're saying, 'Let's pretend that people care only about future short rates, and that they think they're distributed lognormally.'" As you say that to yourself, if you're honest, your heart sinks. You know immediately that there is no chance you are truly right. To pretend you can figure out God's intention doesn't sound preposterous. To pretend you can figure out man's, does. Perhaps it's because God doesn't pretend, so when you tackle nature, you're the only one doing the pretending. But when you tackle people, you're pretending you can figure out another pretender."

Emanuel Derman, "The Great Pretender:

A speculation about the imperfect science of financial modeling"

R E S U M O

O objetivo deste trabalho é verificar de que forma as chamadas estratégias de "Stop-Loss", mecanismos clássicos para se evitar o aprofundamento de um resultado negativo, contribuem para a rentabilidade de fundos de investimento. Serão simuladas várias estratégias e serão apontadas aquelas que mais contribuíram para o aumento da performance dos fundos. Para realizar as simulações, iremos definir várias hipóteses para o comportamento dos retornos, assim como estabelecer que tipo de estratégias de "Stop-Loss" serão estudadas. Daremos também um panorama da indústria de fundos de investimento no Brasil e seus agentes, de modo a melhor situar a importância prática do trabalho. Finalmente, na Conclusão, apresentaremos os resultados obtidos e indicaremos possíveis novos desenvolvimentos para o tema.

A B S T R A C T

The objective of this dissertation is to verify how the so-called "Stop-Loss Strategies", classical ways of avoiding the worsening of a negative return situation, influence investment funds' performance. We will simulate several strategies and will point out those that influenced the performance the most. To be able to simulate such strategies, we will define several hypotheses for the investment funds return processes, as well as define which "Stop-Loss Strategies" we will study. We will also give an overview of the Brazilian investment funds industry and its agents, in order to provide a better understanding of the practical importance of this work. Finally, in the conclusion, we will show all the results obtained, and also we will mention possible new developments for the study of this subject.

S U M Á R I O

INTRODUÇÃO	i
I. A INDÚSTRIA DE FUNDOS DE INVESTIMENTO NO BRASIL	1
I.1 O PAPEL DA ÁREA DE GERENCIAMENTO DE RISCOS	7
I.2 O ESTABELECIMENTO DE LIMITES DE RISCO	10
II. METODOLOGIA DA SIMULAÇÃO	13
II.1 O QUE SERÁ SIMULADO	13
II.2 EVOLUÇÃO DO VALOR DA COTA DE UM FUNDO	22
II.2.1 Modelo de Passeio Aleatório	30
II.2.1.a) A Tendência (o "drift")	30
II.2.1.b) A Volatilidade	36
II.3 AS ESTRATÉGIAS DE "STOP-LOSS": LUZ VERMELHA E LUZ AMARELA	42
III. RESULTADOS DA SIMULAÇÃO	47
IV. CONCLUSÃO	80
BIBLIOGRAFIA	85
ANEXOS	87
ANEXO 1. CLASSIFICAÇÃO DOS FUNDOS DE INVESTIMENTO SEGUNDO AS NORMAS DA ANBID	87
ANEXO 2. CÁLCULO DA MÉDIA E VARIÂNCIA PARA UMA EQUAÇÃO DE DIFUSÃO COM REVERSÃO À MÉDIA	92

Í N D I C E D E T A B E L A S

Tabela 1: Maiores Administradores de Recursos no Brasil	3
Tabela 2: Categorias de Investidores nos Fundos	5
Tabela 3: Classificação ANBID dos Fundos de Investimento e seus Principais Riscos	16
Tabela 4: Quantidade de Fundos Existentes em cada Categoria ANBID	17
Tabela 5: Composição dos Ativos nos Fundos	21
Tabela 6: Número de Fundos Analisados na Elaboração das Simulações	37
Tabela 7: Estatísticas para os Fundos Analisados	38
Tabela 8: Exemplo das Combinações de "Luz Vermelha" e "Luz Amarela"	45
Tabela 9: Parâmetros Utilizados em Cada Simulação	48
Tabela 10: Definição das Estratégias Ótimas de "Stop-Loss" para Cada Nível de Volatilidade	65
Tabela 11: Comparação entre as Regiões Ótimas de "Luz Vermelha" e o Percentil 1% de Rentabilidade para cada Nível de Volatilidade	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Evolução do Patrimônio dos Fundos de Investimentos no Brasil (ANBID)	2
Figura 2: Evolução do Patrimônio dos Fundos de Investimento e das Entidades Fechadas de Previdência Privada (ANBID, ABRAPP)	6
Figura 3: Volatilidades de uma amostra aleatória de fundos	26
Figura 4: Volatilidades Diárias dos Fundos, por Categoria ANBID	29
Figura 5: Evolução da Taxa CDI desde 1998	31
Figura 6: Evolução da Taxa CDI no ano de 2001, com média e taxa acumulada	31
Figura 7: Projeções da Taxa CDI para o ano de 2002 (W.M.Mercer)	32
Figura 8: Volatilidades das Categorias ANBID de Fundos, por Estatística	39
Figura 9: Rentabilidades Anuais dos Fundos por Categoria ANBID	40
Figura 10: Rentabilidades Anuais dos Fundos, por Nível de Volatilidade	41
Figura 11: Trajetórias e Histogramas de uma Simulação Com e Sem Estratégia de "Stop-Loss" ativada (exemplo 1)	51
Figura 12: Trajetórias e Histogramas de uma Simulação Com e Sem Estratégia de "Stop-Loss" ativada (exemplo 2)	52
Figura 13: Diferenças entre as rentabilidades de uma Simulação Com e Sem Estratégia de "Stop-Loss" ativada (exemplo 1)	53
Figura 14: Diferenças entre as rentabilidades de uma Simulação Com e Sem Estratégia de "Stop-Loss" ativada (exemplo 2)	55
Figura 15: Comparação entre as Possíveis Curvas para os Retornos da Distribuição COM PISO	56
Figura 16: Probabilidade de se Atingir um Determinado Valor de Rentabilidade Anual - Probabilidade de "Sucesso" (exemplo 1)	57
Figura 17: Probabilidade de se Atingir um Determinado Valor de Rentabilidade Anual - Probabilidade de "Sucesso" (exemplo 2)	59
Figura 18: Curvas de Nível e Vistas Laterais das Rentabilidades Obtidas no Percentil 90% para uma dada Simulação	61
Figura 19: Curvas de Nível das Rentabilidades Obtidas nos Percentis 95%, 90%, 85% e 50% para uma dada Simulação	62
Figura 20: Curvas de Nível e Vistas Laterais da Soma em Todos os Percentis das Rentabilidades para uma dada Simulação	63
Figura 21: Rentabilidades no Percentil 90% para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.02%	70
Figura 22: "Soma das Diferenças" de Rentabilidade para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.02%	70

Figura 23: Rentabilidades no Percentil 90% para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.05%	71
Figura 24: "Soma das Diferenças" de Rentabilidade para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.05%	71
Figura 25: Rentabilidades no Percentil 90% para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.10%	72
Figura 26: "Soma das Diferenças" de Rentabilidade para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.10%	72
Figura 27: Rentabilidades no Percentil 90% para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.20%	73
Figura 28: "Soma das Diferenças" de Rentabilidade para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.20%	73
Figura 29: Rentabilidades no Percentil 90% para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.30%	74
Figura 30: "Soma das Diferenças" de Rentabilidade para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.30%	74
Figura 31: Rentabilidades no Percentil 90% para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.50%	75
Figura 32: "Soma das Diferenças" de Rentabilidade para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.50%	75
Figura 33: Rentabilidades no Percentil 90% para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.70%	76
Figura 34: "Soma das Diferenças" de Rentabilidade para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.70%	76
Figura 35: Rentabilidades no Percentil 90% para a Simulação do Nível de Volatilidade 1.00%	77
Figura 36: "Soma das Diferenças" de Rentabilidade para a Simulação do Nível de Volatilidade 1.00%	77
Figura 37: Rentabilidades no Percentil 90% para a Simulação do Nível de Volatilidade 1.60%	78
Figura 38: "Soma das Diferenças" de Rentabilidade para a Simulação do Nível de Volatilidade 1.60%	78

INTRODUÇÃO

A moderna teoria financeira define que o retorno de um investimento é proporcional ao risco incorrido para obtê-lo, ou seja, para se obter grandes lucros, é necessário correr altos riscos. Esse conceito, além de ser altamente intuitivo, pode ser estendido para muitos outros campos do interesse humano. Ele é base, por exemplo, para o clássico ditado americano: *"No pain, No gain"* (algo como "Sem sacrifícios não há ganhos").

No campo financeiro, a relação Risco x Retorno é peça fundamental para uma série de teorias e conceitos. A teoria de Seleção de Portfolios, que é considerada por muitos como o ponto inicial da moderna teoria financeira, definida por Markowitz em 1952, foi provavelmente uma das primeiras a combinar de forma sistemática e, principalmente, quantitativa esses dois conceitos. Como dizem Dimson e Mussavian,

"Finance was transformed with the publication of the Markowitz (1952) article on Portfolio Selection. Ever since the days of Bernoulli, it was clear that individuals would prefer to increase their wealth, and also to minimize the risk associated with any potential gains. But could these two criteria be combined? Markowitz considers and rejects the idea that there might be a portfolio, which gives both the maximum expected return and the minimum variance. He explains that 'the portfolio with maximum expected return is not necessarily the one with minimum variance. There is a rate at which the investor can gain expected return by taking on variance, or reduce variance by giving up expected return'." (Dimson et al, 1999)

Miller reafirma a tese de que somente em 1952 é que primeiramente foram associados aos conceitos de risco e retorno as estatísticas (hoje tão conhecidas e até óbvias!) de média e variância:

"(...) The very beginning of modern finance - from our Big Bang, as it were - which I think we can all agree today dates to the year 1952 with the publication in the Journal of Finance of Harry Markowitz's article, "Portfolio Selection". Markowitz in this remarkable paper gave, for the first time, a precision definition of what had hitherto been just vague buzzwords: risk and return.

Specially, Markowitz then identified the yield or return on an investment with the expected value or probability-weighted mean value of its possible outcomes; and its risk with the variance or squared deviations of those outcomes around the mean. This identification of return and risk with mean and variance, so instinctive to finance professionals these days, was far from obvious then. The common perception of risk even today focuses on the likelihood of losses - on what the public thinks of as the "downside" risk - not just on the variability of returns.

Markowitz's choice of the variance as his measure of risk, counterintuitive as it may have appeared to many at that time, turns out to have been inspired. It not only subsumes the more intuitive view of risk - because in the normal or at least the symmetric distributions we use in practice the downside risk is essentially the mirror image of the upside - but it also has a property even more important for the development of the field. By identifying return and risk with means and variance, Markowitz makes the powerful algebra of mathematical statistics available for the study of portfolio selection." (Miller, 1999)

Entretanto, em nossa vida cotidiana, é comum encontrar pessoas que procuram obter o máximo retorno de um investimento, sem contudo querer correr o nível de risco que essa opção exige. São aquelas que perseguem os

retornos dos ativos mais agressivos e voláteis, porém com expectativas de perdas próximas aos dos investimentos do tipo "livre-de-risco".

Um outro fator importante que está implícito na relação Risco x Retorno é a definição de qual o nível de risco adequado para se obter um certo retorno.

Essas questões tornam-se mais importantes ainda quando analisadas sob a perspectiva dos gestores de fundos de investimento de terceiros. Nesse tipo de atividade, aquele indivíduo que possui recursos (o cliente) transfere a uma outra pessoa a responsabilidade sobre as decisões de investimento (o gestor). Aqui, a função do gestor também é a de maximizar a rentabilidade dos investimentos dado um conjunto de restrições definido pelo cliente. A correta especificação dessas restrições é fundamental para permitir que o problema seja viável, ou seja, as restrições devem ser tais que não impeçam o objetivo de rentabilidade ser alcançado¹.

Atualmente a gestão de fundos de investimentos no Brasil, especificamente os fundos de renda fixa (as diferenças entre os fundos serão explicadas mais adiante), é feita basicamente da seguinte maneira: o gestor aloca no fundo uma quantidade de papéis do governo federal de rendimento pós-fixado (ou seja, que não têm risco de mercado) que varia, na média, entre 50% e 95% do patrimônio do fundo. Ele cria dessa maneira um "colchão" de

¹ A correta especificação das restrições de investimento também é fundamental sob outros dois pontos de vista: **ético/fiduciário** e **legal**. Do primeiro, pois as decisões de investimento que estão sendo tomadas pelo gestor dizem respeito a um ativo que não é seu, mas que a ele foi 'transferido' na base da confiança. Do segundo, pois a legislação brasileira também impõe várias restrições aos investimentos, que devem ser seguidas e não podem ser 'modificadas' ou 'flexibilizadas' pela vontade do cliente nem do gestor. É por isso que costuma-se dizer que o negócio de gerenciamento de recursos de terceiros é muito mais um negócio de confiança e controles do que de rentabilidade.

rentabilidade, pois os títulos públicos federais são os de mais baixo risco existentes e pagam, em sua maioria, taxas próximas ao CDI².

Entretanto, depois de descontadas as taxas que o fundo deve pagar (principalmente a de administração, que é um percentual do seu patrimônio) e os custos fixos (publicação, auditoria, etc.), a rentabilidade do fundo somente com esses papéis públicos pós-fixados fica normalmente abaixo da desejada pelo cotista. O gestor então tenta agregar uma maior rentabilidade ao fundo utilizando-se daquele percentual que não é usado pelos títulos pós-fixados do governo. Dessa forma, ele pode usar esses outros 5% a 50% do fundo para alocar papéis do governo pré-fixados (que contém risco de mercado), ou títulos de emissões privadas (debêntures, notas promissórias, certificados de depósito bancário, etc., títulos que por terem embutido um certo risco de crédito têm rentabilidade maior que os papéis públicos). Além disso, o gestor também pode se valer dos instrumentos derivativos existentes no mercado (contratos futuros, swaps, opções) para fazer "apostas" sobre alguns fatores econômicos ou financeiros (taxa de juros, taxa de câmbio, índice de bolsa de valores) e com isso agregar mais rentabilidade ao fundo. E essa parte do fundo é a que geralmente concentra grande parte do risco (volatilidade) a que ele está sujeito.

O tamanho e a agressividade dessas apostas varia de acordo com a rentabilidade esperada pelo cliente. Assim, um fundo cujo objetivo seja render algo como 103% do CDI vai ter apostas muito menores que um fundo que almeje atingir 150% do CDI.

Dessa forma, podemos pensar, de uma forma bastante simplificada, que um fundo é formado por dois conjuntos: (i) uma parte mais estável, responsável por fornecer uma rentabilidade "bruta" próxima ao CDI, formada

² Na verdade, atrelados à taxa SELIC, mas que é muito próxima à taxa CDI. Essa afirmação (e a definição dessas taxas) será vista mais adiante.

por ativos de baixíssimo risco de crédito e de mercado (normalmente papéis públicos federais pós-fixados, atrelados direta ou indiretamente a variação do CDI³), que forma o "colchão" de rentabilidade do fundo; e (ii) uma outra porção formada por ativos de maior risco (ou de crédito ou de mercado), cuja função é fazer com que a rentabilidade do fundo se aproxime do esperado pelo investidor, e cujo tamanho e agressividade é tanto maior quanto maior for a rentabilidade esperada. Poderíamos chamar essa segunda porção de "aposta"⁴ que o gestor faz.

Quando um fundo está tendo uma performance abaixo da esperada, muitas vezes devemos olhar as "apostas" que o gestor vem fazendo. É normal que, quando notamos que as rentabilidades vêm sendo consistentemente baixas, isso seja causado menos por uma sequência de "apostas" erradas que o gestor tomou, e mais devido a um certo investimento que o gestor fez e que, apesar das rentabilidades ruins, ele tem convicção de que, a curto ou médio prazo, essa "aposta" ainda irá trazer ganhos ao fundo, e por isso reluta em se desfazer do ativo.

Entretanto, um gestor não pode ficar esperando indefinidamente que um investimento se torne lucrativo. Afinal de contas, um ativo que, por exemplo, durante 11 meses tenha um resultado negativo de R\$ 1.000 para que, somente no 12º mês atinja um ganho de R\$ 15.000 (lucro após 12 meses: R\$ 4.000), com certeza prejudicou os investidores que não puderam esperar 12 meses e tiveram que retirar seu dinheiro do fundo antes desse prazo.

³ Ver nota anterior.

⁴ O termo aposta não é o mais apropriado tecnicamente, pois, segundo o Dicionário Aurélio, aposta é "*Espécie de jogo em que o ganho depende do resultado da partida, prova, competição, sorteio, etc., e dos quais, geralmente, o apostador não participa*". No caso de um fundo, o gestor se utiliza de uma série de ferramentas e estudos para realizar esses investimentos de risco, e só os faz quando acredita que a probabilidade de acerto é maior que a de erro. Entretanto, para fins dessa dissertação e de simplicidade, iremos continuar usando o termo "aposta".

É para lidar com esse tipo de situação que as restrições de risco de alguns clientes impõe ao gestor uma estratégia conhecida por "*Stop-Loss*", ou "Parar com a Perda"⁵. No jargão do mercado financeiro, "*Stop-Loss*" é a situação que ocorre quando a rentabilidade de um fundo de investimento atinge um certo patamar (baixo!) e o gestor do fundo é obrigado a se desfazer das suas "apostas" e se contentar apenas com o rendimento líquido do fundo (o "colchão" mencionado anteriormente). Basicamente, o objetivo dessa estratégia é, ao reduzir praticamente a zero a volatilidade do fundo, eliminar o risco de rentabilidades abaixo de um valor definido pelo cliente.

Os defensores desse tipo de política dizem que, com isso, estão fazendo com que o gestor diminua o "apego" que tem às suas posições, e que, ao reduzi-las, fique com a cabeça fresca e possa pensar com mais objetividade nas novas estratégias⁶.

Por outro lado, nessa situação os gestores costumam dizer que foram obrigados a "realizar a perda", ou seja, ao se desfazerem dos ativos que até aquele momento estavam com resultados ruins, estão perdendo a oportunidade de se beneficiar de uma "provável" alta desses ativos.

E qual das duas correntes está certa? Deve-se zerar a aposta quando a rentabilidade do fundo está baixa ou deve-se esperar até que a aposta dê certo? Será que existe uma outra maneira de diminuir ou evitar essas situações? As estratégias de "*Stop-Loss*" contribuem ou não para a rentabilidade do fundo a longo prazo? Se contribuem, qual será a estratégia ótima que deve ser adotada? Existe uma ótima para todos os fundos, ou uma ótima para cada tipo de fundo?

⁵ No decorrer deste trabalho utilizaremos a expressão inglesa "*Stop-Loss*" e não sua tradução para o português, pois este termo já está consagrado pelo uso nas instituições financeiras.

Motivação do Trabalho

Durante a minha carreira profissional como Gerente de Riscos de uma empresa de gestão de recursos de terceiros, me deparei diversas vezes com essas questões, em casos onde o cliente desejava uma certa rentabilidade para seus investimentos, porém, ao definir as suas restrições, tais como classe de ativos permitidas, rentabilidades mínimas, volatilidades, estratégias de "Stop-Loss", etc., as definia de tal que maneira que tornava impossível para o gestor do fundo atingir a rentabilidade desejada, ou então não as sabia definir porém também não concordava com as sugestões do gestor.

Muitas vezes, nesses casos, para discutir com o cliente e tentar encontrar restrições mais 'flexíveis', era necessário apelar para dados históricos e conceitos um tanto quanto 'subjetivos'. Entretanto, sempre achei que era possível modelar matematicamente esse tipo de problema, mesmo que através do uso de algumas hipóteses simplificadoras e certas generalizações.

Dessa forma, a motivação para a elaboração desta dissertação partiu da constatação empírica de três fatos:

- (i) O cliente muitas vezes não sabe exatamente qual o nível de risco condizente em seu fundo para atingir a rentabilidade desejada, nem se está disposto a aceitar esse risco ou não;
- (ii) As estratégias de "Stop-Loss" tradicionais usadas por grande parte dos gestores de fundos de investimento mais prejudicam a rentabilidade do fundo do que diminuem seu grau de risco;

⁶ Costuma-se brincar que em algumas situações o gestor tem tanto "apego" à posição que vai "morrer abraçado a ela".

- (iii) A literatura existente sobre como modelar quantitativamente os itens (i) e (ii) é muito limitada.

Objetivos do Trabalho

Tendo em vista as afirmações levantadas no parágrafo anterior, nesta dissertação nos propomos a testar qual é a influência das diversas estratégias de "Stop-Loss" na performance de fundos de investimento.

Vamos agrupar os fundos por níveis de volatilidade e, para cada nível, vamos simular a rentabilidade do fundo sob diversas estratégias de "Stop-Loss". Em cada estratégia teremos uma distribuição de retornos; ao consolidarmos esses resultados por nível de volatilidade, esperamos conseguir encontrar a estratégia que maximize a performance do fundo.

Para realizarmos as simulações, uma decisão fundamental é escolher o tipo de processo que rege o comportamento dos retornos das cotas de um fundo de investimento. Como será visto com mais detalhes no Capítulo 2, vamos definir que o processo que nos parece mais apropriado para explicar as trajetórias dos fundos é o de um modelo com volatilidade estocástica, onde esta apresenta uma tendência de reversão à média.

Entretanto, para simularmos este processo, é necessário que definamos algumas variáveis (como por exemplo o nível médio de volatilidade σ , a velocidade de reversão à média α , a volatilidade da volatilidade δ , etc.) que fazem com que a simulação fique muito "específica", ou seja, presa ao fundo que tem exatamente aquela combinação de σ , α e δ .

Para que possamos estabelecer conclusões que possam ser mais "genéricas" e aplicáveis a uma gama maior de fundos, tivemos que impor algumas simplificações ao modelo. Dessa forma, ao invés de trabalharmos com um modelo de volatilidade estocástica com reversão à média, usaremos

um modelo com drift e volatilidade constantes, e, ao pagarmos esse preço (da simplificação), conseguimos obter resultados tão genéricos quanto possíveis (que dependem somente da volatilidade - constante - de cada categoria de fundos).

Esquemáticamente, para respondermos à essa pergunta inicial (*"Qual a estratégia ótima de "Stop-Loss" para um certo grupo de fundos?"*) utilizaremos o seguinte procedimento (descrição simplificada):

1. Escolhemos uma categoria de fundo, definidos através de sua volatilidade característica;
2. Definimos uma estratégia de "Stop-Loss";
3. Realizamos 1.000 simulações da rentabilidade de um fundo durante um ano (252 dias), e calculamos dois tipos de retorno: o que foi obtido impondo-se a estratégia de "Stop-Loss" e o que seria obtido se nenhuma estratégia fosse usada;
4. Comparamos os histogramas dos retornos dessas duas simulações, assim como as suas funções cumulativas de probabilidade, que chamamos aqui de "probabilidade de sucesso";
5. Repetimos os passos 3 e 4 para outras estratégias de "Stop-Loss"
6. Repetimos os passos 1, 2, 3, 4 e 5 para outras categorias de fundos
7. Consolidamos os resultados para cada categoria de fundo

Essa descrição pode ser vista no Diagrama a seguir:

Estrutura do Trabalho

Esta dissertação está dividida da seguinte forma:

No primeiro capítulo será retratada a indústria de fundos de investimento no Brasil, qual seu tamanho e seus agentes. Discutiremos o papel da área de Gerenciamento de Riscos dentro das empresas de gerenciamento de recursos de terceiros (as chamadas empresas de "Asset Management"), e também as dificuldades encontradas ao se estabelecer limites de risco nos fundos de investimentos.

No segundo capítulo detalhamos como será feita a simulação do comportamento dos fundos. Definimos quais serão os parâmetros da

simulação (basicamente as equações estocásticas do processo, seu "drift" e sua volatilidade) e que tipos de fundos serão simulados. Neste capítulo definimos também quais serão as estratégias de "Stop-Loss" simuladas (quando são ativadas, como interferem no comportamento do fundo e quando são desativadas).

No terceiro capítulo apresentaremos os resultados obtidos nas diversas simulações, assim como as relações identificadas entre as diversas combinações de estratégias de "Stop-Loss".

Finalmente, no quarto capítulo encerramos o trabalho com as conclusões que obtivemos nas simulações, que basicamente nos dizem que para o nosso modelo genérico, de volatilidade constante, as estratégias ótimas não são aquelas que se utilizam do "Stop-Loss" clássico, inflexível, que obriga o gestor a "zerar" as posições de um fundo de um dia para o outro e faz o fundo ficar "hibernando" até o final do mês, mas sim aquelas que permitem uma gradual diminuição da exposição ao risco e, principalmente, que permitem que o gestor possa voltar a atuar mais rapidamente (que neste trabalho chamamos de estratégias de "Slow-Down");

I. A INDÚSTRIA DE FUNDOS DE INVESTIMENTO NO BRASIL

"Indústria" de fundos de investimento é uma denominação usual dada ao conjunto de empresas, investidores, pessoas, órgãos governamentais, associações e outros elementos da sociedade que, de alguma forma, estão envolvidos na atividade de gerenciar os recursos e os investimentos de outros indivíduos.

A importância dessa "indústria" é normalmente medida através de um parâmetro: o patrimônio dos fundos de investimentos, ou seja, qual o valor investido pelos clientes nas empresas de administração de recursos. Esse valor, que vem crescendo de forma bastante expressiva nos últimos anos, demonstra que a utilização de fundos de investimento como opção para a alocação de parte do patrimônio das pessoas vem se popularizando cada vez mais, deixando de ser uma alternativa apenas para os investidores mais abastados e tornando-se cada uma alternativa aos investimentos tradicionais (a poupança, por exemplo).

A **Figura 1** demonstra essa evolução desde 1994, colocando o valor do patrimônio dos fundos em termos absolutos, como também comparando-o com o PIB brasileiro do mesmo ano:

Figura 1: Evolução do Patrimônio dos Fundos de Investimentos no Brasil (ANBID)

Nessa "indústria", os principais atores são os seguintes:

Empresas de Gerenciamento de Recursos de Terceiros

São também conhecidas por sua denominação em inglês, "Asset Managers". São elas as responsáveis por administrar e gerir os investimentos de seus clientes. Devem seguir as limitações impostas por eles e também aquelas existentes na legislação. São responsáveis por manter as informações dos fundos e de produzir relatórios informativos para seus clientes e para as autoridades competentes. São remuneradas por esse serviço através da

cobrança de taxas de seus clientes. São, em sua maioria, instituições financeiras ou ligadas à elas⁷.

A **Tabela 1** mostra quais eram as maiores empresas de gestão de recurso de terceiros no Brasil no final do ano de 2001:

Tabela 1: Maiores Administradores de Recursos no Brasil

Posição	Administrador	Ativos (R\$ bilhões)	% do Total
1	Banco do Brasil	60.9	16%
2	Itau	51.6	14%
3	Bradesco	49.3	13%
4	Caixa Econômica Federal	21.0	6%
5	HSBC	19.4	5%
6	Citibank	19.0	5%
7	Unibanco	18.0	5%
8	ABN AMRO Real	15.8	4%
9	Santander	15.5	4%
10	Bankboston	15.3	4%
	outros 52 administradores	89.8	24%
	Total	375.6	

Fonte: ANBID; Dados de dezembro/2001

Clientes

São aqueles que detêm os recursos que serão administrados pelas "Asset Managers". Podemos separar os tipos de clientes basicamente em 4 grandes grupos: Investidores Individuais, Empresas, Seguradoras e Empresas

⁷ Existem dois tipos fundamentais de funções legais nas empresas de gestão de recursos, que podem ser exercidas pela mesma empresa ou não. A função de **Administradora** contempla as atividades de liquidação e verificação dos investimentos efetuados, controles e preparo de relatórios para os clientes, as contrapartes e os órgãos reguladores. A Administradora é a responsável legal, junto a esses agentes, pelo correto cumprimento da legislação, e por isso deve obrigatoriamente ser uma instituição financeira. Já a função de **Gestora** contempla a atividade de escolher os melhores investimentos, e definir a melhor alocação para os recursos dos clientes. A empresa gestora não necessita ser uma instituição financeira. Todo fundo de investimento deve, por lei, ter uma Instituição Administradora por ele responsável.

de Previdência Complementar (ou Privada). Alguns desses grupos têm subdivisões, como é o caso dos Investidores Individuais (que, dependendo de seu patrimônio pessoal, são classificados como "varejo" ou "private") e das Empresas de Previdência Complementar (que podem ser Abertas - qualquer um pode participar, ou Fechadas - onde só os pertencentes a um determinado grupo, geralmente os funcionários de uma empresa, podem participar).

Esses clientes podem participar de um fundo de dois modos. Eles podem ser os únicos cotistas do fundo, determinando com bastante liberdade as políticas, objetivos e restrições do mesmo. Neste caso, temos o chamado fundo exclusivo ou fechado. Uma outra possibilidade é o cliente entrar num fundo que já tenha outros cotistas. Neste caso, o seu grau de definição sobre as regras do fundo é bastante menor, pois seria impossível atender a todas as restrições dos clientes de uma vez. Esses são chamados de fundos mútuos ou abertos. Muitas vezes, são criados fundos mútuos para uma classe de investidores (por exemplo, seguradoras), que se comprometem a obedecer todas as restrições que esse tipo de cliente tem (neste caso, as regras da SUSEP).

Normalmente, como os custos fixos (auditoria, publicação de balanço, abertura de contas nas centrais de custódia, etc.) de um fundo exclusivo são relativamente maiores que os de um fundo mútuo para o cliente (pois neste caso são cobrados do único cotista, enquanto que no fundo mútuo são divididos por todos os clientes), é normal que só sejam criados fundos exclusivos para clientes que possam investir grandes quantias de dinheiro.

A **Tabela 2** mostra a importância relativa desses clientes na composição do patrimônio dos fundos de investimento. Os dados são relativos ao final de 2001:

Tabela 2: Categorias de Investidores nos Fundos

Posição	Tipo de Investidor	Ativos (R\$ bilhões)	% do Total
1	Varejo	137.4	37%
2	EFPC-Empresas Públicas	48.6	13%
3	Corporate	44.8	12%
4	EFPC-Empresas Privadas	37.4	10%
5	Private	29.6	8%
6	EAPC	15.0	4%
7	Fundos de Investimento	14.6	4%
8	Middle Market	13.4	4%
9	Seguradora	12.4	3%
10	Estrangeiros	10.2	3%
11	Capitalização	5.4	1%
	Outros	6.8	2%
	Total	375.6	

Fonte: ANBID; Dados de dezembro/2001

OBS: EFPC - Entidades Fechadas de Previdência Complementar

EAPC - Entidades Abertas de Previdência Complementar

Um fator que deve ser mencionado é a importância das Entidades de Previdência Complementar (principalmente as Fechadas) na formação dos investimentos no Brasil de um modo geral (não só em fundos de investimento). Elas eram responsáveis em dezembro de 2001 por 27% do patrimônio dos fundos de investimento, com um patrimônio aplicado da ordem de R\$ 101 bilhões (soma dos item 2, 4 e 6 da **Tabela 2**). Ao mesmo tempo, seus investimentos totais alcançavam R\$ 171 bilhões. A **Figura 2** mostra a evolução do patrimônio dos fundos de investimento e os investimentos totais das Entidades Fechadas de Previdência Complementar nos últimos anos:

Figura 2: Evolução do Patrimônio dos Fundos de Investimento e das Entidades Fechadas de Previdência Privada (ANBID, ABRAPP)

É interessante notar que, mesmo ainda representando um valor bastante alto, o crescimento do patrimônio das EFPC não acompanhou o crescimento do patrimônio dos fundos de investimento. Conforme já foi mencionado, um dos motivos disso é a maior utilização dos fundos de investimento pela população em geral. É só verificarmos que o valor que Investidores Individuais ("Varejo" mais "Private") investem em fundos é da ordem de R\$ 167 bilhões, ou 44% do total investido.

Órgãos Reguladores

Basicamente os fundos de investimento são controlados por dois órgãos subordinados ao Ministério da Fazenda: o Banco Central regula os Fundos de Renda Fixa e a Comissão de Valores Mobiliários (CVM) regula os

Fundos de Renda Variável⁸. Eles fixam normas para a composição dos ativos de um fundo, os limites máximos e mínimos de alguns investimentos, e também definem a quantidade, qualidade e periodicidade das informações sobre os fundos que devem ser divulgadas, tanto aos clientes quanto aos próprios órgãos fiscalizadores.

Além do Banco Central e da CVM, existem outros dois órgãos importantes na definição das regras de investimentos. A Superintendência de Seguros Privados (SUSEP) regulamenta as aplicações das Seguradoras no país, e a Secretaria de Previdência Complementar (SPC) regulamenta os investimentos das Entidades de Previdência Privada.

Associação de Classe

A ANBID (Associação Nacional dos Bancos de Investimento) é a principal representante das empresas de gestão de recursos de terceiros junto à sociedade e aos órgão reguladores. Além dessa presença política, a ANBID também é a responsável por administrar todas as informações referentes aos fundos de investimento no Brasil, desde a sua criação, definição de políticas, criação de mandatos, até dados como rentabilidades diárias e patrimônios dos fundos.

I.1 O Papel da área de Gerenciamento de Riscos

A maioria das empresas de gestão de recursos tem uma estrutura muito semelhante à descrita abaixo:

⁸ **Fundos de Renda Fixa** são aqueles que não podem ter mais do que 49% de seu patrimônio investidos em ações. **Fundos de Renda Variável** são aqueles que devem ter no mínimo 51% do de seu patrimônio investidos em ações. Entre outras diferenças, até o ano de 2001 os fundos de Renda Variável tinham uma alíquota de imposto de renda diferenciada dos fundos de renda Fixa. Maiores detalhes sobre a classificação de fundos de investimento serão dados mais adiante.

1. **Área de Gestão de Portfólios:** é a responsável por objetivamente investir o dinheiro que foi aplicado pelos clientes (os cotistas). Escolhe os melhores investimentos e determina a melhor hora de comprá-los e de vendê-los.
2. **Área Comercial:** é a responsável pelo contato com o cliente. Responde as dúvidas e orienta os investidores atuais (manutenção de clientes), assim como procura aumentar a base de clientes da instituição (prospecção de novos clientes).
3. **Área de Operações:** é a responsável por liquidar as operações iniciadas pela área de Gestão (função de “settlement”), conferindo-as junto às contrapartes e às bolsas de valores e centrais de custódia, e por determinar ao final do dia qual é o valor da cota do fundo, valorizando todos os ativos. Também prepara toda a documentação dos fundos, como prospectos, mandatos e balancetes, e envia relatórios de performance e adequação às normas para os clientes e os órgãos reguladores.
4. **Área de Gerenciamento de Riscos:** é a responsável por verificar se os ativos dos fundos estão de acordo com as restrições definidas pelos clientes e pela legislação em vigor.

O papel da área de Gerenciamento de Riscos é de grande importância em uma empresa de gestão de fundos. A não adequação dos fundos às regras definidas pelos órgão reguladores pode fazer com que a empresa seja multada e até mesmo perca a permissão para atuar nessa atividade. Já a não adequação dos fundos às restrições definidas pelo cliente pode fazer com que este retire seu dinheiro da empresa ou mesmo que a interpele judicialmente (pois as restrições impostas por ele foram formalizadas em um contrato entre a empresa administradora de fundos e o cliente - o chamado regulamento do fundo).

Para cumprir esse objetivo, a área de Gerenciamento de Riscos deve monitorar e controlar, entre outras coisas, a composição dos ativos do fundo

e sua concentração, a alocação entre esses ativos, o risco de mercado e o risco de crédito⁹ que o fundo está correndo, além de também ser responsável, muitas vezes, pela cálculo da performance dos fundos e de outras análises quantitativas.

Muitas vezes, as restrições do investidor dizem respeito à rentabilidade do fundo. Pela legislação atual, o gestor não pode garantir um patamar mínimo de rentabilidade para os fundos sob sua administração, nem o cliente pode exigir que o fundo esteja sempre acima dessa rentabilidade. Entretanto, nas definições do mandato, fica claro que tipo de riscos o fundo está autorizado a correr, e essa informação, juntamente com o objetivo de rentabilidade do fundo, permite que o gestor tenha em mente qual a rentabilidade mínima esperada ou suportada pelo cliente. Isso é importante pois, apesar de não poder exigir uma certa rentabilidade do gestor, o cliente pode retirar seus investimentos da empresa de "Asset Management" caso julgue que os rendimentos do seu fundo não estão de acordo com as suas necessidades ou expectativas.

Uma outra ferramenta que o cliente tem para lidar com rentabilidades baixas é a definição de um valor para o chamado "Stop-Loss". Como já explicado, "Stop-Loss" consiste em fazer com que o fundo, uma vez tendo atingido um patamar de rentabilidade abaixo do esperado pelo cliente, se desfaça de todas as suas "apostas", ou seja, todas aquelas posições que haviam sido feitas pelo gestor para agregar mais rentabilidade ao fundo (e que, por sua vez, também agregam mais risco e volatilidade).

⁹ Resumidamente, **Risco de Mercado** é a possibilidade de perda de patrimônio de um fundo causado por quedas nos preços dos ativos que ele possui, devido à mudanças nos mercados financeiros (por exemplo, alta da taxa de juros, queda do preço das ações, mudança na taxa de câmbio). Já **Risco de Crédito** é a possibilidade de perda de patrimônio de um fundo devido à mudança de qualidade ou saúde financeira de uma empresa que emitiu algum ativo que o fundo possui (por exemplo, o fundo tem uma nota promissória de uma empresa que pediu concordata).

O conceito atrás desse tipo de estratégia contra perdas é muito simples. Ele pressupõe que o gestor do fundo ou está com seu cenário errado, ou tem feito investimentos nos ativos errados, ou então tem entrado e saído do mercado nos momentos errados, e que por isso perdeu mais dinheiro do que poderia. Nesse caso, a estratégia faz com que o poder de decisão sobre os investimentos do cliente que o gestor tem seja "suspense" temporariamente, e o fundo passe a conter somente ativos de baixíssimo risco (e, conseqüentemente, menor retorno). Essa estratégia, quando ativada, busca o porto seguro de uma rentabilidade mais baixa porém definida, à incerteza de um retorno mais alto porém com chance de perdas adicionais.

Na existência de estratégias de "Stop-Loss" definidas pelo cliente, é papel da área de Gerenciamento de Riscos monitorar constantemente a performance dos fundos e, se for atingida a rentabilidade mínima, informar ao gestor que este deve se desfazer das suas posições de risco.

I.2 O Estabelecimento de Limites de Risco

Conforme foi mencionado no item anterior, uma das tarefas de área de Gerenciamento de Riscos é monitorar o risco que os fundos estão incorrendo diariamente, assim como acompanhar as suas rentabilidades. Com esses dois parâmetros, é possível projetar, dentro de um certo intervalo de confiança, qual será a rentabilidade do fundo no dia seguinte, e comparar essa rentabilidade com aquela desejada pelo cliente.

Vamos supor que o ganho acumulado no mês pelo fundo seja de R\$ 20 mil, e que o cliente não gostaria que esse ganho estivesse, a qualquer momento, abaixo de R\$ 15 mil.

No Cenário 1, analiso a carteira do fundo hoje e verifico que, com probabilidade de 95%, ele tem chance de ganhar ou perder R\$ 3 mil. Dessa

forma, na hipótese de perda, o rendimento do fundo ficaria em R\$ 17 mil, ainda acima do mínimo esperado pelo cliente.

No Cenário 2, as posições do fundo indicam que, com probabilidade de 95%, ele tem chance de ganhar ou perder R\$ 6 mil. Neste caso, existe a chance do rendimento do fundo atingir R\$ 14 mil, abaixo do mínimo esperado pelo cliente.

No Cenário 1, a área de Gerenciamento de Riscos não deve fazer nada; já no Cenário 2, cabe à área informar ao gestor de portfólios que existe o risco da rentabilidade do fundo ficar abaixo do valor desejado pelo cliente, e que por isso ele deve se desfazer de algumas das suas posições de risco, de modo a diminuir, em alguma proporção, o risco (isto é, a volatilidade) do fundo.

Na situação apresentada acima, foi necessário que a área de Gerenciamento de Riscos tivesse domínio de quatro variáveis: (a) a rentabilidade mínima esperada pelo cliente; (b) o valor que o fundo poderia perder de um dia para o outro; (c) um certo valor limite de perda para o fundo que, conjugado à rentabilidade atual, determinasse o momento em que o gestor de portfólios deveria ser instruído a diminuir o risco de seu fundo; e (d) o novo patamar de risco para o qual o gestor de portfólios deveria trazer a volatilidade do fundo.

Na prática, definir as variáveis (a) e (b) é simples: a rentabilidade mínima que o investidor está disposto a aceitar é definida no mandato do fundo, algo que ele mesmo estabelece. Como já foi dito, é claro que algumas vezes há dificuldade em definir essa rentabilidade, e um dos objetivos deste trabalho é justamente fazer com que este processo fique um pouco mais objetivo. Entretanto, de um jeito pior ou melhor, conseguimos definir essa variável.

Também existem vários meios de se calcular o valor que o fundo poderia perder de um dia para outro. O método mais usado hoje em dia pelas empresas de gestão de ativos de terceiros é calcular o chamado "Valor em Risco" (Value-at-Risk), também conhecido por VaR. Este é uma medida estatística que leva em conta fatores como a distribuição dos retornos dos ativos que compõem o fundo, suas correlações, e encontra a distribuição de probabilidade dos retornos desse agregado de ativos. Esse método, apesar de recente na literatura de risco¹⁰, já se tornou muito popular e difundido, sendo usado por instituições financeiras no mundo todo. Por causa disso, a literatura disponível sobre VaR hoje é bastante vasta e detalhada.

O grande problema do gerente de riscos está nas variáveis (c) e (d). Definir o momento em que o gestor deve diminuir, e o quanto deve diminuir as posições de um fundo, é uma tarefa bem mais complicada. E é tornar essa definição mais objetiva, e suas consequências mais mensuráveis, que se propõe este estudo.

¹⁰ Podemos definir dois marcos para o início de fato da divulgação do conceito de "Value-at-Risk". O primeiro foi a publicação pelo banco de investimentos J.P.Morgan, em 1996, da quarta e definitiva versão do seu *"RiskMetrics Technical Document"* (cuja primeira versão data de 1994), que formalizava as metodologias internas de gerenciamento de risco da companhia. O segundo marco foi a publicação, em 1997, do livro *"Value-at-Risk, The New Benchmark for Controlling Derivatives Risk"*, de Philippe Jorion. Essas duas referências são clássicas e obrigatórias no ramo de gerenciamento de risco, e podem ser encontradas na Bibliografia deste trabalho (assim como a mais nova atualização do *"RiskMetrics Technical Document"*, publicada em 2001 e que é intitulada *"Return to RiskMetrics: The Evolution of a Standard"*).

II. METODOLOGIA DA SIMULAÇÃO

II.1 O que será simulado

Neste trabalho, iremos simular o comportamento dos retornos de fundos de investimento, como se eles fossem um só ativo. No mundo real, um fundo de investimento não é um ativo; ele é o conjunto de vários ativos (por exemplo, papéis de renda fixa, ações, título atrelados à variação cambial, derivativos), que têm comportamentos diferentes e padrões de retorno distintos. O gestor escolhe os ativos que julga mais convenientes (e de acordo com as restrições de cada fundo), define a alocação desses ativos e, ao final do dia, a rentabilidade do fundo será o reflexo das diversas rentabilidades dos ativos integrantes, ponderados pela sua proporção a carteira.

Porque, então, simular um fundo e não seus ativos integrantes e depois consolidá-los, sendo que é isso que ocorre na prática? As respostas a essa pergunta são as seguintes:

1. Na maioria das situações, o investidor vê seu fundo como um ativo, e não como um conjunto de ativos. Ele analisa a rentabilidade do fundo, a volatilidade do fundo, o comportamento histórico do fundo, a performance futura esperada do fundo. Ele não está preocupado com a composição da carteira do fundo, nem com a seleção de ativos (desde que, é claro, estejam dentro dos limites estabelecidos por ele). Afinal de contas, é para realizar esse trabalho de seleção e alocação que ele contratou o gestor.

2. As estratégias de "Stop-Loss" são acionadas quando a rentabilidade do fundo atinge um certo patamar. Não importa se esse patamar foi atingido devido à rentabilidade de um ativo específico do fundo ou se um ativo teve uma performance muito abaixo da dos outros. O fator importante é a performance do fundo.

3. Uma vez que uma estratégia de "Stop-Loss" é acionada, cabe à área de Gerenciamento de Riscos orientar o gestor do fundo para que este diminua a volatilidade do fundo. Nessa situação, não cabe ao gerente de risco dizer ao gestor que ativos do fundo devem ser modificados, ou qual deve ser a nova alocação do fundo. O gerente pode, isto sim, ajudar o gestor a encontrar a melhor combinação para que essa mudança compulsória de patamar de volatilidade seja a menos "problemática" ou mais fácil possível de ser implementada. Entretanto, cabe somente ao gestor definir qual a mudança será feita. Ou seja, o gerente de riscos deseja ver uma diminuição da volatilidade do fundo, não importando qual novo conjunto de ativos poderá propiciar essa mudança. O seu ponto de ação é no risco do fundo. Podemos dizer que, no caso das estratégias de "Stop-Loss", o gerente de risco trabalha com a "volatilidade total" (do fundo), enquanto o gestor dos fundos trabalha com a "volatilidade específica" (dos ativos integrantes do fundo).

4. Uma simulação baseada nos ativos integrantes do fundo daria resultados do tipo: para a composição de ativos X no fundo, a estratégia ótima de "Stop-Loss" é Y. Na verdade, não é isso que queremos. Enquanto gerente de risco (pelo que foi explicado no parágrafo acima), queremos o seguinte tipo de resultado: para fundos que tenham o nível de volatilidade X, a estratégia ótima de "Stop-Loss" é Y. Dessa forma, esse resultado tende a ser mais geral do que o primeiro, pois pode ser aplicado a uma combinação imensa de ativos que, no seu agregado, gerem para o fundo a volatilidade X.

5. O fato de que os resultados obtidos quando falamos da volatilidade de um fundo são mais genéricos do que quando levamos em conta a sua

composição também pode ser visto em termos da "estabilidade" e "consistência" da estratégia de "Stop-Loss" a ser adotada. Enquanto que a composição de um fundo pode variar muito rapidamente (mesmo diariamente), o seu nível histórico de volatilidade não varia tanto. Dessa forma, se definirmos a estratégia ótima em termos de composição, podemos ter facilmente casos em que a estratégia definida ontem não é mais válida hoje, pois a composição do fundo sofreu alterações.

Por todos os motivos explicados acima é que simularemos o comportamento dos fundos de investimento como uma ativo, e não como um conjunto de ativo.

A partir dessa definição, surge uma outra pergunta: que tipos de fundos de investimento serão simulados? Afinal, os fundos podem ter os perfis de risco e retorno mais variados possíveis.

Para responder essa pergunta, inicialmente é necessário que apresentemos quais são as categorias de fundos de investimento. Tomaremos como base a definição elaborada pela ANBID (Associação Nacional de Bancos de Investimento) que, conforme já foi dito, é o órgão que possui o mais detalhado banco de dados sobre fundos de investimento no país e que tem, ao longo dos anos, tentando aperfeiçoar a maneira como os fundos são apresentados, identificados e classificados.

A definição que mostraremos foi elaborada e testada pela ANBID durante parte do ano de 2000 e início do ano de 2001. Em abril de 2001 ela foi oficialmente implementada. A **Tabela 3** mostra os tipos de fundos existentes, assim como os principais riscos associados a cada um deles¹¹:

¹¹ A definição completa de cada categoria de fundos pode ser encontrada no Anexo 1.

A Influência das Estratégias de 'Stop-Loss' na Performance de Fundos de Investimento

Tabela 3: Classificação ANBID dos Fundos de Investimento e seus Principais Riscos

Classe	Subclasse	Principais Riscos
Referenciados	DI	Indexador referência
	Câmbio	Indexador referência
	Outros	Indexador referência
Renda Fixa	Renda Fixa	Pré
	Renda Fixa Crédito	Pré + Crédito
	Renda fixa Multi-índices	Pré + Crédito + Indexadores
	Renda fixa Alavancados	Pré + Crédito + Indexadores + Alavancagem
Balanceados	-	Diversas classes de ativos
Multimercados	Sem Renda Variável e Sem Alavancagem	Diversas classes de ativos, exceto bolsa
	Sem Renda Variável e Com Alavancagem	Diversas classes de ativos, exceto bolsa + Alavancagem
	Com Renda Variável e Sem Alavancagem	Diversas classes de ativos,
	Com Renda Variável e Com Alavancagem	Diversas classes de ativos + Alavancagem
Capital Protegido	-	-
Investimento no Exterior	-	Títulos da dívida externa
Ações Indexados	IBOVESPA	Indexador referência
	IBX	Indexador referência
Ações Ativos	IBOVESPA sem Alavancagem	Indexador referência
	IBOVESPA com Alavancagem	Indexador referência + Alavancagem
	IBX sem Alavancagem	Indexador referência
	IBX com Alavancagem	Indexador referência + Alavancagem
	IBA	Indexador referência, não admite alavancagem
Ações setoriais	Telecomunicações	Exposição Setorial
	Energia	Exposição Setorial
Ações outros	Sem Alavancagem	
	Com Alavancagem	
Ações Fechados	-	-
Investimento Imobiliário	-	-

Fonte: ANBID

A Tabela 4 mostra a quantidade de fundos abertos em cada categoria em dezembro de 2001:

Tabela 4: Quantidade de Fundos Existentes em cada Categoria ANBID

Tipo de Fundo	Número de Fundos	% do Total
A. Fundos de Investimento - Capital Doméstico	3,964	97%
Referenciado DI	582	14%
Referenciado Câmbio	113	3%
Referenciado Outros	17	0%
Renda Fixa	549	13%
Renda Fixa Crédito	69	2%
Renda Fixa Multi-Índices	203	5%
Renda Fixa com Alavancagem	26	1%
Balanceados	124	3%
Multimercados sem Renda Variável	278	7%
Multimercados com Renda Variável	288	7%
Multimercados sem Renda Variável com Alavancagem	150	4%
Multimercados com Renda Variável com Alavancagem	632	15%
Capital Protegido	40	1%
Investimento no Exterior	29	1%
Ações Ibovespa Indexado	57	1%
Ações IBX Indexado	9	0%
Ações Ibovespa Ativo	144	4%
Ações Ibovespa Ativo com Alavancagem	104	3%
Ações IBX Ativo	72	2%
Ações IBX Ativo com Alavancagem	7	0%
Ações Setoriais Telecomunicações	17	0%
Ações Setoriais Energia	8	0%
Ações Outros	96	2%
Ações Outros com Alavancagem	31	1%
Ações Fechado	25	1%
Fundos de Privatização Petrobrás - FGTS	53	1%
Fundos de Privatização Petrobrás - R.Próprios	20	0%
Fundos de Privatização Petrobrás - CL	7	0%
Previdência Referenciado DI	10	0%
Previdência Referenciado Câmbio	4	0%
Previdência Renda Fixa	63	2%
Previdência Renda Fixa Crédito	1	0%
Previdência Renda Fixa Multi-Índices	5	0%
Previdência Renda Fixa com Alavancagem	1	0%
Previdência Balanceados	81	2%
Previdência Multimercado sem R.Variável	26	1%
Previdência Multimercado com R.Variável	17	0%
Previdência Multimercado sem R.Variável com Alav.	3	0%
Previdência Multimercado com R.Variável com Alav.	3	0%
B. Fundos de Investimento Imobiliário	16	0%
C. Fundos de Investimento - Capital Externo	8	0%
D. Fundos Off-Shore	97	2%
Total (A+B+C+D)	4,085	

Fonte: ANBID; Dados de dezembro/2001

Com os dados acima, podemos começar a definir o espectro da nossa simulação. Basicamente, os fundos que estamos interessados são aqueles que têm como padrão de retornos o CDI¹², e cujo objetivo de rentabilidade seja um múltiplo da rentabilidade do CDI no período (por exemplo, 110% do CDI).

Dessa forma, **não** vamos simular os seguintes tipos de fundos:

1. **Fundos Referenciados DI:** neste caso, o referencial do fundo é exatamente 100% da rentabilidade do CDI. Por construção, este tipo de fundo deve acompanhar o mais fielmente possível as variações na taxa do CDI. Entretanto, exatamente por essa definição, este fundo é muito inflexível nos ativos que pode conter e na proporção dos mesmos. Desta forma, o gestor de um fundo Referenciado DI tem pouquíssima liberdade para implementar estratégias, agregar valor ao fundo e fazer as “apostas”. Por isso, estabelecer uma estratégia de "Stop-Loss" ótima para este tipo de fundo não faz sentido. Ele é um fundo tão "passivo" e de baixa volatilidade quanto possível.
2. **Fundos Referenciados Câmbio:** este tipo de fundo tem como referencial de rentabilidade as variações da taxa de câmbio do real em relação ao dólar americano, portanto não tem relação com o CDI.
3. **Fundos Referenciados Outros:** pois seu referencial de rentabilidade também não é a taxa de juros de curto prazo (CDI), mas sim outros tipos de taxas, tais como a taxa de inflação (IGPM,

- por exemplo), ou algum índice representativo do prazo de vencimento dos títulos da dívida pública (IRFM).
4. **Fundos de Capital Protegido:** pois buscam ganhos na bolsa de valores, ao mesmo tempo em que garantem o capital investido pelo cliente, através de aplicações em derivativos. Não guardam relação com a rentabilidade do CDI.
 5. **Fundos de Investimento no Exterior:** pois têm suas aplicações baseadas em títulos da dívida externa brasileira, sem relação como o CDI.
 6. **Fundos de Ações:** pois seu referencial de retorno não é a taxa de juros, mas sim algum índice ligada à performance das ações na Bolsa de Valores.
 7. **Investimento Imobiliário:** pois também não têm como referencial de retorno o CDI.

Ou seja, para realizarmos as nossas simulações, olharemos para os seguintes tipos de fundos:

1. **Renda Fixa**
2. **Renda Fixa Crédito**
3. **Renda Fixa Multi-índices**
4. **Renda Fixa Alavancados**
5. **Balanceados**
6. **Multimercados Sem Renda Variável e Sem Alavancagem**
7. **Multimercados Sem Renda Variável e Com Alavancagem**
8. **Multimercados Com Renda Variável e Sem Alavancagem**

¹² CDI é a sigla de "Certificado de Depósito Interfinanceiro". É a média das taxas que foram negociadas a cada dia pelas instituições financeiras para operações de empréstimo entre elas. Ela é normalmente divulgada pela CETIP (Central de Custódia e de Liquidação Financeira de Títulos), e é muito próxima à taxa SELIC, que é a taxa básica de juros de curto prazo brasileira, definida mensalmente pelo Comitê de Política Monetária (COPOM) do Banco Central. Assim como a rentabilidade do Índice da Bolsa de Valores de São Paulo (Ibovespa) é o referencial para a maioria dos

9. Multimercados Com Renda Variável e Com Alavancagem

Ao escolhermos "apenas" 9 tipos de fundos para simular, pode-se ter a impressão de que estamos escolhendo a menor parte do universo existente. Na verdade, os fundos de renda fixa são os que concentram a maioria dos investimentos em fundos no Brasil¹³. Isso pôde ser visto na **Tabela 1** já mencionada, onde o número de fundos nas 9 categorias que serão simuladas representa 57% do total de fundos de investimento (este percentual sobe para 71% se somarmos os fundos Referenciados DI, que só não estão na análise devido à sua "inflexibilidade" nas políticas de investimento).

Porém, uma outra análise mostra que os fundos de renda fixa no Brasil têm uma importância ainda maior. Se, ao invés de olharmos para o número de fundo existentes, olharmos para a composição de seus ativos, verificaremos que os investimentos em renda fixa superam em muito os de renda variável. Essa análise está na **Tabela 5**:

fundos de renda variável, a rentabilidade do CDI é o referencial para a maioria dos fundos de renda fixa no Brasil.

¹³ Um dos principais motivos dessa alta concentração é a rentabilidade que esses ativos têm no Brasil. Com taxas de juros da ordem de 19% ao ano (no fim do ano de 2001), e que já foram maiores, é difícil encontrar investimentos com o mesma volatilidade e maior retorno que esse.

Tabela 5: Composição dos Ativos nos Fundos

Tipo de Investimento	Ativos (R\$ bilhões)	% do Total
<u>RENTA FIXA</u>	<u>338.4</u>	<u>90%</u>
Títulos Públicos Federais	282.3	75%
Títulos Estaduais e Municipais	0.1	0%
CDB/RDB	28.7	8%
Notas Promissórias	1.2	0%
Debêntures	16.6	4%
Outros	9.5	3%
<u>RENTA VARIÁVEL</u>	<u>37.2</u>	<u>10%</u>
Ações	35.8	10%
Outros	1.4	0%
Total	375.6	

Fonte: ANBID; Dados de dezembro/2001

Conforme é possível verificar na tabela acima, os investimentos em renda fixa são da ordem de R\$ 338 bilhões, ou seja, 90% do patrimônio total dos fundos de investimento. Assim podemos verificar a importância dos fundos de renda fixa no universo brasileiro.

Um fator importante sobre a simulação que será realizada neste trabalho é o seguinte: não serão simulados exatamente cada um dos 9 tipos de fundos mencionados acima. O que será feito é que, através da análise da volatilidade de cada tipo de fundo, serão identificadas algumas categorias de volatilidade e serão fundos com essas volatilidades que serão simulados¹⁴.

O principal motivo para isso é que, apesar da classificação da ANBID ter sido bastante criteriosa e estudada (e, mais do que isso, de existir uma equipe que verifica constantemente se os fundos de uma categoria realmente

¹⁴ A questão das volatilidades dos fundos usadas na simulação será discutida em mais detalhes adiante.

pertencem a ela), apesar de tudo isso ainda encontramos uma disparidade grande entre fundos da mesma categoria no que diz respeito à sua volatilidade.

Dessa forma, é possível encontrar fundos com volatilidade semelhantes na maioria das categorias. Isso acontece porque, conforme já explicado, as categorias foram criadas a partir do critério "fator de risco", ou seja, que tipos de ativos os fundos poderiam conter. Fundos que têm uma alocação alta de um certo ativo estão na mesma categoria de fundos que têm uma alocação mais baixa desse mesmo ativo, simplesmente porque a alocação é maior que zero. Outro detalhe importante dessa classificação é que ela se baseia no "potencial" risco de um fundo. Ou seja, se um mandato do fundo permite que ele tenha ativos de renda variável, ele estará na categoria correspondente, mesmo que não tenha tido esse tipo de ativo nos últimos meses. Dessa forma, terá uma volatilidade muito menor do que um fundo que está na mesma categoria e que tenha incluído na sua carteira ações nos últimos tempos.

Resumindo, os fundos simulados serão aqueles que têm objetivos de rentabilidade e perfis de retorno atrelados de alguma forma ao CDI, com volatilidades similares às das categorias de fundo definidas pela ANBID.

II.2 Evolução do Valor da Cota de um Fundo

Neste tópico, vamos fazer algumas definições matemáticas que nos permitirão realizar as simulações propostas.

Sejam:

r_t o valor da cota no fundo no tempo t ;

$S_1, S_2, \dots, S_n$ os ativos que compõem o fundo (por exemplo, títulos de renda fixa, atrelados à variação cambial, ações, etc), cada um com sua dinâmica própria de retornos;

$x_1, x_2, \dots, x_n$ a participação percentual no fundo de cada um dos n ativos. Note que $x_i = x_i(t)$, pois o gestor pode mudar essa composição diariamente.

Então, o valor da cota do fundo é dado por:

$$r_t = \sum_{i=1}^n x_i(t) \cdot S_i(t) \quad (1)$$

Assim, modelar o comportamento dos retornos (ou seja, definir a equação dr) do fundo representa um problema matemático complexo, pois temos que definir processos para S , x e também para n (o número de ativos em fundo pode variar diariamente). Além disso, foi discutido na seção anterior que na nossa análise seria a feita a modelagem do fundo como um ativo único, e não como uma composição de ativos.

Dessa forma, para simplificar o problema, vamos definir que

$$dr_t = \mu(t, r_t)dt + \sigma(t, r_t)dW_t \quad (2)$$

Onde $\mu(t, r_t)$ e $\sigma(t, r_t) \geq 0$ são processos estocásticos não antecipativos que modelam a evolução do fundo (ou seja, a composição entre o papel do gestor e o comportamento dos ativos), e dW_t são incrementos que seguem um Processo de Wiener (estacionários e independentes, com distribuição $N(0,1)$)

Vamos analisar essas duas funções separadamente:

a) A Tendência (Drift)

Em nossas simulações, iremos considerar que o "drift" dos retornos de um fundo de investimento será constante, obtido de uma expectativa da taxa de juros CDI. Os motivos que nos levaram a optar por essa simplificação serão discutidos na próxima seção.

Com essa hipótese, a equação (2) torna-se:

$$dr_t = \mu dt + \sigma(t, r_t) dW_t \quad (3)$$

b) A Volatilidade

A função volatilidade pode ser definida de diversas maneiras.

Suponha que temos

$$\sigma_t = f(Y_t) \quad (4)$$

Alguns processos comuns para Y_t são

Lognormal: $dY_t = c_1 \cdot Y_t dt + c_2 \cdot Y_t dZ_t$ (5)

Ornstein-Uhlenbeck $dY_t = \alpha(m - Y_t)dt + \beta dZ_t$ (6)

Cox-Ingersoll-Ross $dY_t = k(m' - Y_t)dt + v\sqrt{Y_t} \cdot Z_t$ (7)

Onde Z_t é um movimento browniano geométrico correlacionado com W_t da seguinte maneira:

$$\begin{aligned} \text{covariância}_{W,Z} &= d\langle W, Z \rangle_t \\ &= \sigma_W(t, W_t) \sigma_Z(t, Z_t) dt \\ &= \rho \cdot dt \end{aligned} \quad (8)$$

Com ρ sendo a correlação instantânea entre as séries.

Para descobrirmos qual a melhor função para modelar nossa volatilidade, é necessário fazer um estudo do comportamento dos fundos de investimento existentes no mercado. Entretanto, os testes econométricos existentes para testar se uma série tem um comportamento de acréscimos aleatórios ou com reversão à média, por exemplo, exigem uma quantidade muito grande de dados para que a precisão do resultado seja aceitável. Em Dixie e Pindyck (1994) encontramos que testes de raiz unitária para uma amostra de 120 anos (!) de preços de petróleo e de cobre confirmam que esses preços têm reversão à média. Entretanto, os mesmos testes feitos em uma amostra de preços dos últimos 40 anos não permitem rejeitar estatisticamente a hipótese de aleatoriedade ("random walk").

Então, como resolver esse problema? Dixie e Pindyck sugerem que, nestes casos, deve-se basear a análise mais em considerações teóricas (análises econômicas, como a existência de mecanismos de equilíbrio de preços, etc.) do que em testes estatísticos.

No caso de volatilidade de fundos, temos o seguinte contorno:

Um fundo, por estar em uma determinada categoria (quer seja da ANBID, quer seja uma classificação interna do gestor), tem uma certa volatilidade esperada. É essa volatilidade que é monitorada pelo cliente, e é essa volatilidade que é acompanhada pelo gerente de riscos. Em determinados momentos, a volatilidade pode sofrer mudanças. Isso pode ser causado por fatores externos (condições de mercado) ou internos à gestão do fundo (mudança na composição da carteira, por exemplo). Desconsiderando as mudanças "estruturais" (que fazem com que a volatilidade mude definitivamente de patamar), as mudanças "conjunturais" (nervosismo de mercado, composição dos ativos, etc) causam flutuações na volatilidade no

curto prazo, e ela tende a voltar a seus níveis históricos no médio e longo prazo¹⁵.

Como exemplo disso na **Figura 3** abaixo temos a volatilidade de 19 fundos escolhidos aleatoriamente no ano de 2001

Figura 3: Volatilidades de uma amostra aleatória de fundos

Podemos perceber que as volatilidades não "explodem" em nenhum momento, tendendo a retornar a valores médios.

Devido a essas análises, neste trabalho iremos definir (para um certo objetivo, que será explicado adiante) que a volatilidade dos fundos segue um processo de reversão à média.

¹⁵ Um outro motivo importante é que os fundos, por critério de comercialização e de classificação, tendem a manter, a médio prazo, a volatilidade de suas cotas em um determinado nível. Um exemplo disso é o da classificação ANBID, onde a volatilidade dos fundos é verificada. Se essa muda muito, o fundo pode ter sua classificação alterada, e com isso perder todo seu histórico de rentabilidade.

Matematicamente, temos que o processo de retornos do fundo é dado por:

$$\begin{aligned}dr_t &= \mu dt + \sigma_t dW_t \\d\sigma_t &= \alpha(\bar{\sigma} - \sigma_t)dt + \delta_t dZ_t \\e \\d\langle W_t, Z_t \rangle &= \rho dt\end{aligned}\tag{9}$$

Sendo

α : velocidade de reversão à média, que define o "tempo" em que os ciclos tendem a se repetir;

$\bar{\sigma}$: ponto médio para onde a volatilidade tende a voltar a longo prazo;

δ_t : a volatilidade da volatilidade

Faremos duas simplificações no modelo:

1. Vamos considerar que a correlação entre W_t e Z_t é nula, ou seja, que os componentes que dirigem a aleatoriedade dos dois processos (a volatilidade e o retorno propriamente dito) são independentes. Isso será feito para facilitar a modelagem do processo.
2. Vamos considerar que a volatilidade da volatilidade (δ_t) é constante e maior ou igual a zero. Isso também facilita a modelagem do processo

Assim, as equações do nosso processo ficam:

$$\begin{aligned}dr_t &= \mu \cdot dt + \sigma_t \cdot dW_t \\d\sigma_t &= \alpha(\bar{\sigma} - \sigma_t)dt + \delta dZ_t \\e \\d\langle W_t, Z_t \rangle &= 0 \\ \delta &\geq 0\end{aligned}\tag{10}$$

E, com isso, para que possamos simular esse processo, será necessário definir três variáveis (α , σ e δ), pois μ já foi dado.

Neste momento, chegamos à seguinte constatação: para simular um fundo de investimento que siga a dinâmica de volatilidades com reversão à média, é necessário especificar uma série de parâmetros que são muito distintos para cada fundo, mesmo aqueles pertencentes a uma mesma categoria ANBID, por exemplo. Isso pode ser visto na **Figura 4**, que contém os histogramas das volatilidades para cada uma das 10 categorias ANBID que guardam relação com a rentabilidade do CDI. É fácil perceber que as volatilidades são muito díspares. Ou seja, se para uma mesma categoria já verificamos volatilidades diferentes, se quisermos obter os parâmetros para um processo de reversão à média teremos que analisar cada fundo individualmente, ou então realizar simulações para todas as possíveis combinações entre α , σ e δ , o que é inviável.

Figura 4: Volatilidades Diárias dos Fundos, por Categoria ANBID

Observação: foram desconsiderados os percentis 1% e 100%

Dessa forma, temos que, se utilizarmos a hipótese de reversão média, não conseguiremos agregar os fundos em torno de categorias de volatilidade, que era um de nossos objetivos iniciais. Ao mesmo tempo, para poder agregar os fundos, temos que utilizar modelos mais simples porém com restrições mais fortes (por exemplo, a de retornos aleatórios).

Assim definimos que, para este estudo, vamos preferir agregar os fundos em categorias de volatilidade e termos uma resposta mais "genérica" à pergunta sobre a estratégia ótima de "Stop-Loss". Utilizaremos a equação mais simples para descrever o comportamento dos retornos do fundo. O ganho dessa estratégia é a generalidade, e seu custo é o uso de um modelo simplificado.

A equação a ser usada na simulação será:

$$dr_t = \mu \cdot dt + \sigma \cdot dW_t \quad (11)$$

Com μ , σ constantes.

II.2.1 Modelo de Passeio Aleatório

II.2.1.a) A Tendência (o "drift")

O drift da trajetória de um fundo de renda fixa está ligado, na grande maioria das vezes, à rentabilidade do CDI. Conforme já foi visto, grande parte dos ativos dos fundos de renda fixa é composta por títulos do governo federal, que pagam, em sua maioria¹⁶, a taxa SELIC (ao qual o CDI é atrelado de uma forma fortíssima, estando nos mesmos níveis de taxa e com correlação de retornos próxima a 1).

A trajetória do CDI está ligada às condições macro-econômicas do país e também a do resto do mundo. Não queremos entrar em nenhuma consideração econômica sobre a formação da taxa de juros no Brasil, apenas constatar que, devido à uma série de fatores, a taxa de CDI não é constante, e algumas vezes pode variar significativamente. A **Figura 5** mostra a variação da taxa de CDI desde 1998, e a **Figura 6** mostra a variação desta taxa especificamente no ano de 2001.

¹⁶ Mesmo quando os fundos têm títulos que não pagam a taxa SELIC, é muito comum que eles usem derivativos (swaps, principalmente) para transformar esse rendimento "estranho" em rendimento ligado ao SELIC. Esse é o caso, por exemplo, das chamadas "cambiais swapadas", que são operações estruturadas contendo um título do governo atrelado à variação cambial e um swap que transforma o rendimento final da operação em uma taxa atrelada ao SELIC (ou CDI).

Figura 5: Evolução da Taxa CDI desde 1998

Figura 6: Evolução da Taxa CDI no ano de 2001, com média e taxa acumulada

Podemos perceber que a taxa de CDI começa o ano de 2001 por volta de 15.75% ao ano, começa a diminuir, até chegar a 15%aa em meados de março, e a partir daí começa uma trajetória ascendente até atingir o patamar de 19%aa ao fim de julho, nível no qual a taxa se manteve até o final do ano. Durante esse ano, a média da taxa do CDI foi de 17.45%aa; já a taxa acumulada (ou seja, quanto teria rendido uma aplicação durante um ano que rendesse exatamente 100% do CDI) foi de 17.29%aa.

Para o ano de 2002, todas as instituições financeiras projetam que a taxa do CDI vai cair do patamar de 19%aa. A maioria delas projeta que ao final do ano a taxa esteja ao redor de 17%aa, e as diferenças nas projeções são mais acentuadas na questão da velocidade da queda. A **Figura 7** mostra o resultado de uma pesquisa feita pela Consultoria William M.Mercer¹⁷ com vários administradores de recursos de terceiros a respeito da expectativa deles para a taxa de juros em 2002:

Figura 7: Projeções da Taxa CDI para o ano de 2002 (W.M.Mercer)

¹⁷ Gráfico extraído do relatório intitulado *"Resultados da 3ª Pesquisa Econômica para a Indústria de Fundos de Pensão no Brasil"*, divulgada pela área de investimentos da Consultoria William M.Mercer em fevereiro de 2002.

Como pode ser visto, a mediana das projeções aponta que no meio do ano o CDI terá uma taxa de 17.7%aa, e que essa taxa deve diminuir até chegar a 16.8%aa ao final de 2002.

As análises anteriores são importantes pois devemos escolher qual drift usaremos na simulação, ou seja, que tipo de comportamento o CDI terá. Podemos considerá-lo constante ou variável. Se constante, devemos definir um valor (a média do ano passado? O valor atual? O valor projetado para o fim do próximo ano?). Se variável, devemos definir a trajetória a usar (o ano de 2001? A projeção para o ano de 2002?). De toda forma, qualquer escolha terá um certo grau de arbitrariedade, e influirá, para cima ou para baixo, na volatilidade final do fundo.

Para esta simulação, definimos que o nosso drift será constante ao longo do ano, e terá o valor de 17%aa (equivalente a 1.317% ao mês e a 0.0623% ao dia). O principal motivo para isso é que, ao replicar o comportamento do CDI em um determinado ano, é possível que seja acrescentada ao fundo na simulação uma volatilidade ou um comportamento que não se repetirá novamente. Por exemplo, em 2001 tivemos algumas crises externas (situação argentina e ataque terrorista aos EUA, por exemplo) que não devem se repetir.

É claro que o ano de 2002 (ou qualquer outro posterior) também pode sofrer crises de magnitude até maior, porém as datas durante o ano em que isso pode acontecer e sua intensidade provavelmente serão diferentes. Uma simulação com esse tipo de comportamento ficaria, a nosso ver, "datada", isto é, a simulação deveria ser tratada como "simulação para o ano de 2001", o que não é nosso objetivo.

Por outro lado, projetar uma trajetória de juros para este ano também seria muita pretensão. Além de não termos nenhuma ferramenta poderosa suficiente para fazer isso (o máximo que temos são três pontos para o ano de

2002 - início, meio e fim - obtidos das medianas das projeções da pesquisa já mencionada da William M. Mercer), teríamos o mesmo problema mencionado no parágrafo anterior - correríamos o risco da simulação ficar "datada": a "simulação para o ano de 2002".

Dessa forma, a fim de evitarmos esse tipo de crítica, preferimos definir que o drift será constante¹⁸. O valor de 17% foi escolhido pois (i) é próximo do CDI acumulado no ano de 2001; (ii) é próximo da mediana das projeções para a taxa de CDI em 2002; e (iii) é um número inteiro.

A Rentabilidade Bruta e a Taxa de Administração de um Fundo de Investimento

Nos parágrafos anteriores, discutimos sobre a trajetória passada do CDI e as prováveis trajetórias futuras, e com isso definimos o drift do processo a ser simulado. Entretanto, na prática, mesmo supondo que as rentabilidades do CDI fossem constantes, o drift do fundo não precisa ser, necessariamente, igual a esse valor.

Isso ocorre principalmente devido a dois motivos: (i) a rentabilidade da carteira bruta do fundo; e (ii) as suas taxas de administração e custos fixos. Vamos analisar cada um destes itens:

A rentabilidade bruta de um fundo é formada pela rentabilidade dos ativos de sua carteira, sem que nenhuma taxa ou custo seja descontado. Por exemplo, se um fundo tem 80% de um ativo que rende 100% do CDI, e 20%

¹⁸ Apesar de usarmos a taxa de CDI constante em nossas simulações, o algoritmo preparado em MATLAB para esse propósito (e que se encontra no Anexo) está pronto também para usar a trajetória do CDI em 2001, bastando para isso modificar uma variável.

de um ativo que rende 102% do CDI, a sua carteira bruta renderá o equivalente a 100.4% do CDI.

As taxas cobradas de um fundo fazem com que a sua rentabilidade bruta diminua. Os principais valores são a taxa de administração, a taxa de auditoria, a taxa de publicação e outros pequenos custos operacionais. Por exemplo, estas taxas podem fazer com que um fundo cuja rentabilidade bruta seja de 100.4% do CDI tenha uma rentabilidade líquida em torno de 95% do CDI. Na maior parte das vezes essas taxas são cobradas "pro-rata temporis" e não de uma vez só, ou seja, mesmo se uma despesa ocorre anualmente, o valor aproximado desta despesa é descontado em 252 parcelas pelo fundo, para que não haja variações abruptas na rentabilidade das cotas e nem prejuízo aos cotistas.

Dessa maneira, percebe-se que o drift real de um fundo está ligado à sua carteira bruta e as taxas que dele são cobradas, e que muitas vezes esse drift pode não ser igual a 100% do CDI. Porém, nas nossas simulações tivemos que escolher alguma forma de definir esse drift, e preferimos não fazer nenhuma suposição sobre taxas de administração, custos e carteira bruta. Dessa forma, consideramos que, para os fundos simulados, as taxas seriam 0 e a carteira bruta do fundo renderia o equivalente a 100% do CDI.

Um ponto que ajuda a re-enforçar a escolha dessa "hipótese simplificadora" é que muitas das comparações efetuadas hoje, tanto por administradores de recursos, consultorias especializadas e mesmo por clientes, para escolher os melhores fundos, são feitas utilizando-se a rentabilidade bruta do fundo (menos custos fixos obrigatórios), e não a rentabilidade após as taxas de administração serem descontadas. Isso é feito pois essa análise visa avaliar os melhores gestores. Caso esse cuidado não fosse tomado, essas comparações correriam o risco de premiar os fundos com

taxas de administração mais baixas e penalizar aqueles cujas taxas são maiores, deixando a habilidade do gestor em segundo plano¹⁹.

II.2.1.b) A Volatilidade

Para definirmos as volatilidades que seriam usadas na simulação, inicialmente estudamos as volatilidades para cada grupo de fundos de investimento, segundo a classificação de ANBID (Renda Fixa, Renda Fixa Crédito, Renda fixa Multi-índices, Renda fixa Alavancados, Balanceados, Multimercados Sem Renda Variável e Sem Alavancagem, Multimercados Sem Renda Variável e Com Alavancagem, Multimercados Com Renda Variável e Sem Alavancagem, e finalmente Multimercados Com Renda Variável e Com Alavancagem). Além disso, acrescentamos à nossa análise os fundos Referenciados DI para termos uma idéia da sua volatilidade também.

Para calcularmos as volatilidades dos grupos, inicialmente tivemos que filtrar os dados, pois muitos fundos que estavam na amostra não tinham dados de rentabilidade para todo o ano de 2001 (ou foram criados mais tarde, ou haviam sido fechados). Na **Tabela 6** podem ser vistos quantos fundos foram analisados em cada categoria:

¹⁹ Um outro ponto a favor da nossa escolha é que, hoje em dia, as taxas de administração estão diminuindo cada vez, e ficando mais próximas de um ponto onde não vão afetar a rentabilidade bruta

Tabela 6: Número de Fundos Analisados na Elaboração das Simulações

Categoria ANBID	Número de Fundos	% do Total
Referenciado DI	430	23%
Renda Fixa Multi-Índices	112	6%
Renda Fixa Crédito	47	2%
Renda Fixa	350	18%
Renda Fixa Com Alavancagem	13	1%
Multimercados Sem RV	185	10%
Multimercados Sem RV Com Alavancagem	95	5%
Multimercados Com RV Com Alavancagem	385	20%
Multimercados Com RV	185	10%
Balanceados	104	5%
Total	1,906	

A partir dessa amostra, analisamos as estatísticas do fundo, e obtivemos os dados da **Tabela 7**:

do fundo de forma significativa. Isso é particularmente mais acentuado em alguns segmentos específicos de clientes (os Investidores Institucionais, por exemplo).

Tabela 7: Estatísticas para os Fundos Analisados

Categoria ANBID	Fundos	Média	Mediana	Desvio Padrão	Percentil 95	Percentil 90
Referenciado DI	430	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Renda Fixa Multi-Índices	112	0.04	0.02	0.06	0.13	0.10
Renda Fixa Crédito	47	0.04	0.01	0.06	0.16	0.12
Renda Fixa	350	0.06	0.02	0.20	0.19	0.08
Renda Fixa Com Alavancagem	13	0.09	0.05	0.11	0.29	0.27
Multimercados Sem RV	185	0.13	0.04	0.25	0.77	0.43
Multimercados Sem RV Com Alav.	95	0.21	0.05	0.53	0.64	0.38
Multimercados Com RV Com Alav.	385	0.26	0.11	0.47	0.91	0.69
Multimercados Com RV	185	0.31	0.08	0.63	1.61	0.73
Balanceados	104	0.33	0.27	0.30	1.06	0.71

OBS: os dados de média, mediana, desvio e percentis estão em %

Para tentar entender um pouco melhor a distribuição das volatilidades, elaboramos a **Figura 8**, que contém as volatilidades de cada categoria, olhadas através da média, da mediana, e dos Percentis 90% e 95% da sua distribuição.

A Influência das Estratégias de 'Stop-Loss' na Performance de Fundos de Investimento

Figura 8: Volatilidades das Categorias ANBID de Fundos, por Estatística

Analisamos também a distribuição das rentabilidades anuais de cada categoria, como pode ser visto na **Figura 9**:

Figura 9: Rentabilidades Anuais dos Fundos por Categoria ANBID

Observação: foram desconsiderados os percentis 1% e 100%

Conforme já foi explicado, o objetivo dessa análise era, ao estudar as categorias de fundos, selecionar algumas volatilidades para que pudéssemos realizar as simulações, pois no nosso modelo é este fator - a volatilidade - que devemos fornecer.

Analisando os dados, escolhemos simular fundos com as seguintes volatilidades:

1. **0.02% ao dia**
2. **0.05% ao dia**
3. **0.10% ao dia**
4. **0.20% ao dia**
5. **0.30% ao dia**
6. **0.50% ao dia**
7. **0.70% ao dia**
8. **1.00% ao dia**
9. **1.60% ao dia**

Realizamos, para cada volatilidade, 10.000 simulações de rentabilidade por 252 dias, sem nenhum tipo de restrição (nenhuma estratégia de "Stop-Loss" acionada), somente para termos uma idéia da distribuição dos retornos anuais para cada nível. Os resultados dessas simulações estão na **Figura 10**:

Figura 10: Rentabilidades Anuais dos Fundos, por Nível de Volatilidade

Observação: foram desconsiderados os percentis 1% e 100%

É interessante notar que o nível de volatilidade de 1.60% proporciona rentabilidades anuais superiores a 300% do CDI nos seus percentis mais altos (90% e 95%). Apesar de, na nossa amostra de fundos da ANBID, termos pouquíssimos fundos com esse padrão de rentabilidades, achamos que era importante realizar a simulação para esse volatilidade alta também, para ver se os resultados que obtivemos com outras volatilidades se mantinham.

II.3 As Estratégias de "Stop-Loss": Luz Vermelha e Luz Amarela

Conforme já foi explicado na Introdução deste trabalho, o conceito de "Stop-Loss" se refere à situação em que um certo nível de baixa rentabilidade é atingido pelo fundo, e então o gestor é obrigado a se desfazer das suas posições de "aposta" (ou seja, aquelas com as quais ele esperava incrementar o rendimento padrão do fundo) e ficar, durante um certo período, somente com o "colchão" do fundo (os títulos de baixíssimo risco). De uma forma simplificada, "Stop-Loss" pode ser visto como *"BATEU no piso do fundo, ZEROU a volatilidade"*²⁰.

Entretanto, também existe uma outra estratégia que os fundos podem utilizar, e muitos deles já utilizam. É algo que podemos chamar de "Slow-Down". Essa estratégia consiste em **diminuir** (e não zerar) a volatilidade do fundo à medida em que a sua rentabilidade cai. Dessa forma, quanto mais baixa a rentabilidade, menos espaço o gestor tem para apostas, e menos risco corre de ver ultrapassada a rentabilidade mínima esperada pelo cliente (pois a diminuição de volatilidade começa a ocorrer antes que esse piso de rentabilidade seja atingido).

Uma variação um pouco mais sofisticada dessa estratégia e que começa a se difundir no mercado brasileiro é chamada de "VaR Budget" ou "Orçamento de VaR". Nessa estratégia é definido uma quantia inicial de risco

²⁰ Existem várias estratégias que são "modificações" da estratégia original de "Stop-Loss". Uma delas (mais flexível) estabelece que você pode atingir a rentabilidade piso n-1 vezes. Nessas ocasiões, o gestor não precisa modificar suas estratégias. Porém, na n-ésima vez que isso acontece no período, o fundo tem que ser zerado. É como na regra do beisebol: *"Three strikes and you're out!"*.

que o fundo pode correr (ou seja, uma quantia financeira que o fundo pode perder), e à medida que a rentabilidade do fundo muda esse limite muda também. Se a rentabilidade está superior à projetada, o limite aumenta. Se está inferior, o limite diminui. Poderíamos considerar esta estratégia como uma situação de diminuição de volatilidade contínua e gradual do fundo, enquanto que o "Stop-Loss" introduz uma descontinuidade pontual nessa volatilidade.

Para realizar a nossa análise, vamos simular as duas estratégias ("Stop-Loss" e "Slow-Down"), e tentar compará-las. Para isso, definimos duas rentabilidades especiais: a "Luz Vermelha" e a "Luz Amarela".

A "Luz Vermelha" é a rentabilidade que, se atingida pelo fundo, faz com que a estratégia de "Stop-Loss" seja ligada e o fundo passe a ter volatilidade zero, tendo somente seu drift como impulsionador.

Já a "Luz Amarela" é a rentabilidade que, se atingida pelo fundo, faz com que ele tenha a sua volatilidade diminuída. E diminuída em quanto?

Esse valor da diminuição é um fator muito importante. Nas instituições que usam o conceito de "Orçamento de VaR", essa diminuição deve ser proporcional ao VaR do fundo, e varia de acordo com a composição do fundo no dia, sua rentabilidade atual e a esperada.

Entretanto, para a nossa simulação, não seria possível definir um critério tão detalhado como esse (até porque não estamos olhando aqui para a composição do fundo). Dessa forma, definimos que a diminuição da volatilidade seria de 50%, ou seja, não importa o nível de volatilidade corrente do fundo; uma vez atingida a "Luz Amarela", essa volatilidade seria dividida por dois.

A simulação gerará uma série de combinações entre "Luz Vermelha" ("LV") e "Luz Amarela" ("LA"), e fará com que, para cada combinação, o fundo se comporte da maneira apropriada. Para cada nível de LV, serão geradas tantas combinações de LA quanto possível, até a combinação onde $LA = LV$. Veja o exemplo abaixo:

Vamos simular o fundo cujos pisos de rentabilidade ("Luz Vermelha" e "Luz Amarela") variem de 80% do CDI a 0% do CDI, com intervalos de 20% do CDI. Desta forma, as combinações seriam as da **Tabela 8**:

A LV varia de 80% a 0% do CDI, com intervalos regulares de 20% (80, 60, 40, 20 e 0). Já a LA varia também a intervalos de 20% do CDI, iniciando em 80% e terminando no nível corrente da LV. Isso acontece pois a ação de "Stop-Loss" domina a ação de "Slow-Down", e uma LA abaixo da LV nunca seria atingida - a volatilidade já teria sido "zerada" antes.

Um outro ponto importante é que, da maneira como as simulações foram preparadas, será possível testar o efeito das estratégias de "Stop-Loss" e "Slow-Down" tanto em conjunto quanto separadamente. Isso pelo seguinte fato: quando a combinação entre "Luz Vermelha" e "Luz Amarela" for tal que $LA = LV$, estaremos olhando uma estratégia na qual só funciona o "Stop-Loss" (pois este domina a estratégia de "Slow-Down"). Quando a rentabilidade piso, indicada pela "Luz Vermelha", for bastante baixa, atingindo patamares onde a rentabilidade normal do fundo nunca alcançaria, então estaremos vendo o efeito somente da estratégia de "Slow-Down". E, nos casos intermediários, poderemos analisar o efeito conjunto das duas estratégias.

Tabela 8: Exemplo das Combinações de "Luz Vermelha" e "Luz Amarela"

Pisos de Rentabilidade em % do CDI		
Combinação	Luz Vermelha	Luz Amarela
1	80	80
2		80
3	60	60
4		80
5		60
6	40	40
7		80
8		60
9		40
10	20	20
11		80
12		60
13		40
14		20
15	0	0

Resumindo a maneira como o algoritmo trata as diversas combinações entre as estratégias de "Stop-Loss" e "Slow-Down", temos que:

Quando as estratégias são acionadas?

Quando a rentabilidade mensal do fundo atingir ou a "Luz Amarela" (estratégia de "Slow-Down" ligada) ou a "Luz Vermelha" (estratégia de "Stop-Loss" ligada).

O que acontece?

Na estratégia de "Slow-Down", a volatilidade do fundo é diminuída em 50% enquanto ele permanecer nesse patamar de rentabilidade. Na estratégia de "Stop-Loss", a volatilidade do fundo é zerada e sua trajetória é dada apenas pelo seu drift.

Quando elas são "desligadas"?

A estratégia de "Slow-Down" permanece ligada enquanto a rentabilidade do fundo estiver abaixo da "Luz Amarela". A qualquer momento que a rentabilidade supere a LA, a volatilidade volta a ser 100% da original. E isso pode acontecer indefinidas vezes durante a simulação.

Já, quando a estratégia de "Stop-Loss" é ligada, o fundo permanece com volatilidade igual a zero até o final do mês em que se encontra. Isso é feito pois, na prática do mercado, muitas vezes o cliente está controlando a rentabilidade mensal do fundo, e a restrição para uma rentabilidade mínima é feita também nesse padrão (ao mês). Dessa forma, a estratégia de "Stop-Loss" só é ligada, no máximo, uma vez por mês.

III. RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

Neste capítulo iremos discutir os resultado que obtivemos após analisar todas as simulações feitas.

Para este tipo de análise, foram simulados 9 tipos diferentes de fundos, cujo diferencial básico estava na volatilidade utilizada no processo de difusão.

Para cada tipo de fundo, foi definido um valor inicial no qual a simulação começaria ("Início"), um valor de decréscimo ("Decréscimo"), e um valor final ("Fim") no qual seria feita a última simulação. Todos esses valores foram dados como % do CDI. Esses três valores determinaram quantas combinações foram simuladas para cada tipo de fundo, número esse que é dado pela fórmula:

$$R = \left(\frac{I - F}{D} \right) + 1$$
$$C = \frac{1}{2} * (R^2 + R)$$

Onde:

I = valor inicial da simulação (em % do CDI)

F = valor final da simulação (em % do CDI)

D = decréscimo feito a cada simulação (em % do CDI)

R = número de "ciclos" existentes em cada simulação, ou "razão" entre os valores de início e fim de cada simulação

C = número de combinações efetuadas em cada simulação

Esses valores podem ser vistos na **Tabela 9**:

Tabela 9: Parâmetros Utilizados em Cada Simulação

Volatilidade	Início	Decréscimo	Fim	Razão	Combinações
0.02%	98%	2%	90%	5	15
0.05%	95%	5%	70%	6	21
0.10%	90%	10%	40%	6	21
0.20%	90%	20%	-70%	9	45
0.30%	80%	30%	-160%	9	45
0.50%	80%	40%	-240%	9	45
0.70%	70%	50%	-280%	8	36
1.00%	70%	60%	-470%	10	55
1.60%	70%	70%	-630%	11	66

Início, Décrécimo, Fim: valores em % do CDI

Os valores das variáveis "Início", "Decréscimo" e "Fim" não foram escolhidos aleatoriamente. Foram utilizados os seguintes critérios:

1. A gama de combinações deveria ser capaz de atingir todas as possíveis rentabilidades daquele tipo de fundo. Dessa forma, a variável "Fim" deveria ser maior que as maiores rentabilidades esperadas na simulação.
2. A variável "Início" deveria começar relativamente próxima à rentabilidade líquida do fundo (seu drift, definido como 100% do CDI).
3. A variável "Decréscimo" deveria ser tal que permitisse que houvesse pelo menos 5 "segmentos" em cada simulação - esses "segmentos" são dados pelo valor da "Razão".
4. A variável "Fim", na verdade, deveria ser bem maior do que as maiores rentabilidades possíveis, pois isso era importante para testarmos combinações nas quais a "Luz Vermelha" nunca fosse

ligada, e isto só acontece quando a rentabilidade definida pela "Luz Vermelha" é maior do que o valor máximo da rentabilidade atingida pela simulação.

Pode-se reparar que o valor da "Razão" (e conseqüentemente das "Combinações" realizadas) varia bastante, indo de 5 (ou 15 combinações) nos fundos de volatilidade 0.02% até 11 (ou 66 combinações) nos fundos de volatilidade 1.60%. Isso acontece porque, para alguns fundos (principalmente os de maior volatilidade) era necessário termos uma maior definição das simulações, ou seja, a malha deveria ser mais "fina" (o número "Decréscimo" deveria ser menor), e também o valor "Fim" deveria ser bastante baixo. Isso ocasionou o aumento do número de combinações.

Conforme já explicado na introdução, o algoritmo da nossa simulação é o seguinte:

1. Escolhemos uma categoria de fundo (uma volatilidade)
2. Definimos uma estratégia de "Stop-Loss" (uma combinação de "Luz Vermelha" e "Luz Amarela")
3. Realizamos 1.000 simulações da rentabilidade de um fundo durante um ano (252 dias), e calculamos dois tipos de retorno: o que foi obtido impondo-se a estratégia de "Stop-Loss" e o que seria obtido se nenhuma estratégia fosse usada
4. Comparamos os histogramas dos retornos dessas duas simulações, assim como as suas funções cumulativas de probabilidade
5. Repetimos os passos 3 e 4 para outras estratégias de "Stop-Loss"

Para facilitar a compreensão dos resultados, vamos adotar a partir de agora a seguinte definição para "SIMULAÇÃO": *uma simulação corresponde ao conjunto de 1.000 trajetórias de 252 dias geradas a partir de uma dada volatilidade, uma dada "Luz Vermelha" e uma dada "Luz Amarela".*

Dessa forma, podemos dizer que a categoria de volatilidade de 0.02% teve 15 simulações (e onde foram geradas 15.000 trajetórias diferentes), a de volatilidade 0.05% teve 21 simulações (21.000 trajetórias) e assim por diante.

Para analisarmos como as estratégias de "Stop-Loss" e "Slow-Down" interferiram na performance dos fundos, comparamos as trajetórias e os histogramas das rentabilidades do fundo tanto na distribuição com a estratégia ativada (que chamamos em todos os gráficos de "Rentabilidade COM PISO") quanto na distribuição sem nenhuma estratégia de controle de rentabilidades (essa distribuição chamamos de "Rentabilidade LIVRE").

Um exemplo desses gráfico pode ser visto na **Figura 11**:

2

Figura 11: Trajetórias e Histogramas de uma Simulação Com e Sem Estratégia de "Stop-Loss" ativada (exemplo 1)

Nesse gráfico é possível reparar como a estratégia de "Stop-Loss" fez com que as trajetórias mais baixas da Distribuição LIVRE fossem como que "cortadas", e com isso o histograma dessa distribuição ficou fortemente assimétrico.

Algumas estratégias não afetam tanto a Distribuição LIVRE. Veja por exemplo a **Figura 12**:

Figura 12: Trajetórias e Histogramas de uma Simulação Com e Sem Estratégia de "Stop-Loss" ativada (exemplo 2)

Neste caso, a "Luz Vermelha" e a "Luz Amarela" foram definidas muito baixas (-470% do CDI), e a rentabilidade original (sem piso) nunca chegou a atingir esse valor, por isso as duas distribuições são praticamente idênticas.

Com essas informações, preparamos um outro gráfico que nos dava a diferença de rentabilidades entre a "Rentabilidade COM PISO" e a "Rentabilidade LIVRE", em seus respectivos percentis, como mostra a **Figura 13:**

Figura 13: Diferenças entre as rentabilidades de uma Simulação Com e Sem Estratégia de "Stop-Loss" ativada (exemplo 1)

Nesse gráfico, podemos perceber que, para esta estratégia de "Stop-Loss", há realmente um "trade-off" entre risco ou retorno, ou seja, nos percentis onde as rentabilidades são mais baixas, a Distribuição COM PISO leva vantagem sobre a Distribuição LIVRE, e onde as rentabilidades são mais altas (acima do percentil 80%) a situação se inverte. Com isso, podemos dizer que esta estratégia protegeu o investidor em uma situação de perdas, porém ao custo de diminuir seu ganho em uma trajetória mais "rentável".

Para fazermos uma outro tipo de analogia, vamos usar o conceito de "Beta" definido por William Sharpe na construção da teoria do CAPM

("Capital Asset Pricing Model")²¹. Nesta nossa estratégia, temos que a Distribuição COM PISO tem um "Beta" menor que 1 ($\beta < 1$) em comparação à Distribuição LIVRE. Dessa forma, quando esta última cai, a primeira cai menos; quando a Distribuição LIVRE sobe, a Distribuição COM PISO também sobe menos.

Mas esse "trade-off" não acontece em todas as estratégias. Dependendo da combinação, as nossas simulações mostram que é possível fazer com que a Distribuição COM PISO seja superior à Distribuição LIVRE em todos os percentis. Graficamente, isto pode ser visto na **Figura 14**.

²¹ Para maiores informações sobre Beta e CAPM, deve-se consultar o trabalho clássico de William Sharpe de 1964 ("*Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Consitions of Risk*"), cuja referência está na bibliografia.

Figura 14: Diferenças entre as rentabilidades de uma Simulação Com e Sem Estratégia de "Stop-Loss" ativada (exemplo 2)

Nesta estratégia, novamente utilizando a analogia com o conceito de Beta, temos que quando a Distribuição LIVRE apresenta rentabilidades baixas, o "Beta" da Distribuição COM PISO é menor que 1 ($\beta < 1$), pois esta cai menos que a primeira. Entretanto, quando a Distribuição LIVRE apresenta rentabilidades altas, esse efeito se inverte e o "Beta" da Distribuição COM PISO é maior que 1 ($\beta > 1$), pois esta sobe mais que a primeira.

Esse é um fato muito interessante, pois também nos remete a outros conceitos de finanças, como "Market Timing" e "Alocação Tática de Ativos". Embora diferentes entre si, esses conceitos têm como resultado na sua aplicação a possibilidade de que os retornos de um fundo tenham um comportamento "defensivo" em situações negativas (o fundo não cai tanto

quanto a referência), e um comportamento "agressivo" em situações positivas (o fundo sobe mais que a referência).

Isso está esquematizado na **Figura 15**. No Caso 1 temos um fundo com "Beta" constante em todos os percentis (na figura temos $\beta < 1$). Já no Caso 2 temos um fundo com "Beta" variável. Ele é menor que 1 nos percentis menores, e maior que 1 nos percentis maiores.

Figura 15: Comparação entre as Possíveis Curvas para os Retornos da Distribuição COM PISO

Finalmente, elaboramos um gráfico com as "probabilidades de sucesso"²² das duas simulações, da seguinte maneira:

²² Que seria uma espécie de "distribuição acumulada de probabilidade 'invertida'".

Seja $F(t) = P(X \leq t)$ a distribuição acumulada de probabilidade de X . No nosso caso, precisamos de $P(X > t) = 1 - P(X \leq t) = 1 - F(t)$, onde X representa a variável "rentabilidade simulada" e t representa alguma rentabilidade "target" que o investidor gostaria de atingir.

Um exemplo desse gráfico pode ser visto abaixo, na **Figura 16**:

Figura 16: Probabilidade de se Atingir um Determinado Valor de Rentabilidade Anual - Probabilidade de "Sucesso" (exemplo 1)

Para uma simulação, este é o gráfico que, na prática, deverá ser usado pela área de Gerenciamento de Riscos para mostrar ao investidor se uma dada estratégia de "Stop-Loss" (ou seja, uma específica combinação de "Luz Vermelha" com "Luz Amarela") vai conseguir fazer com que ele obtenha os

retornos esperados ou não. Neste gráfico por exemplo, é possível extrair, entre outras, as seguintes informações:

1. Com 50% de probabilidade é atingida a rentabilidade de 50% do CDI na Distribuição LIVRE e a rentabilidade de 105% do CDI na distribuição COM PISO.
2. Há 35% de probabilidade de atingir uma rentabilidade acima de 100% do CDI na Distribuição LIVRE, e 55% de probabilidade de atingir essa mesma rentabilidade na Distribuição COM PISO.
3. Com probabilidade 0% teremos rentabilidades menores que 30% do CDI na Distribuição COM PISO, ou menores que -210% do CDI na Distribuição LIVRE.

É importante notar que, para cada simulação, um gráfico como esse foi gerado²³, e as distribuições de probabilidade podiam variar fortemente. Como exemplo disso, na **Figura 17** temos a distribuição simulada para a mesma volatilidade, porém com uma outra combinação de "Luz Vermelha " e "Luz Amarela":

²³ Especificamente, este gráfico foi gerado na simulação de volatilidade 1%, com "Luz Vermelha" de 10% do CDI e "Luz Amarela" também de 10% do CDI. Essas informações podem ser vistas em todos os gráficos, pois eles contêm a inscrição " $Vol=xx\%$, $PV=yy$, $PA=zz$ ", onde "Vol" é a volatilidade simulada, e "PV" e "PA" são respectivamente os valores das Luzes Vermelha e Amarela.

**Figura 17: Probabilidade de se Atingir um Determinado Valor de Rentabilidade Anual
- Probabilidade de "Sucesso" (exemplo 2)**

Nesta simulação, as informações obtidas seriam:

1. Com 50% de probabilidade é atingida a rentabilidade de 60% do CDI na Distribuição LIVRE e a rentabilidade de 200% do CDI na distribuição COM PISO.
2. Há 38% de probabilidade de atingir uma rentabilidade acima de 100% do CDI na Distribuição LIVRE, e 85% de probabilidade de atingir essa mesma rentabilidade na Distribuição COM PISO.
3. Com probabilidade 0% teremos rentabilidades menores que -30% do CDI na Distribuição COM PISO, ou menores que -200% do CDI na Distribuição LIVRE.

Dessa forma, é possível verificar como a escolha da correta estratégia de "Stop-Loss" (ou seja, uma combinação correta de "Luz Vermelha" e "Luz Amarela") pode, ao mesmo tempo, diminuir o risco de baixas rentabilidades

e aumentar a probabilidade de altas rentabilidades, quando comparada com outra estratégia.

Entretanto, analisar esses gráficos para cada combinação de "Luz Vermelha" e "Luz Amarela" seria muito trabalhoso e não levaria a resultados objetivos. Eles sim são importantes para analisar o comportamento de um estratégia específica, porém não respondiam à uma das nossas perguntas básicas: *"Para uma dada volatilidade, qual é a estratégia ótima de "Stop-Loss", ou seja, se - e onde - consigo maximizar meu retorno e minimizar meu risco"*.

Para responder à essa pergunta, consolidamos todas as informações obtidas em cada simulação e elaboramos dois estudos em forma gráfica. O primeiro analisa as rentabilidade atingidas pela Distribuição COM PISO em cada simulação, para os Percentis de 95%, 90%, 85% e 50%, em forma de "curvas de nível". Além disso, para o Percentil 90% mostramos também o desenho em três dimensões da figura formada, assim como as suas vistas laterais. Um exemplo desses gráficos está nas **Figuras 18 e 19**.

Esses gráficos devem ser lidos da seguinte maneira: tome, por exemplo, o gráfico superior da **Figura 14**, algumas páginas atrás. Nele temos, para cada percentil, as distribuições de Rentabilidades LIVRE (em azul) e COM PISO (em vermelho). Se nos focarmos no Percentil 90%, vemos que para esse nível (que é nossa coordenada x), temos uma Rentabilidade COM PISO (coordenada y) de pouco menos que 400% do CDI (vamos supor 390% do CDI). Como nele tínhamos que a "Luz Vermelha" era de -470% do CDI, e a "Luz Amarela" era 10% do CDI, extraímos a seguinte informação: *na volatilidade 1.00%, na estratégia com "Luz Vermelha" igual a -470% do CDI e "Luz Amarela" igual a 10% do CDI, no Percentil 90%, a Rentabilidade COM PISO é igual a 390% do CDI*. Isso pode ser escrito da seguinte forma:

$$\text{Rentabilidade}_{\text{Percentil volatilidade}}^{\text{Percentil}} = \text{função}(\text{Luz Vermelha}, \text{Luz Amarela})$$

ou

$$R_{1\%}^{90\%} = f(-470\%, 10\%) = 390\%$$

Como esse gráfico foi gerado para uma série de estratégias de "Stop-Loss" (ou seja, combinações entre "Luz Vermelha" e "Luz Amarela"), é necessário consolidar essas informações. Assim, levamos para os gráficos mostrados a seguir (**Figuras 15 e 16**), esses dados, da seguinte maneira: a coordenada x (eixo das abscissas) se refere à "Luz Amarela", e a coordenada y (eixo das ordenadas) se refere à "Luz Amarela". No nosso exemplo, temos então que no gráfico do Percentil 90%, o valor que está nas coordenadas (10,-470) é igual a 390% do CDI (o que pode ser visto pela cor do ponto na curva de nível, ou diretamente pelas vistas laterais).

Figura 18: Curvas de Nível e Vistas Laterais das Rentabilidades Obtidas no Percentil 90% para uma dada Simulação

Figura 19: Curvas de Nível das Rentabilidades Obtidas nos Percentis 95%, 90%, 85% e 50% para uma dada Simulação

Nesse gráfico, as cores mais "quentes" (próximas ao vermelho) simbolizam as maiores rentabilidades (o valor no eixo "z" é a rentabilidade em % do CDI alcançada nas simulações). Neste caso, podemos ver que, nos Percentis 95%, 90% e 85% as maiores rentabilidades se concentram ao redor dos valores de "Luz Amarela" próximos a 10% do CDI e dos valores de "Luz Vermelha" abaixo de -230% do CDI.

Um outro tipo de gráfico que nos ajudará a consolidar as informações sobre as diversas combinações está exemplificado na **Figura 20**.

Figura 20: Curvas de Nível e Vistas Laterais da Soma em Todos os Percentis das Rentabilidades para uma dada Simulação

O valor que ele nos mostra é o seguinte: explicamos anteriormente que, para cada simulação, foi gerado um gráfico com as diferenças, em cada percentil, entre a Distribuição COM PISO e a Distribuição LIVRE (ver a **Figura 14**). Conforme foi mostrado, em certas simulações tivemos que a Distribuição COM PISO "domina" a Distribuição LIVRE em alguns percentis, e em outros percentis ocorre o inverso (a Distribuição COM PISO é "dominada"). Neste caso, o gráfico das diferenças é uma curva que em alguns percentis é positiva (diferença > 0) e em outros é negativa (diferença < 0). Se essa curva fosse exatamente uma reta e fosse simétrica em relação ao Percentil 50%, ao realizarmos um cálculo de "área sob a curva" (uma espécie de Integral discretizada), teríamos como resultado o valor 0 (zero).

Entretanto, se essa curva não fosse simétrica, e tivesse o lado da diferença positiva (Distribuição COM PISO maior que Distribuição LIVRE) mais "acentuado" que o da diferença negativa, então a nossa "soma" seria positiva.

Mais ainda: se calcularmos a "soma" para o exemplo dado na **Figura 14**, onde toda a curva das diferenças encontra-se no quadrante positivo, o valor encontrado seria positivo e maior ainda.

E o que significa um valor de "soma" positivo? Significa que, olhando para toda a Distribuição COM PISO, e não para um percentil dela em particular, as rentabilidades dessa distribuição são, na média, maiores do que as da Distribuição LIVRE. O valor em si da soma (valor absoluto) não é relevante, servindo apenas para que possamos comparar as simulações (valor relativo). E quanto maior esse valor, mais certeza terá o cliente de que a estratégia de "Stop-Loss" nesse ponto fará com que ele, na maioria das vezes (ou seja, na maioria do percentis) tenha um rendimento superior ao da Distribuição LIVRE.

Esse gráfico também é gerado de forma muito similar ao anterior (da rentabilidade em cada percentil), como pode ser visto abaixo:

$$\text{Soma_Diferenças}_{\text{volatilidade}} = \text{função}(\text{LuzVermelha}, \text{LuzAmarela})$$

ou

$$SD_{1\%} = f(-470\%, 10\%) \approx 2700$$

Resultados

Consolidando todos os dados que obtivemos nas simulações, e verificando onde se encontravam as regiões de maior retorno para cada volatilidade, pudemos elaborar a **Tabela 10** abaixo:

Tabela 10: Definição das Estratégias Ótimas de "Stop-Loss" para Cada Nível de Volatilidade

Volatilidade	Região ótima para	
	Luz Vermelha	Luz Amarela
0.02%	não há	não há
0.05%	não há	não há
0.10%	não há	não há
0.20%	abaixo de -30% do CDI	entre 0% e 30% do CDI
0.30%	abaixo de -60% do CDI	entre 0% e 30% do CDI
0.50%	abaixo de -110% do CDI	entre 0% e 50% do CDI
0.70%	abaixo de -150% do CDI	entre 10% e 60% do CDI
1.00%	abaixo de -220% do CDI	entre 0% e 50% do CDI
1.60%	abaixo de -550% do CDI	entre 0% e 50% do CDI

Nessa tabela, podemos perceber os seguintes padrões:

1. Baixas Volatilidades (vol<0.10%)

Nas categorias onde a volatilidade é mais baixa, não foi possível identificar regiões de alta rentabilidade. As curvas de nível mostram que existem patamares constantes de rentabilidade, que são indiferentes à combinações de "Luz Vermelha" e "Luz Amarela". Dessa forma, podemos dizer que para essas categorias as estratégias de "Stop-Loss" não produzem nenhum resultado.

Essa conclusão não é espantosa. De fato, temos que fundos com esse nível de volatilidade são aqueles que buscam um retorno mais próximo ao CDI, com um tipo de administração mais "passivo" do que "ativo". Se analisarmos a **Figura 8**, vemos que no Percentil 90%, esse fundos são os classificados como Referenciados DI e Renda Fixa (que não tenham alavancagem). Nesse nível de volatilidade, a "penalidade" que uma política de "Stop-Loss" causa (fazer com que o fundo renda somente seu drift - 100% do CDI) não é muito diferente das rentabilidades esperadas normalmente. Na prática, nesse tipo de fundo não é comum encontrarmos políticas de "Stop-Loss" do tipo que estamos analisando.

2. Luz Vermelha

A região de maior rentabilidade era sempre atingida quando a "Luz Vermelha" estava em valores bastante baixos. Esses valores eram sempre menores do que as menores rentabilidades alcançadas pelas Rentabilidades Livres em cada simulação (esses são os valores do Percentil 1% que, a cada nível de volatilidade, se não houvesse estratégia de "Stop-Loss" ligada, as simulações atingiam). Isso pode ser visto na **Tabela 11**.

Tabela 11: Comparação entre as Regiões Ótimas de "Luz Vermelha" e o Percentil 1% de Rentabilidade para cada Nível de Volatilidade

Volatilidade	A) Região ótima para Luz Vermelha: abaixo de	B) Percentil 1% das Rentabilidades LIVRES	Diferença entre A e B
0.02%	não há	93	-
0.05%	não há	79	-
0.10%	não há	63	-
0.20%	-30%	37	181%
0.30%	-60%	11	632%
0.50%	-110%	-39	183%
0.70%	-150%	-138	9%
1.00%	-220%	-164	34%
1.60%	-550%	-310	78%

Valores de A) e B) em % do CDI

Esse fato nos mostra que, se o valor ótimo da "Luz Vermelha" era em uma rentabilidade abaixo das menores rentabilidades (no Percentil 1%) que a simulação atingia, as maiores rentabilidades eram alcançadas quando a "Luz Vermelha" não afetava mais o comportamento do fundo - ou seja, quando estava desligada!

Em outras palavras, se, por exemplo, no nível de volatilidade 1.00% a "Luz Vermelha" no nível ótimo de rentabilidade estava em -220% do CDI, mas as menores rentabilidades se localizavam ao redor de -164%, então o algoritmo não iria nunca fazer com que a volatilidade se tornasse zero e o fundo rendesse CDI até o final do mês.

Com isso, chegamos a constatação de que, para os níveis de volatilidade maiores que 0.20%, a existência de uma estratégia que faça o fundo "zerar" a sua volatilidade nunca é ótima. Isso pode ser explicado pelo fato de que, nestes casos, a "zeragem" compulsória faz com que o fundo não

se aproveite de melhoras posteriores no mercado ou de retornos positivos que poderiam vir a acontecer.

3. Luz Amarela

A região de maior rentabilidade era sempre atingida quando a "Luz Amarela" estava entre 0% e 60% do CDI. Diferentemente do que ocorreu com a "Luz Vermelha", esta região era altamente "viável" para as rentabilidades, ou seja, a "Luz Amarela" pode ser vista como um fator decisivo para a obtenção de uma rentabilidade ótima.

Isto quer dizer que a existência da estratégia de fazer com que o fundo diminua de forma **(i) gradual** (pois não obriga o gestor a levar a zero a volatilidade do fundo de uma vez, e sim a diminuí-la uma determinada porcentagem - no nosso caso, 50%) e **(ii) não-definitiva** (pois permite que, tão logo a rentabilidade do fundo volte a patamares "seguros", sua volatilidade retorne aos padrões originais e não precise esperar até o final do mês) realmente produz melhores resultados do que a estratégia de "Luz Vermelha" ou mesmo do que nenhuma estratégia.

Esta estratégia permite que o gestor ainda tenha um certo controle sobre o fundo - mesmo que diminuído -, e possa aproveitar situações de retornos positivos ainda no mês em que baixas rentabilidades ocorreram. Além disto, é essa estratégia que requer do gerente de riscos uma postura mais ativa, pois é ele quem deve monitorar os níveis de volatilidade e determinar seu aumento ou decréscimo, de acordo com a rentabilidade acumulada.

Um outro ponto importante que também pode ser notado é que a faixa em está a Estratégia ótima, em termos de "Luz Amarela", é muiot pequena. Em outros palavras, enquanto que, ao aumentarmos os níveis de volatilidade, a "Luz Vermelha" ótima ia diminuindo cada vez mais (-110%, -150%, -220%, -550% do CDI), a "Luz Amarela" se mantinha sempre entre 0 e 60%

do CDI. Isso faz com que pensemos que a "Luz Amarela" ótima é um pouco que invariante, ou "inelástica" em relação ao nível de volatilidade do fundo.

Não conseguimos encontrar uma explicação para esse fato. Talvez ele esteja relacionado ao valor do drift (100% do CDI) e ao número de dias da simulação (21 dias úteis no mês, por exemplo), mas um estudo mais detalhado sobre isso será necessário.

As páginas seguintes mostram, para cada nível de volatilidade, todas as combinações entre "Luz Vermelha" e "Luz Amarela" e as regiões de rentabilidades maiores, conforme discutido nesta seção.

Figura 21: Rentabilidades no Percentil 90% para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.02%

Figura 22: "Soma das Diferenças" de Rentabilidade para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.02%

Figura 23: Rentabilidades no Percentil 90% para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.05%

Figura 24: "Soma das Diferenças" de Rentabilidade para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.05%

Figura 25: Rentabilidades no Percentil 90% para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.10%

Figura 26: "Soma das Diferenças" de Rentabilidade para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.10%

Figura 27: Rentabilidades no Percentil 90% para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.20%

Figura 28: "Soma das Diferenças" de Rentabilidade para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.20%

Figura 29: Rentabilidades no Percentil 90% para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.30%

Figura 30: "Soma das Diferenças" de Rentabilidade para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.30%

Figura 31: Rentabilidades no Percentil 90% para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.50%

Figura 32: "Soma das Diferenças" de Rentabilidade para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.50%

Figura 33: Rentabilidades no Percentil 90% para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.70%

Figura 34: "Soma das Diferenças" de Rentabilidade para a Simulação do Nível de Volatilidade 0.70%

Figura 35: Rentabilidades no Percentil 90% para a Simulação do Nível de Volatilidade 1.00%

Figura 36: "Soma das Diferenças" de Rentabilidade para a Simulação do Nível de Volatilidade 1.00%

Figura 37: Rentabilidades no Percentil 90% para a Simulação do Nível de Volatilidade 1.60%

Figura 38: "Soma das Diferenças" de Rentabilidade para a Simulação do Nível de Volatilidade 1.60%

IV. CONCLUSÃO

Este último capítulo do trabalho tem como objetivo reunir as principais conclusões que puderam ser obtidas de todo este processo. Nele também vamos sugerir possíveis novos desenvolvimentos, isto é, possíveis desdobramentos e novos caminhos que poderão ser estudados em trabalhos posteriores.

O foco do trabalho era estudar a influência de diversas estratégias de "Stop-Loss" na rentabilidade dos fundos de investimento, e obter uma resposta para a pergunta *"Existe uma Política de "Stop-Loss" ótima? Qual?"*

No primeiro capítulo definimos o ambiente e a importância prática do trabalho, e identificamos os agentes que interferem no processo.

No segundo capítulo definimos que o fundo seria analisado como um ativo único, e não como uma composição de diversos ativos, devido à complexidade matemática da tarefa e também devido às necessidades práticas dos gerentes de risco - aqueles que esperamos mais usem esta ferramenta. Definimos também qual seria o processo estocástico do fundo, e justificamos a escolha do processo mais simples - drift e volatilidade constantes - dada a necessidade de generalização das conclusões que estávamos buscando.

Ainda no segundo capítulo explicamos quais seriam as estratégias de "Stop-Loss" simuladas, e criamos os conceitos de "Luz Vermelha" (rentabilidade abaixo da qual o gestor deveria levar a zero a volatilidade do fundo, e assim permanecer até o final do mês) e "Luz Amarela"

(rentabilidade abaixo da qual o gestor deveria diminuir a volatilidade do fundo em 50%, e assim permanecer até que a rentabilidade retornasse a um nível seguro).

Finalmente, no terceiro capítulo discutimos os resultados obtidos nas diversas simulações.

Pudemos estabelecer três resultados imediatos:

1. Os fundos de investimento mais conservadores (de baixa volatilidade) são **indiferentes** a qualquer estratégia de "Stop-Loss", já que sua rentabilidade não é afetada pelas diferentes combinações de "Luz Vermelha" e "Luz Amarela". Isso deve ocorrer pois a "penalidade" que as estratégias de "Stop-Loss" impõem não são tão diferentes do comportamento normal desses fundos.
2. A aplicação da "Luz Vermelha", ou seja, de estratégias que são **pontuais** (zerar a volatilidade de uma só vez) e **não-reversíveis** (o fundo permanece assim até o final do mês, não importando seu nível de rentabilidade corrente nem condições de mercado) se mostrou **perdedora**. Ou seja, sempre que a "Luz Vermelha" era acionada, não era possível atingir a rentabilidade máxima do fundo. E a região de performance ótima ficava sempre em áreas onde a "Luz Vermelha" não estava mais funcionando.
3. A aplicação da "Luz Amarela" ou seja, de estratégias que são **graduais** (diminui a volatilidade em uma certa porcentagem) e **reversíveis** (o fundo permanece assim até que seu nível de rentabilidade volte a um patamar razoável, e isso pode ocorrer quantas vezes forem necessárias no decorrer do mês) se mostrou

ganhadora. Isso pois a região de rentabilidade ótima sempre ocorria quando a "Luz Amarela" estava "ligada".

Um outro importante fator que foi observado é que, nas estratégias ótimas de "Stop-Loss", sempre as séries de Rentabilidade COM PISO (ou seja, com a estratégia ligada) dominavam totalmente as séries de Rentabilidade LIVRE (com a estratégia desligada), isto é, situações onde a existência da estratégia de "Stop-Loss" fazia com que as rentabilidades resultantes fossem maiores, em qualquer percentil, do que as rentabilidades livres.

A importância disso reside no fato de que, a princípio, esperaríamos um "trade-off" entre as rentabilidades LIVRE e COM PISO, no seguinte sentido: ao evitar que, em situações de baixos retornos, a performance do fundo fosse muito negativa, o preço a ser pago deveria ser de, em situações de altos retornos, a performance do fundo não fosse tão alta quanto possível (isto é, o "freio" que funcionava durante a queda da rentabilidade também estaria funcionando quando ocorressem altas rentabilidades).

Mas isso não ocorreu; podemos dizer que encontramos, nas estratégias ótimas, rentabilidades que parecem ter "freio" na queda e "acelerador" na subida.

São necessários mais estudos para identificar porque esse tipo de comportamento foi observado, e se isso deveria mesmo ocorrer ou não. Um caminho que nos parece promissor é tentar analisar essas estratégias de "Stop-Loss" frente aos conceitos de "Alocação Dinâmica de Ativos". Esses conceitos tratam das estratégias de como balancear portfólios em diversas situações de mercado, e sob diversas premissas. Perold e Sharpe, em artigo de 1988, definem e comparam 4 diferentes tipos de estratégias ("buy-and-hold", mix constante, seguro de portfólio de proporções constantes e seguro de portfólio baseado em opções). A princípio as nossas estratégias de "Stop-

Loss" parecem próximas das estratégias de seguro de portfolio, mas, conforme dito, são necessários mais estudos para afirmar isso.

Possíveis Novos Desenvolvimentos

Durante a elaboração do trabalho, tivemos que impor uma série de restrições ao modelo, pois do contrário a complexidade do estudo aumentaria muito, e também poderíamos perder o foco nos objetivos principais.

Ao mesmo tempo, à medida em que observávamos os resultados obtidos, idéias, caminhos e dúvidas iam surgindo, mas que tinham que ser colocados de lado devido às condições de contorno (restrições de tempo e espaço, por exemplo!).

Entretanto, achamos que é importante registrar aqui possíveis melhorias no modelo que podem ser feitas no futuro, e novos caminhos que podem ser trihados iniciando-se deste ponto de partida que é a busca de uma estratégia ótima de "Stop-Loss". A seguir, enumeramos alguns desses itens.

- a) Pode-se realizar as simulações com diferentes drifts. Lembrando que no nosso modelo escolhemos um drift constante, podemos passar a usar drifts em função do tempo, seguindo o comportamento do CDI em um certo ano, ou também verificar o que acontece se temos, por algum motivo, um drift igual a zero ou até mesmo negativo.
- b) Nas estratégias de "Luz Amarela", mantivemos a proporção de diminuição de volatilidade constante em 50%. Podemos variar esse número, ou mesmo fazer com que ele seja uma função do nível corrente de rentabilidade. Dessa forma, faremos com que a diminuição de risco seja realmente gradual e contínua.
- c) O horizonte de tempo pode ser modificado. Neste trabalho, simulamos sempre a rentabilidade de um ano. Poderíamos simular

para períodos mais longos, como 5 e 10 anos por exemplo, e verificar se as conclusões se mantêm.

- d) Poderíamos tornar mais complexas as estratégias de "Stop-Loss", definindo outros pontos onde elas são ativadas, outras ações para o que acontece quando elas são ativadas, e outras maneiras de desativá-las, não só ao final do mês. Um ponto importante que deve ser analisado é o seguinte: como seria o comportamento de uma estratégia que, assim como manda **diminuir** a volatilidade (diminuir o risco) quando a rentabilidade está **abaixo** de um piso, manda **aumentar** a volatilidade (aumentar o risco) quando a rentabilidade está **acima** de um certo teto?
- e) É possível fazer essas simulações usando outros tipos de processos estocásticos, mais sofisticados do que aquele usado aqui. Como já dito, algum processo que contemple a Reversão à Média (ou dos retornos, ou da volatilidade) nos parece bastante realista. É necessário então uma análise econométrica bastante aprofundada desse caso para posterior verificação dos resultados.
- f) Um outro caminho que podemos trilhar é o de tentar entender este trabalho à luz dos conceitos da "Alocação Dinâmica de Ativos". Como já explicado anteriormente, alguns dos resultados obtidos são semelhantes aos obtidos com certas estratégias clássicas de seguro de portfólios. Como essa teoria já está bastante difundida e estudada, várias comparações podem ser feitas.

Como visto, há muita coisa que ainda pode ser feita e estudada sobre o assunto de estratégias de "Stop-Loss" e sua influência na performance de fundos de investimento. Esperamos apenas que este trabalho tenha contribuído para tornar este assunto tão importante em algo um pouco menos "empírico". Como alguém já disse, *"Uma grande jornada começa sempre com o primeiro passo"*.

BIBLIOGRAFIA

- DERMAN,E., The Great Pretender: A speculation about the imperfect science of financial modeling. *Derivatives Strategy*. January 2001
- DIMSON,E., MUSSAVIAN,M., Three Centuries of Asset Pricing. *Journal of Banking and Finance* 1999 , 23 (12) p. 1745-1769
- DIXIT,A. PINDYCK,R. *Investment Under Uncertainty*. Princeton University Press, Princeton (1994)
- FOUQUE,J.P., PAPANICOLAOU,G., SIRCAR,K.R., *Derivatives in Financial Markets with Stochastic Volatility*, Cambridge University Press, Cambridge. (2000)
- JORION,P., *Value-at-Risk: The New Benchmark for controlling Derivatives Risk*. Irwin, Nova Iorque. (1997)
- MARKOWITZ,H. Portfolio Selection, *Journal of Finance* 7 (1952) p.77-91
- MIKOSCH,T. *Elementary Stochastic Calculus with Finance in View*. World Scientific Publishing, Cingapura (1998)
- MILLER,M., The History of Finance, *The Journal of Portfolio Management* Summer 1999 (1999) p.95-101
- MORGAN GUARANTY TRUST COMPANY, *RiskMetrics Technical Document*, 4ª edição. (1996)
- OKSENDAL,B., *Stochastic Differential Equations*, Springer, Itália, 5ª edição (1998)
- RISKMETRICS, *Return to RiskMetrics: The Evolution of a Standard*. (2001)

SHARPE, W. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk, *Journal of Finance* 19 (1964) p.425-442

SHARPE, W., PEROLD, A. Dynamic Strategies for Asset Allocation, *Financial Analysts Journal* January-February (1988) p.16-27

TAYLOR, H., KARLIN, S., *An Introduction to Stochastic Modeling*. Academic Press, Nova Iorque, 3ª edição (1998)

ANEXOS

Anexo 1. Classificação dos Fundos de Investimento segundo as normas da ANBID[#]

I – FUNDOS DE INVESTIMENTO:

1. Fundos Referenciados:

1.1 Referenciados DI:

Objetiva seguir o mais próximo possível as variações do CDI/SELIC. Estes fundos enquadram-se como “referenciados”, conforme definido no artigo 2 da circular nº 2.958.

1.2 Referenciados Câmbio:

Objetiva seguir o mais próximo possível as variações da moeda norte-americana, estando também sujeitos às oscilações das taxas de juros domésticas (Brasil) sobre aquela moeda. Estes fundos enquadram-se como “referenciados”, conforme definido no artigo 2 da circular nº 2.958.

1.3 Referenciados Outros:

Busca acompanhar qualquer parâmetro de performance que não os dos mercados de câmbio (variação do dólar) ou de juros de curto prazo (CDI). Para isso, irá investir em qualquer classe de ativos com o objetivo de acompanhar as variações do parâmetro de performance escolhido.

OBS: Para efeito desta classificação ANBID, esta classe de fundos deve incluir os produtos que têm como objetivo explícito reproduzir as variações de algum parâmetro de performance também explicitado (por exemplo, IGPM + 12, etc.). Reparem que o objetivo não é superar o parâmetro e sim reproduzi-lo o mais fielmente possível.

2. Fundos de Renda Fixa:

[#] Texto extraído da Circular 05/01, “Reclassificação da Indústria de Fundos”, editada pela ANBID em 6 de abril de 2001.

2.1 Renda Fixa:

Busca retorno através de investimentos em ativos de renda fixa⁽¹⁾, excluindo-se estratégias que impliquem em risco de índices de preço, de moeda estrangeira ou de renda variável (ações, etc.). Estes fundos enquadram-se como “não referenciados”, conforme definido no artigo 4 da circular 2958. Apesar de todos os fundos classificados nesta categoria enquadrarem-se como “não referenciados”, nem todos os “não referenciados” podem ser enquadrados na categoria de “renda fixa”, sendo esta mais restritiva no que se refere à política de investimento do fundo.

Ex.: Entre outros, nesta categoria são vedados quaisquer investimentos que impliquem em risco de renda variável (ações), de índice de preço (IGPM, etc.) e de dólar. Incluem-se nesta categoria, por exemplo, os tradicionais fundos de renda fixa com risco de taxa de juros (prefixados), com ativos de baixo risco de crédito e sem alavancagem⁽²⁾.

2.2 Renda Fixa Crédito:

Busca retorno no mercado de juros doméstico, investindo em títulos de renda fixa de qualquer espectro de risco de crédito, excluindo-se estratégias que impliquem em risco de índices de preço, de moeda estrangeira ou de renda variável (ações, etc.), não sendo admitida alavancagem da carteira. Estes fundos não se enquadram nos artigos 2 e 4 da circular 2958.

Ex: Diferencia-se do 2.1 apenas pela possibilidade de investimentos com risco de crédito “não baixo” acima do limite previsto na legislação dos “não referenciados”.

2.3 Renda Fixa Multi-índices:

Busca retorno através de investimentos em ativos de renda fixa de qualquer espectro de risco de crédito, incluindo-se estratégias que impliquem em risco de índices de preço, excluindo-se porém investimentos que impliquem em risco de oscilações de moeda estrangeira e de renda variável (ações, etc.). Estes fundos não se enquadram nos artigos 2 e 4 da circular nº 2958.

Ex: Nesta categoria são vedados quaisquer investimentos que impliquem em risco de renda variável (ações) e de dólar. Entre outros, incluem-se nesta categoria os fundos de renda fixa com risco de indexadores (fundos IGPM, etc.), sem alavancagem.

2.4. Renda Fixa Alavancados:

Busca retorno através de investimentos em ativos de renda fixa de qualquer espectro de risco de crédito, incluindo-se estratégias que impliquem em risco de índices de preço, excluindo-se porém investimentos que impliquem em risco de oscilações de moeda estrangeira e de renda variável (ações, etc.).

⁽¹⁾ Também podem ser incluídos títulos sintetizados através do uso de derivativos.

⁽²⁾ Um fundo é considerado alavancado sempre que existir possibilidade (diferente de zero) de perda superior ao patrimônio do fundo, desconsiderando-se casos de *default* nos ativos do fundo.

Estes fundos podem inclusive realizar operações que impliquem em alavancagem do patrimônio.

OBS.: Diferencia-se do 2.3 apenas pela possibilidade de fazer alavancagem.

3. Fundos Balanceados:

Classificam-se neste segmento os fundos regulamentados pelo BACEN ou pela CVM que busquem retorno no longo prazo através de investimento em diversas classes de ativos (renda fixa, ações, câmbio, por exemplo). Estes fundos procuram agregar valor utilizando uma estratégia de investimento diversificado e através de deslocamentos táticos entre as classes de ativos ou estratégia explícita de rebalanceamento de curto prazo, não se utilizando de alavancagem. Estes fundos devem ter explicitado o mix de ativos com o qual devem ser comparados (asset allocation benchmark) ou intervalos de alocação predefinidos entre as diversas classes de ativos. Sendo assim, esses fundos não podem ser comparados a indicador de desempenho que reflita apenas uma classe de ativos (por exemplo: 100% CDI).

4. Fundos Multimercados:

4.1. Sem alavancagem, sem renda variável:

Classificam-se neste segmento os fundos regulamentados pelo BACEN que busquem retorno no longo prazo através de investimento em diversas classes de ativos exceto renda variável (ações, etc.). Estes fundos procuram agregar valor utilizando uma estratégia de investimento diversificado, não se utilizando de alavancagem.

4.2. Sem alavancagem, com renda variável:

Classificam-se neste segmento os fundos regulamentados pelo BACEN ou pela CVM que busquem retorno no longo prazo através de investimento em diversas classes de ativos (renda fixa, câmbio, por exemplo) incluindo renda variável (ações, etc.). Estes fundos procuram agregar valor utilizando uma estratégia de investimento diversificado e não se utilizam de alavancagem. Estes fundos não têm explicitado o mix de ativos com o qual devem ser comparados (asset allocation benchmark) e podem, inclusive, serem comparados a parâmetro de desempenho que reflita apenas uma classe de ativos (por exemplo: 100% CDI).

4.3. Com alavancagem, sem renda variável:

Classificam-se neste segmento os fundos regulamentados pelo BACEN que busquem retorno no longo prazo através de investimento em diversas classes de ativos exceto renda variável (ações, etc.). Estes fundos procuram agregar valor utilizando uma estratégia de investimento diversificado, podendo inclusive se utilizar de alavancagem.

4.4. Com alavancagem, com renda variável:

Classificam-se neste segmento os fundos regulamentados pelo BACEN ou pela CVM que busquem retorno no longo prazo através de investimento em

diversas classes de ativos (renda fixa, câmbio, por exemplo) incluindo renda variável (ações, etc.). Estes fundos procuram agregar valor utilizando uma estratégia de investimento diversificado, podendo também se utilizar de estratégias que impliquem em alavancagem dos recursos.

5. Fundos Capital Protegido:

Busca retornos em mercados de risco procurando proteger parcial ou totalmente o capital.

6. Fundos de Investimento no Exterior (FIEEX):

São fundos que têm como objetivo investir preponderantemente em títulos representativos da dívida externa de responsabilidade da União.

7. Fundos de Ações:

7.1 Fundos de Ações Indexados:

7.1.1 IBOVESPA:

São fundos regulamentados pelo BACEN ou pela CVM, cujo objetivo de investimento é replicar o comportamento do IBOVESPA.

7.1.2 IBX:

São fundos regulamentados pelo BACEN ou pela CVM, cujo objetivo de investimento é replicar o comportamento do IBX.

7.2 Fundos de Ações Ativos:

7.2.1 IBOVESPA:

São fundos regulamentados pelo BACEN ou pela CVM, que possuem estratégia explícita de superar o IBOVESPA.

7.2.2 IBOVESPA com alavancagem:

São fundos regulamentados pelo BACEN ou pela CVM, que possuem estratégia explícita de superar o IBOVESPA. Esses fundos podem realizar operações que impliquem em alavancagem do patrimônio.

7.2.3 IBX:

São fundos regulamentados pelo BACEN ou pela CVM, que possuem estratégia explícita de superar o IBX.

7.2.4 IBX com alavancagem:

São fundos regulamentados pelo BACEN ou pela CVM, que possuem estratégia explícita de superar o IBX. Esses fundos podem realizar operações que impliquem em alavancagem do patrimônio.

7.2.5 IBA:

São fundos regulamentados pelo BACEN ou pela CVM, que possuem estratégia explícita de superar o IBA, não admite alavancagem.

7.3 Fundos de Ações Setoriais:

7.3.1 Telecomunicações:

São fundos regulamentados pelo BACEN ou pela CVM, cuja estratégia é investir em ações do setor de telecomunicações.

7.3.2 Energia:

São fundos regulamentados pelo BACEN ou pela CVM, cuja estratégia é investir em ações do setor de energia.

7.4 Fundos de Ações Outros:

7.4.1 Sem alavancagem:

Classificam-se neste segmento os fundos de ações abertos que não se enquadrem em nenhum dos segmentos anteriores (7.1, 7.2, 7.3 e seus subsegmentos).

7.4.2 Com alavancagem:

Classificam-se neste segmento os fundos de ações abertos que não se enquadrem em nenhum dos segmentos anteriores (7.1, 7.2, 7.3 e seus subsegmentos). Esses fundos podem realizar operações que impliquem em alavancagem do patrimônio.

7.5 Fundos de Ações Fechados

8. Fundos de Investimento Imobiliário

II. FUNDOS MÚTUOS DE PRIVATIZAÇÃO

III – FUNDOS OFF SHORE:

Será mantida a antiga classificação: renda fixa, renda variável e misto

IV – FUNDOS DE PREVIDÊNCIA

Nesta categoria incluem-se os FAPI's e PGBL's. Será utilizada a classificação específica destes fundos.

Anexo 2. Cálculo da Média e Variância para uma Equação de Difusão com Reversão à Média

Queremos resolver a seguinte equação:

$$d\sigma_t = \alpha(\bar{\sigma} - \sigma_t)dt + \delta dZ_t \quad (1)$$

Definindo uma variável auxiliar Q para nos ajudar na integração, e fazendo

$$\begin{aligned} \sigma_t &= Q_t \cdot e^{-\alpha t} + \bar{\sigma} \\ Q_t &= (\sigma_t - \bar{\sigma}) \cdot e^{\alpha t} \end{aligned} \quad (2)$$

Usando o Lema de Ito, temos

$$\begin{aligned} d\sigma_t &\stackrel{\text{Ito}}{=} -\alpha \cdot Q_t \cdot e^{-\alpha t} dt + e^{-\alpha t} dQ_t \\ &= \alpha(\bar{\sigma} - \sigma_t)dt + e^{-\alpha t} dQ_t \end{aligned} \quad (3)$$

Igualando (1) e (3) vem

$$\begin{aligned}
 \alpha(\bar{\sigma} - \sigma_t)dt + \delta dZ_t &= \alpha(\bar{\sigma} - \sigma_t)dt + e^{-\alpha t} dQ_t \\
 \delta dZ_t &= e^{-\alpha t} dQ_t \\
 dQ_t &= \delta \cdot e^{\alpha t} dZ_t \\
 \int_0^T dQ_t &= \int_0^T \delta \cdot e^{\alpha t} dZ_t \\
 Q_T - Q_0 &= \delta \int_0^T e^{\alpha t} dZ_t \\
 Q_T &= Q_0 + \delta \int_0^T e^{\alpha t} dZ_t
 \end{aligned} \tag{4}$$

Usando a equação (2) no segundo membro, podemos fazer

$$Q_T = (\sigma_0 - \bar{\sigma}) + \delta \int_0^T e^{\alpha t} dZ_t \tag{5}$$

Usando novamente a equação (2), agora no primeiro membro, vem

$$(\sigma_T - \bar{\sigma}) \cdot e^{\alpha T} = (\sigma_0 - \bar{\sigma}) + \delta \int_0^T e^{\alpha t} dZ_t \tag{6}$$

Rearranjando os termos, temos finalmente

$$\sigma_T = \bar{\sigma} + (\sigma_0 - \bar{\sigma}) \cdot e^{-\alpha T} + \delta \int_0^T e^{\alpha(t-T)} dZ_t \tag{7}$$

A média do processo é dada por

$$\begin{aligned}
 E[\sigma_t] &= E \left[\bar{\sigma} + (\sigma_0 - \bar{\sigma}) \cdot e^{-\alpha T} + \delta \int_0^T e^{\alpha(t-T)} dZ_t \right] \\
 E[\sigma_t] &= \bar{\sigma} + (\sigma_0 - \bar{\sigma}) \cdot e^{-\alpha T}
 \end{aligned} \tag{8}$$

E a variância por

$$\begin{aligned} V[\sigma_t] &= E\left[(\sigma_T - E[\sigma_T])^2\right] \\ &= E\left[\delta \int_0^T e^{\alpha(t-T)} dZ_t\right]^2 \\ &= \delta^2 \cdot e^{-2\alpha T} \int_0^T e^{2\alpha t} dt \\ &= \delta^2 \cdot e^{-2\alpha T} \frac{1}{2\alpha} (e^{2\alpha T} - 1) \\ &= \frac{\delta^2 (1 - e^{-2\alpha T})}{2\alpha} \end{aligned} \tag{9}$$