

RAPHAEL CALIL DE SOUZA

**Modelo de gerenciamento de risco de liquidez em fundos
multimercados e de ações**

Trabalho apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para a conclusão do curso de MBA em
Engenharia Financeira

Área de Concentração: Engenharia
Financeira

Orientador: Prof. Dr. Alexandre de Oliveira

São Paulo
2013

FICHA CATALOGRÁFICA

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao prof. Alexandre de Oliveira pelos conhecimentos transmitidos, assim como à todos os outros professores do MBA em engenharia financeira da Poli-USP.

Agradeço também aos meus familiares e a minha namorada Caroline Baito pelo apoio na realização deste trabalho.

RESUMO

Diversos episódios na história do mundo moderno mostraram o quão relevante é a análise correta e profunda do risco de liquidez. Nos dias atuais, instituições dos mais diversos tipos realizam investimentos massivos em tecnologia e em profissionais, buscando o maior controle possível sobre esta variável. Este trabalho tem como foco o mercado brasileiro, onde a relativa baixa liquidez no mercado de ações e os impactos desta para os gestores de fundos de investimento se mostram relevantes. Este trabalho visa apresentar uma proposta de modelagem para o risco de liquidez deste tipo de ativo, utilizando para o estudo de caso um fundo multimercado. Apesar de diminuta se comparada à outros mercados, a indústria de fundos de investimento dedicados à ações no Brasil atualmente responde por cerca de 9% do total de ativos desta indústria, com patrimônio líquido estimado em R\$ 250 bilhões em Outubro de 2013.

Este trabalho foi organizado de forma que, inicialmente, serão apresentados os principais conceitos teóricos necessários para o entendimento da modelagem proposta. Serão apresentados desde conceitos básicos, como o de variáveis aleatórias, distribuições de probabilidades e processos estocásticos, assim como conceitos mais complexos, como o da modelagem clássica de ruína utilizada em seguradoras.

Por fim, será apresentada uma conclusão à respeito da eficácia deste tipo de modelagem, uma vez que a mesma considera uma série de premissas pouco constatáveis no dia-a-dia da gestão de fundos de investimento em ações. Uma das premissas básicas passa pela independência dos resgates realizados, que é recorrentemente refutada pelos gestores deste tipo de produto. A não independência dos resgates decorre do conhecido "efeito manada", que pode ser explicado simplesmente como o efeito gerado nos clientes ainda cotistas do fundo investido que se sentem desconfortáveis em ter seus investimentos nas ações presentes no portfólio do fundo apresentando um acréscimo de concentração.

Palavras-chave: Ações, Fundos de Investimento, Liquidez, Ruína, Risco Sistêmico.

ABSTRACT

Several episodes in modern history showed the world how relevant the correct and deep measurement of liquidity risk can be. Currently, all sorts of firms make substantial investments in technology and specialized teams in order to have strong controls over its liquidity metrics, considering that this variable is the main component of the so called systemic risk of capital markets.

The focus of this paper is the Brazilian equities market, where the low liquidity for most stocks poses a major challenge to fund managers. A model for liquidity control on funds that hold mostly equities will be presented, using a specific hedge fund as a case study. Although small if compared to other fund industries, equities funds and hedge funds total to about 9% of the Brazilian funds industry, with net AUM at about R\$ 250 billion as of October 2013.

Initially, this paper will present the necessary theoretical concepts for the understanding of the model, such as, random variables, probability distributions, stochastic processes and the classic modeling of the ruin theory (used by insurance companies). After presenting the concepts behind the modeling, a conclusion regarding the accuracy of that kind of modeling will be present, paying some special attention to the basic assumptions of the model. As most theoretical models, some assumptions might not be applicable to the daily basis of hedge fund managers. For example, the independence of redemptions in the Brazilian fund market is strongly questionable, as it is a highly concentrated industry in terms of decision makers in investments. Once one of the decision makers decide to cash out from a fund, it is easily noticeable the bias of other decision makers to do the same thing.

Equities: Stocks, Equities, Investment Funds, Hedge Funds, Liquidity, Ruin, Systemic Risk.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico de Spread entre o Bid-Ask dadas as quantidades transacionadas	15
Figura 2: Concentração do Mercado: Participação sobre o valor negociado à vista (Lote-padrão) - em %.....	18
Figura 3: Quantidade de empresas listadas (desde 2000).....	18
Figura 4: Distribuição de probabilidades	23
Figura 5: Portfólio do fundo - divisão por ativo em % do patrimônio líquido.....	33
Figura 6: Capacidade de geração de caixa - % do patrimônio líquido	34
Figura 7: Liquidez das ações - em dias úteis para zeragem	35
Figura 8: Resgate bruto diário empírico - em % do patrimônio líquido.....	38
Figura 9: <i>Fit</i> de distribuição de probabilidades - Teóricas x Empírico	39
Figura 10: <i>Tabela de p-valores para testes de hipótese</i>	40
Figura 11: <i>Trajetórias simuladas para disponibilidade de caixa em 10 dias úteis</i> <i>(Lognormal, 255 simulações, um cenário)</i>	42
Figura 12: <i>Trajetórias simuladas para 63 dias úteis (Lognormal, 255 simulações)</i> ..	42
Figura 13: <i>Disponibilidade de caixa em 50 cenários de 10.000 simulações (10 dias</i> <i>úteis)</i>	43

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
1. INTRODUÇÃO	9
1.1 Objetivo	9
1.2 Motivação	9
1.3 Metodologia	11
1.4 Estrutura	11
2. REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1 Risco de Liquidez	12
2.2 Liquidez no mercado brasileiro de ações	17
3. DESENVOLVIMENTO TEÓRICO	20
3.1 Conceitos fundamentais	20
3.1.1 Variáveis aleatórias	20
3.1.2 Processos estocásticos	25
3.1.3 Simulação de Monte Carlo	26
3.2 Modelo de Ruína	27
3.2.1 Modelo de Ruína à tempo contínuo	27
3.2.2 Modelo de Ruína à tempo discreto	29
4. ESTUDO DE CASO	31
4.1 Características do Fundo	31
4.2 Estudo do Ativo	33
4.3 Estudo do Passivo	37
4.4 Ajustes das distribuições	39
4.5 Monte Carlo - Ativo e Passivo	40
5. CONCLUSÃO	45
BIBLIOGRAFIA	47

Capítulo 1

1. Introdução

1.1 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo apresentar um embasamento teórico sobre a probabilidade de ruína de um fundo de investimento brasileiro, regulamentado pela instrução CVM 409¹, composto em sua totalidade por ações listadas na bolsa de valores de São Paulo (Bovespa). Será definida como ruína, a impossibilidade de o gestor do fundo de investimento vender seus ativos a preços correntes e em quantidade suficiente, de forma a honrar os resgates solicitados por seus quotistas no prazo de resgate determinado em seu regulamento.

1.2 Motivação

Entende-se como relevante a necessidade de se acompanhar de forma detalhada as condições de liquidez dos fundos de ações no Brasil, visto que a realidade atual do mercado de ações local apresenta liquidez limitada em seus ativos e pode representar um risco relevante para seus investidores.

A mensuração adequada do risco de liquidez se apresenta como fator preponderante nas decisões de investimento dos agentes e é parte importante na mensuração do risco sistêmico do mercado de capitais brasileiro. Apesar do acompanhamento realizado pela CVM (Comissão de Valores Mobiliários), diversos casos de fechamento de fundos por falta de liquidez já foram observados na história recente.

Um dos casos recentes mais notoriamente comentados entre os agentes financeiros foi o fechamento para aplicações e resgates dos fundos de ações da GWI Asset Management. Em matéria veiculada no mês de Agosto de 2011, o site EXAME.com [1] publicou que "A BNY Mellon Serviços Financeiros anunciou hoje em comunicado enviado à Comissão de Valores Mobiliários (CVM) que 9 fundos da

¹ A instrução CVM N. 409, de 18 de agosto de 2004 dispõe sobre a constituição, a administração, o funcionamento e a divulgação de informações dos fundos de investimento.

gestora foram fechados para aplicações e resgates. Segundo a BNY, o fundo Private Investimento no Exterior “apresentou perdas sucessivas na sua carteira decorrentes da recente volatilidade dos mercados globais, exposição no mercado de derivativos e concentração significativa em ativos de poucos emissores”.

Em outro documento, a empresa de serviços financeiros anunciou o fechamento de outros 8 fundos para realização de aplicações e resgates e convocou os seus acionistas para uma assembleia geral extraordinária. A GWI não quis comentar o assunto."

O caso acima representa uma situação de iliquidez dos ativos componentes da carteira. Conforme citado, o gestor apresentava elevada concentração de seus ativos em poucos emissores.

Dentre os casos de risco de liquidez originado pelo passivo do fundo (seus cotistas) pode ser citado o caso abaixo, da Aster Asset Management. De acordo com matéria veiculada pelo site do VALOR ECONÔMICO [2], "O Aster Referenciado IGP-M Crédito Privado, gerenciado pela carioca Aster Asset Management, suspendeu os saques na segunda-feira. Segundo fato relevante da BNY Mellon Serviços Financeiros, que atua como administradora, o fechamento do fundo foi "em decorrência de pedido de resgate incompatível com a liquidez dos ativos componentes de sua carteira.". Ainda de acordo com a matéria, um cotista único que detinha mais de 50% das cotas do fundo de investimento solicitou resgate total de seus investimentos, gerando problemas para o gestor fazer a geração de caixa necessária para honrar os resgates. A carteira do fundo era preponderantemente composta de debêntures, CCBs (cédulas de crédito bancário) e CRI (certificado de recebíveis imobiliários).

1.3 Metodologia

A metodologia principal de estudo de risco escolhida foi a de probabilidade de ruína, a partir de uma modelagem clássica utilizada em seguradoras. De acordo com Sobrinho & Lopes [3], define-se como ruína a situação em que o reserva de capital de uma dada instituição em um dado momento no tempo não é capaz de pagar as indenizações de seus segurados.

Ao traçarmos o paralelo com um fundo de investimento para nosso estudo, iremos considerar que para um modelo de gerenciamento de risco de liquidez, um evento de ruína pode ser determinado como a situação em que em um ciclo de resgates (número de dias para pagamento de resgate presente no regulamento do referido fundo) o gestor não consegue vender ativos o suficiente para cumprir com todos os pedidos de resgate, ou simplesmente, que seu passivo fique maior que seu ativo.

1.4 Estrutura

Este trabalho irá apresentar inicialmente uma revisão da literatura sobre o tema, tratando inicialmente da definição conceitual de risco de liquidez e sua aplicabilidade a indústria de fundos, de uma rápida discussão sobre o mercado acionário brasileiro e a indústria de fundos de ações, e finalmente, sobre os aspectos teóricos referentes a modelagem proposta. Em seguida, serão apresentados os principais resultados obtidos a partir da implementação da modelagem em um estudo de caso. Por fim, no ultimo capítulo serão apresentadas as conclusões do trabalho, assim como alternativas para incrementar-se a liquidez no mercado acionário local.

Capítulo 2

2. Revisão da Literatura

2.1 Risco de Liquidez

A Comissão de Valores Mobiliários (“CVM”), em suas diretrizes para detentores de cotas de fundos de investimento regulamentados pela instrução CVM nº 409/2004 (“ICVM 409”), define o risco de liquidez dos ativos como sendo:

[...] No caso dos ativos, o risco de liquidez consiste na eventual dificuldade que o administrador possa encontrar para vender os ativos que compõem a carteira do fundo, ficando impossibilitado de atender aos pedidos de resgate do investimento [...]

Adicionalmente, a CVM divulgou em 2012 a instrução CVM nº 522/2012 (“ICVM 522”), que alterou a instrução CVM nº 409/2004 (“ICVM 409”), incluindo o artigo 65-B intitulado de “Gerenciamento do Risco de Liquidez”. Abaixo os principais pontos tratados no artigo, transcritos diretamente da instrução:

“Art. 65–B. O administrador deve adotar as políticas, práticas e controles internos necessários para que a liquidez da carteira do fundo seja compatível com:

- I – os prazos previstos no regulamento para pagamento dos pedidos de resgate; e*
- II – o cumprimento das obrigações do fundo.*

§1º As políticas, práticas e controles internos de que trata o caput devem levar em conta, no mínimo:

- I – a liquidez dos diferentes ativos financeiros do fundo;*
- II – as obrigações do fundo, incluindo depósitos de margem esperados e outras garantias;*
- III – os valores de resgate esperados em condições ordinárias, calculados com critérios estatísticos consistentes e verificáveis; e*
- IV – o grau de dispersão da propriedade das cotas.*

§2º O administrador deve submeter a carteira do fundo a testes de estresse periódicos com cenários que levem em consideração, no mínimo, as movimentações do passivo, liquidez dos ativos, obrigações e a cotização do fundo.

§3º A periodicidade de que trata o § 2º deste artigo deve ser adequada às características do fundo, às variações históricas dos cenários eleitos para o teste, e às condições de mercado vigentes.

§4º Os critérios utilizados na elaboração das políticas, práticas e controles internos de liquidez, inclusive em cenários de estresse, devem ser consistentes e passíveis de verificação.

§5º Caso o fundo invista em cotas de outros fundos de investimento, o administrador deve diligentemente avaliar a liquidez do fundo investido, considerando, no mínimo:

I – o volume investido;

II – as regras de pagamento de resgate do fundo investido; e

III – os sistemas e ferramentas de gestão de liquidez utilizados pelo administrador e gestor do fundo investido.

§ 6º As disposições deste artigo não se aplicam aos fundos fechados.”

Conforme observado no artigo 65-B, as políticas, práticas e controles referentes ao risco de liquidez dos fundos de investimentos são implementados de acordo com as regras internas de cada instituição, e desta forma, abrindo precedentes para diferentes escolhas de premissas dos modelos. Vale ressaltar especialmente o item III, que especifica que “*III – os valores de resgate esperados em condições ordinárias, calculados com critérios estatísticos consistentes e verificáveis*”. Parte importante da modelagem apresentada neste trabalho focará exatamente em tentar estimar, de acordo com diferentes distribuições de probabilidade, os valores prováveis de resgate em um dado fundo.

Da mesma forma, Jorion [4] define o risco de liquidez como sendo um risco que tem como principal origem o passivo de um dado portfólio. Isto pode ser definido como o risco de que investidores, ou então financiadores, demandem seus respectivos capitais. Desta forma, a chamada de capital pode gerar a necessidade de liquidação dos ativos do portfólio, levando assim a perdas oriundas da chamada “venda forçada”, que em geral, ocorre a preços significativamente abaixo dos utilizados na marcação a mercado do portfólio. Jorion ainda define as principais fontes de risco de liquidez, como sendo:

1. Tamanho da posição (risco do ativo): o tamanho de posição em relação a quantidade e volume de negociações do ativo no respectivo mercado pode levar o gestor do portfólio a necessitar de um numero significativo de dias para liquidação de sua posição
2. Impacto de preço por unidade negociada (risco do ativo): dadas as condições de iliquidez do ativo e necessidade de liquidação, o gestor pode ter que vender seus ativos a um preço reduzido para que consiga obter o caixa necessário para honrar seus pagamentos.
3. Financiamento (risco de passivo): dadas as condições de mercado e as características de financiamento de um dado portfólio, o financiador pode a qualquer momento realizar a chamada de seu capital. Isto pode ocorrer em uma situação em que o gestor do portfólio não tenha caixa suficiente para honrar esta chamada de capital, e da mesma forma que as anteriores, levar a uma liquidação de ativos.
4. Risco de marcação-a-mercado ou *haircuts* (risco de passivo): em situações de stress de mercado os corretores de um dado portfólio podem a qualquer momento aumentar sua exigibilidade de margem, sendo por uma queda no valor a mercado do ativo depositado em garantia, sendo pelo aumento do *haircut* imposto sobre depósitos de margem. O *haircut* pode ser definido como a diferença entre o valor concedido como *funding* pelo financiador e o valor efetivamente depositado em margem.
5. Resgates por investidores (risco de passivo): este risco origina-se na possibilidade de em um dado momento um portfólio ter mais resgates do que sua capacidade de geração de caixa dentro do seu prazo de pagamento de resgates. Assim como nas alternativas anteriores, a venda forçada dos ativos pode gerar perdas expressivas para os investidores.

Conforme indicado nos itens anteriores, Jorion propõe que o risco de liquidez seja dividido em dois tipos, sendo o primeiro o "*Funding Liquidity Risk*", ou o risco de passivo, sendo este tipo definido como o risco de o gestor ou administrador de um dado portfólio não conseguir manter suas fontes de financiamento, dados os movimentos de resgate de clientes ou problemas com o próprio financiador,

resultando na necessidade de venda forçada de ativos para geração de caixa. O segundo, como sendo o "*Asset Liquidity Risk*", ou o *risco de ativo*, este surge quando da necessidade de liquidação de ativos de forma forçada pelo gestor ou administrador, criando assim condições desfavoráveis em termos de preços de mercado, podendo gerar perdas expressivas para ambas partes. O gráfico 1.1 abaixo, representa os impactos de preço ocasionados por aumentos do volume negociado:

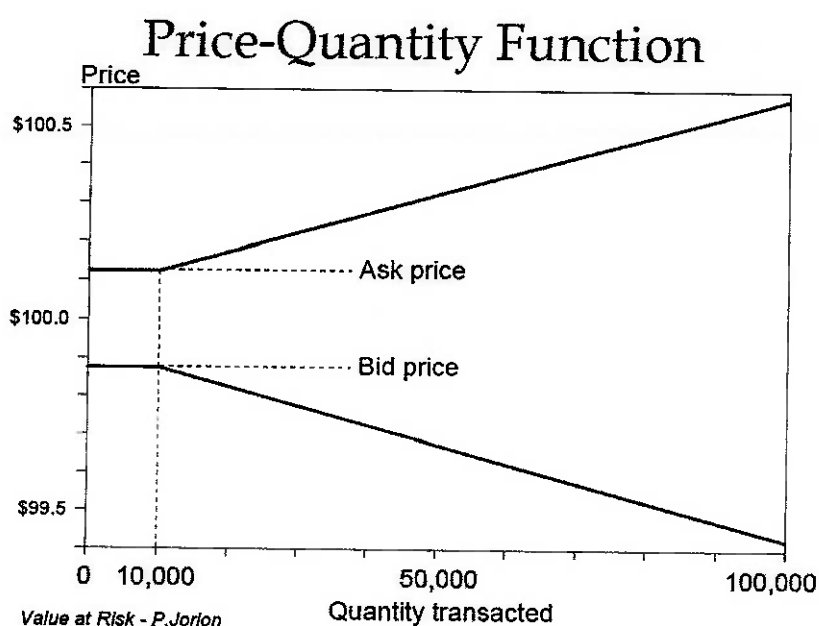


Figura 1: Gráfico de Spread entre o Bid-Ask dadas as quantidades transacionadas

Segundo Jorion, apesar de a relação acima ser tratada como linear, o formato da relação entre spread e quantidade pode variar significativamente entre ativos diferentes, e inclusive, ao passar do tempo. Desta forma, no gráfico acima, a inclinação das curvas pode ser considerada como o impacto no respectivo mercado do aumento na negociação. Se em um dado dia o gestor do portfólio precisasse liquidar 100,000 quantidades do ativo em questão, o impacto estimado no preço de mercado seria de uma queda de \$100.00 para \$ 99.4, o que traria uma perda esperada de cerca de 60 pontos base para o portfólio. Ainda segundo Jorion, é importante ressaltar que, além de variar entre as mais diversas classes de ativos e ao longo do tempo, o risco de liquidez possui uma componente importante de risco sistêmico, que é aquele que advém das condições gerais dos mercados. Isto ocorre

por que, em momentos de crise, as restrições de liquidez dos mercados tendem a se exacerbar. Podem ser citadas, por exemplo, a crise de liquidez no mercado de títulos públicos no verão de 1998, onde a incerteza causada pela crise da Rússia e o aumento na quantidade de *defaults* levou a um movimento conhecido como “*flight to quality*”, onde ocorre a fuga de capitais de títulos de maior risco para títulos de países considerados seguros (*treasuries* americanas, por exemplo). Desta forma, nestes momentos, ocorre uma redução expressiva de liquidez e abertura expressiva de *spreads* nos mais diversos mercados.

Uma última definição de risco de liquidez advém dos diversos aspectos relativos a sua mensuração, e a forma de fazê-lo. O BIS [5] em seu relatório sobre liquidez de mercado divide o risco de liquidez em três diferentes partes quanto a sua característica, sendo estas:

1. *Tightness* (“Firmeza”) – similar ao conceito exposto no gráfico 1.1, referindo-se aos custos de transação impostos pela liquidação de uma posição a preços diferentes do preço médio de mercado. Em termos práticos, a “firmeza” se refere ao tamanho do *spread* pago para se entrar ou sair de uma dada posição.
2. *Depth* (“Profundidade”) – esta medida representa a quantidade de negócios que podem ser realizados em um dado mercado sem que se afete os preços vigentes. Em termos práticos, este conceito representa a efetiva liquidez/illiquidez do ativo e também pode ser observado através do *bid/ask spread*, uma vez que, ativos mais sensíveis aos volumes negociados, deverão apresentar *spreads* mais “largos”.
3. *Resilience* (“Resiliência”) – este conceito representa a capacidade de um dado ativo de absorver choques das mais diversas naturezas, isto é, de após uma mudança de preço retomar seu preço de negociação anterior. Este conceito é importante para a gestão do risco de liquidez, uma vez que, a velocidade de reação de ativo pode ser considerada como uma função de sua liquidez.

2.2 Liquidez no mercado brasileiro de ações

De acordo com Correia & Amaral [6], os principais aspectos que determinam a liquidez de uma dada ação passam por nível de governança corporativa, presença em bolsas de valores de outros países e características específicas de cada empresa, como rentabilidade, alavancagem e liquidez de seus ativos.

Outro fator relevante está na composição da base de acionistas de uma dada companhia, uma vez que, para uma série de investidores a manutenção de um dado ativo por um período relevante (gerando iliquidez) em seu portfólio pode ser a estratégia mais adequada. Um exemplo claro deste tipo de situação pode ser encontrado nos investimentos realizados por fundos de pensão brasileiros, que por terem o comprometimento de manter parte significativa de seus investimentos em ativos de bolsa, acabam por manter suas posições por um horizonte relevante de tempo. Apesar de entender que investimentos em ações devem ser sempre realizados com perspectiva de longo prazo, estes fatores impactam a liquidez dos ativos. Ainda sobre a base de acionistas, a bolsa brasileira ainda possui um volume baixo de investidores do tipo “pessoa física” em seu dia-a-dia, assim como os próprios fundos de investimento estão pouco presentes neste mercado. Atualmente, de acordo com relatório periódico da ANBIMA [7] somente 9% da indústria de fundos brasileira é composta por fundos de investimento de ações, ao passo que, por exemplo, no mercado americano, este número situa-se em aproximadamente 50% [8].

Outro ponto importante sobre liquidez no mercado de ações brasileiro advém do reduzido número de alternativas de investimento, uma vez que atualmente, temos no Brasil somente cerca de 353 empresas listadas em bolsa de valores, de acordo com dados do Banco Mundial [9] ao final de 2012. Vale ressaltar que destas, somente uma parte reduzida possuem liquidez adequada de acordo com os conceitos apresentados acima. A tabela abaixo mostra a elevada concentração do mercado brasileiro de ações.

Concentração	Novembro/2012	Novembro/2013
A maior	9,8	9,9
5 maiores	28,9	32,3
10 maiores	41,1	43,6
20 maiores	57,2	57,9
30 maiores	67,0	67,2
40 maiores	74,3	74,2
50 maiores	79,7	79,8
60 maiores	84,0	84,3
70 maiores	87,4	87,7
80 maiores	90,3	90,5
90 maiores	92,6	92,7
100 maiores	94,5	94,5

Figura 2: Concentração do Mercado: Participação sobre o valor negociado à vista (Lote-padrão) - em %

Fonte: BM&F Bovespa [10]

Adicionalmente, ainda de acordo com o Banco Mundial, é possível observar uma expressiva redução de empresas listadas no Brasil nos últimos anos. A tabela abaixo mostra um paralelo entre o Brasil e os dez países com maior quantidade de empresas listadas desde o ano 2000.

País	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
India	5937	5795	5650	5644	4730	4763	4796	4887	4921	4955	4987	5112	5191
United States	7524	6355	5685	5295	5231	5143	5133	5130	5603	4401	4279	4171	4102
Canada	1418	1299	3756	3578	3597	3721	3790	3881	3839	3761	3805	3932	3876
Japan	2561	2471	3058	3116	3220	3279	3362	3844	3299	3208	3553	3961	3470
Spain	1019	1458	2986	3223	3272	3300	3339	3498	3536	3435	3310	3241	3167
China	1086	1160	1235	1296	1384	1387	1440	1530	1604	1700	2063	2342	2494
United Kingdom	1904	1923	2405	2311	2486	2759	2913	2588	2584	2179	2056	2001	2179
Australia	1330	1334	1355	1405	1515	1643	1751	1913	1924	1882	1913	1922	1959
Korea, Rep.	1308	1409	1518	1563	1573	1620	1694	1767	1789	1778	1781	1792	1767
Serbia	6	7	99	342	404	864	1111	1771		1750	1569	1322	1086
Malaysia	795	809	865	897	962	1020	1027	1036	977	960	957	941	921
Brazil	459	428	399	367	357	381	392	442	432	377	373	366	353

Figura 3: Quantidade de empresas listadas (desde 2000)

Fonte: The World Bank [9]

Desta forma, parte importante do estudo de liquidez envolve entender a dinâmica própria de cada mercado. Este trabalho irá buscar da melhor forma possível modelar a dinâmica para gestores de fundo de investimento que utilizam

predominantemente ações em sua carteira, em um mercado ainda em desenvolvimento.

Estudos detalhados de risco de liquidez tem sido realizados na história recente no Brasil, em especial para o mercado de fundos de crédito. Isto ocorre por que, além de desta classe de fundo apresentar diversos casos de fechamento de para resgate, as características intrínsecas de liquidez deste tipo de ativo se apresentam como relevantes no mercado brasileiro. É notória a baixa liquidez no mercado de títulos corporativos (debêntures), e mais importante, grande parte destes fundos de investimento carregam ativos ilíquidos em sua natureza em suas carteiras, como por exemplo, CCBs, CRIs, dentre outros. Como referência de modelagem, deve-se citar SCHMIDT [11], que em seu estudo de um fundo específico de crédito apresenta metodologia similar à apresentada neste trabalho e chega a conclusões importantes sobre estes ativos. Além de apresentar diversos casos efetivos de fechamento de fundos por iliquidez, apresenta uma série de críticas às métricas atuais para mensuração de risco de liquidez neste tipo de fundo de investimento. Neste trabalho, chegaremos à conclusão que apesar de o mercado de ações apresentar características diferentes do mercado de crédito, as críticas serão similares à aquelas apresentadas por SCHMIDT [11] em seu trabalho. Apesar de fundos de ações notoriamente apresentarem quantidade mínima de ativos com característica de iliquidez (como os ativos de crédito citados acima), o pouco desenvolvimento do mercado de ações no Brasil se apresenta também como um fator tão relevante quanto os apresentados acima.

Capítulo 3

3. Desenvolvimento Teórico

Este trabalho propõe-se a apresentar um estudo sobre o risco de liquidez para fundos de ações no mercado brasileiro. Com este objetivo, serão apresentados neste capítulo uma série de aspectos teóricos necessários para o desenvolvimento de nosso estudo de caso, realizado nos capítulos seguintes.

3.1 Conceitos fundamentais

3.1.1 Variáveis aleatórias

De acordo com Rêgo [11], pode-se determinar uma variável aleatória como uma função que atribui um valor numérico a cada resultado individual de uma experiência aleatória. Desta forma, pode-se determinar uma variável aleatória como uma função numérica:

$$X: \Omega \longrightarrow \mathbb{R}$$

Sendo Ω o espaço de resultados possíveis do referido experimento e \mathbb{R} o espaço de resultados observados.

Pode-se citar como exemplo um experimento onde são lançadas duas moedas. Iremos considerar como a variável aleatória X para este estudo o “número de caras resultantes do experimento”. O experimento pode ser caracterizado conforme abaixo:

X : caras resultantes do experimento

Ω : Cara / Cara; Cara / Coroa; Coroa / Cara; Coroa / Coroa

R : $1 + 1 = 2$; $1 + 0 = 1$; $0 + 1 = 1$; $0 + 0 = 0$

(atribuindo-se 1 como o resultado de positivo em uma das moedas)

Adicionalmente, as variáveis aleatórias podem ser divididas em dois tipos, discretas e contínuas, conforme descrito abaixo. O estudo das variáveis aleatórias é necessário para a determinação das mais diversas distribuições de probabilidade, sendo estas necessárias para a implementação de nosso modelo de gerenciamento de liquidez.

As **variáveis aleatórias discretas** podem ser determinadas como aquelas em que o conjunto de valores possíveis é finito ou infinito enumerável. Como exemplos de variáveis aleatórias discretas X , pode-se citar:

1. O número de pastilhas de freio com problema de fabricação em um lote de produção de 100 pastilhas
2. A quantidade de crianças que entram na roda gigante em um parque de diversão durante um dia de abertura do parque

Conforme citado acima, uma das principais contribuições do estudo de variáveis aleatórias vem da criação de distribuições de probabilidade. Para variáveis aleatórias discretas X , a função de probabilidade de X é uma função f_x que associa a cada valor possível de x de X a sua respectiva probabilidade:

$$f_x(X) = P(X = x), \text{ para } 0 \leq f_x(X) \leq 1 \text{ e } \sum x_i f_x(X) = 1$$

A partir do estudo das variáveis aleatórias discretas foram concebidas uma série de funções de probabilidades distintas a partir deste conceito. Podem ser citadas como as principais:

1. **Distribuição de Bernoulli** - geralmente utilizada nas situações em que uma variável aleatória pode assumir dois valores distintos somente, como por exemplo o lançamento de uma moeda não necessariamente balanceada. Os valores distintos neste tipo de ensaio são em geral considerados como X_0 = fracasso no experimento e X_1 = sucesso no experimento.
2. **Distribuição binomial** - que pode ser determinada simplesmente como uma combinação de uma série (n) de experimentos independentes de Bernoulli, onde o interesse está em se analisar o

número de vezes em que se obtém X_1 (sucesso). O exemplo clássico utilizado para se ilustrar a utilização da distribuição binomial é o do estudo do número de caras em n lançamentos de uma moeda justa (probabilidade p de se obter cara = $\frac{1}{2}$), ilustrando-se X_1 como o número de sucessos na obtenção de “caras”.

3. **Distribuição Geométrica** – a utilidade da distribuição geométrica é bem diferente das anteriores, ainda que partam do mesmo conceito de variáveis aleatórias discretas. As distribuições geométricas em geral são utilizadas no estudo de eficiência de processos ou máquinas, com o objetivo de modelar, por exemplo, após quanto tempo os mesmos passam a falhar. Este tipo de distribuição também pode ser utilizada, por exemplo, para modelar após quanto tempo de lançamentos de uma moeda irá se obter uma cara.
4. **Distribuição Hipergeométrica** – como uma extensão da distribuição geométrica, a distribuição hipergeométrica é utilizada para modelar dentro de uma população finita, sem reposição, o número de sucessos em uma sequência de n amostras. Um exemplo para a utilização da mesma pode ser retirado de uma situação em que se busca dentro de uma amostra de n objetos retirados de uma linha de produção, exatamente k objetos sejam defeituosos.
5. **Distribuição de Poisson** – este tipo de distribuição é utilizado para modelar a quantidade de eventos aleatórios em um horizonte de tempo T . Como exemplos para este tipo de distribuição, pode-se citar a modelagem por parte de um restaurante do número de pessoas que irão pedir um certo prato ao longo do dia completo de trabalho, ou então, o número de ocorrências de um determinado evento raro em um dado período T .

As **variáveis aleatórias contínuas** por outro lado podem ser determinadas como aquelas em que existe uma função $f_x(X)$ não negativa e integrável com

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f_x(X) dx = 1,$$

$$\text{tal que } P(a < X \leq b) = \int_a^b f_X(X) dx, \forall a, b \in \mathbb{R} : a \leq b$$

Sendo f_X uma função de densidade de probabilidade de X , a interpretação da equação acima pode ser aprofundada na figura abaixo:

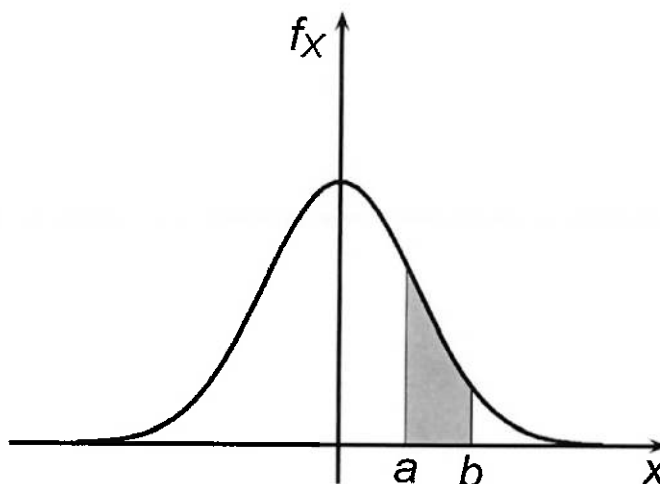


Figura 4: Distribuição de probabilidades

A partir da figura, interpreta-se que a área em cinza, delimitada pela curva da função de densidade de probabilidade e o eixo X é igual a 1.

A importância das variáveis aleatórias contínuas se faz presente nos mais diversos campos da ciência, assim como no dia-a-dia. Um exemplo simples de uma aplicação da construção da função de densidade de probabilidade contínua é o de um lançamento de um disco nos jogos olímpicos. Sabemos que para se classificar um dado atleta precisa lançar o disco a pelo menos 20 metros (a , hipotético), ao passo que historicamente o maior lançamento atingiu a marca de 60 metros (b , hipotético). Os lançamentos podem assumir uma infinidade de valores diferentes dentro deste intervalo, sendo sempre possível medir a diferença entre os lançamentos, independente da magnitude da diferença de distância. A situação acima ilustra então uma situação de uma variável aleatória contínua variando entre 20 e 60 metros e podendo assumir qualquer valor neste intervalo.

Assim como para as variáveis aleatórias discretas, a partir do estudo das variáveis aleatórias contínuas, foram concebidas uma série de funções de probabilidades distintas. Podem ser citadas como as principais:

1. **Distribuição Uniforme** – utiliza-se este tipo de distribuição quando acredita-se que a probabilidade de um sub-intervalo $[a,b]$ é diretamente proporcional ao seu comprimento. Este tipo de distribuição é o mais comum utilizado por geradores de números aleatórios.
2. **Distribuição Exponencial** - a modelagem a partir deste tipo de distribuição está presente nos mais diversos campos, como por exemplo, na determinação da probabilidade de falha em uma dada peça em uma linha produção sem que seja por efeito da idade da mesma, ou então, a modelagem por parte de companhias telefônicas da duração de chamadas telefônicas.
3. **Distribuição Normal ou Gaussiana** – amplamente utilizada, este tipo de distribuição é em geral aplicada na modelagem de variabilidade de diversos aspectos, como por exemplo, de altura, peso e outros aspectos de uma dada população. Pode-se citar também a utilização em uma linha de produção, onde utiliza-se este tipo de distribuição para modelar a precisão na produção de um grupo de peças.

3.1.2 Processos estocásticos

De acordo com Fontes [12], um processo estocástico é um conjunto de variáveis aleatórias $\{X(t), t \in T\}$ definidas em um espaço de probabilidade, indexado no parâmetro t , onde t varia no conjunto T .

Como uma variável aleatória é uma função definida em um espaço amostral Ω , então um processo estocástico $\{X(t), t \in T\}$ é uma função de dois argumentos $\{X(t, \omega), t \in T, \omega \in \Omega\}$. Desta forma, conclui-se que ao resultado de um experimento aleatório fica associado um valor aleatório, que por sua vez varia a partir de uma variável temporal (t) ou espacial (ω). Fica claro que se t e ω são fixos, o processo estocástico $X(t, \omega)$ será um número real, ao passo que variações em t e ω trarão diferentes processos.

A partir de algumas situações reais consegue-se elucidar os processos estocásticos, como por exemplo, um estudo sobre a temperatura média diária ou semanal em uma dada cidade, com as partes aleatórias do experimento sendo, a escolha da cidade, e para cada cidade ficara definido um conjunto de variáveis aleatórias para suas temperaturas diárias ou semanais. Pode-se citar também o estudo do número de clientes em uma fila de um restaurante. O evento aleatório é o "início da medição" e para cada instante de medição ficará definida uma variável aleatória.

Adicionalmente, o conjunto T é chamado de espaço de parâmetro. Os valores assumidos por $X(t)$ são chamados de estados, e o conjunto de todos os possíveis estados é chamado de espaço de estados do processo estocástico. Assim como determinado para as variáveis para as variáveis aleatórias, se o conjunto T é discreto, então o processo estocástico é dito ser de tempo discreto, ao passo que se T é contínuo, então o processo será de tempo contínuo.

O estudo dos processos estocásticos toma importância relevante para este trabalho, uma vez que busca-se estudar fenômenos aleatórios a partir do ativo e passivo de um fundo de ações.

3.1.3 Simulação de Monte Carlo

De acordo com Jorion [4], simulações numéricas foram utilizadas pela primeira vez por cientistas que trabalhavam na concepção de bombas atômicas em 1942, em Los Alamos. Stanislaw Ulam, um matemático polonês, é considerado o inventor do método de Monte Carlo, como uma alternativa na época para solucionar um grupo de problemas até então não solucionáveis por métodos convencionais, como por exemplo, o de encontrar soluções para integrais complexas oriundas da teoria de reação em cadeia das explosões nucleares.

Segundo Ulam, o nome “Monte Carlo” foi utilizado em homenagem a seu tio, que era um assíduo apostador e em referência a um famoso cassino do sul da França.

O conceito básico por trás do método de Monte Carlo está em promover repetidamente simulações aleatórias para uma determinada variável, seguindo uma distribuição de probabilidades pré-definida, onde assume-se que esta distribuição é conhecida. Desta forma, com a realização de um número suficiente de simulações, consegue-se chegar em um grupo significativo de resultados plausíveis para a variável estudada. A realização de um número suficiente de simulações também será relevante na correção do problema de se escolher um tipo de distribuição que não está de acordo com a realidade empírica, visto que quanto maior for o número de simulações espera-se uma convergência dos dados empíricos para a distribuição real da variável estudada. A aplicação mais conhecida no mercado financeiro da simulação de Monte Carlo é a da estimativa do VAR (*value-at-risk*), que é uma aproximação da maior perda possível para um dado portfólio em um horizonte definido de tempo.

Desta forma, o método de Monte Carlo se apresenta como uma ferramenta importante para estudo, como por exemplo, para a determinação de cenários plausíveis de variação do passivo do fundo de investimento a ser estudado.

3.2 Modelo de Ruína

3.2.1 Modelo de Ruína à tempo contínuo

A partir dos conceitos apresentados acima, consegue-se construir o racional por trás de um dos principais modelos de ruína utilizados nos dias de hoje, que é o utilizado por seguradoras. De acordo com Sobrinho & Lopes [3] o modelo de ruína estuda o desenvolvimento do capital inicial da seguradora no momento t , representado por $U(t)$, sendo $U(t)$ um processo estocástico que cresce de acordo os fluxos de caixa da seguradora. Em um dado momento, a seguradora poderá ter sinistros para compensar e prêmios sendo pagos por seus segurados. Desta forma, constrói-se um processo que, uma vez que fique negativo, na situação que pagamentos de sinistros combinados são maiores que os prêmios recebidos pela seguradora adicionados de seu capital inicial, diz-se que foi atingida a ruína. Sendo assim:

$$U_t = U + P_t - S_t$$

Onde:

U_t = capital da seguradora no tempo t ;

U = capital inicial da seguradora;

P_t = prêmio ganho até o tempo t ;

$S_t = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n$,

Sendo:

X_i = custo do i -ésimo sinistro

N_t = número de sinistros até o tempo t

A partir deste ponto, precisamos determinar a probabilidade de ruína ao longo do tempo. Considerando $\psi(U)$ como a probabilidade de a ruína acontecer, assumindo que o prêmio anual e o processo de sinistros da companhia se mantenham constantes, precisamos chegar em $\psi(U, t)$. Conforme apontado anteriormente, a ruína ocorre quando temos $U_t < 0$. Da mesma forma, pode-se dizer que a ruína

acontece uma vez que o tempo T seja finito. Define-se T como os pontos no tempo em que cada sinistro acontece. Assim sendo, pode-se dizer que:

$$\psi(U, t) = P(T < \infty)$$

Com,

$$T = \begin{cases} \text{Min}\{t \mid t \geq 0 \text{ \& } U_t < 0\} \\ \infty, & \text{se } U_t > 0 \quad \forall t \end{cases}$$

3.2.2 Modelo de Ruína à tempo discreto

Na modelagem de ruína à tempo discreto consideram-se algumas breves alterações. Nesta perspectiva, o capital das seguradoras é considerado apenas em pontos no tempo, ou seja, em $n = 0, 1, 2, \dots$ e $G_n = P_n - S_n$ representa o ganho de capital da seguradora. O ganho de capital pode ser representado pelo excedente entre prêmios recebidos e sinistros pagos naquele ponto no tempo. Desta forma,

$$U_n = u + G_1 + G_2 + G_3 + \dots + G_n$$

Onde: U_n = Capital em n da seguradora;

u = Capital inicial da seguradora;

G_n = ganhos de capital da seguradora em cada ponto no tempo.

Assumindo que os ganhos de capital são independentes e identicamente distribuídos com $P(G_n < 0) > 0$, define-se \bar{T} como o tempo discreto onde a primeira ruína ocorre, com $\bar{w}(U, n)$ como a probabilidade de ruína discreta e $\bar{R} > 0$ como o coeficiente de ajuste discreto. Logo, tem-se que:

$$\begin{aligned}\bar{T} &= \min (n: U_n < 0) \\ \bar{w}(U, n) &= P(\bar{T} < \infty) \\ M_{\bar{G}}(-R) &= 1\end{aligned}$$

A partir do referencial apresentado acima, podemos comparar a metodologia mais adequada para avaliação de risco em um fundo de ações. No estudo de caso abaixo, serão considerados como o capital inicial do fundo, sua reserva de caixa, adicionada dos ativos instantaneamente liquidáveis. Os ganhos de capital do fundo serão determinados por sua valorização, adicionada das disponibilidades de caixa em cada ponto no tempo. Por exemplo, caso o fundo tenha uma ação que, dadas as condições de mercado, possa ser liquidada somente após quatro dias, este caixa fará parte da capacidade de geração de liquidez do fundo somente após este período. A soma destes fatores por sua vez, determinará o capital do fundo na data atual.

Sendo assim, como a probabilidade de ruína do fundo estudado será analisada utilizando a capacidade temporal de geração de caixa, entende-se como mais adequada a utilização da metodologia contínua.

Capítulo 4

4. Estudo de caso

4.1 Características do Fundo

Conforme citado anteriormente, o objetivo deste trabalho é estudar os aspectos relativos ao risco de liquidez inerente em fundos multimercado e de ações. Com este objetivo, foi selecionado um fundo que apesar de ser um classificado como "multimercado", utiliza preponderantemente o mercado de ações em suas estratégias de investimento. As características principais do fundo são:

Tipo de Fundo: Fundo de investimento multimercado não exclusivo não destinado a investidores qualificados

Aplicação Mínima: R\$ 5.000

Aplicação Máxima: Não há

Resgate Mínimo: R\$ 5.000

Resgate Máximo: R\$ Não há

Prazo para pagamento de resgates: 10 dias úteis

Vale ressaltar que, ao estudar o universo de gestores de fundos multimercados e de ações, tanto no Brasil como em outros mercados, faz-se necessária também a especificação do tipo de filosofia de investimento seguida pelo gestor. A relevância deste fator é notória, uma vez que para certas filosofias de investimento o fator de iliquidez é parte inerente de seu processo de investimento.

A filosofia utilizada pelo fundo estudado se enquadra no estilo proposto por Benjamin Graham, que entre muitas coisas, cunhou o conceito de "Margem de Segurança". Conforme citado em "*The Intelligent Investor*" [13], esta classe de fundos tem como principal característica buscar companhias com uma significativa diferença entre seu "valor intrínseco" (na análise fundamentalista de ações determinado como o valor presente dos retornos gerados pelo ativo nos fluxos futuros) e o valor negociado da ação no respectivo mercado. A partir desta divergência entre "valor" e "preço negociado da ação" surge a principal estratégia de

investimento do fundo, que é a de investir em companhias passando por mudanças transformacionais que, em sua essência, deveriam promover a convergência em um horizonte curto de tempo entre "valor" e "preço", mas seguindo características específicas de que o perfil desta convergência se assemelha à um título de renda fixa. São operações características deste tipo de fundo:

Ofertas públicas de aquisição (OPA) - neste tipo de operação um acionista ou um grupo de acionistas pretende realizar a aquisição de uma participação ou a totalidade de ações de uma empresa negociada em bolsa de valores. As ofertas públicas de aquisição podem ser de diferentes tipos, sendo a principal a de "fechamento de Capital". Neste tipo de OPA, a aquisição é feita com a intenção de retirar a companhia em questão da negociação em bolsa de valores, tornando-a uma companhia de capital fechado. Neste caso, o fundo compra as ações em um dado dia, com o objetivo de entregá-las ao ofertante em uma data pré-determinada à um preço pré-determinado.

Incorporação - neste tipo de operação uma dada empresa está incorporando outra, ou simplesmente estão realizando uma fusão. Este tipo de operação envolve tipicamente a troca de ações, permitindo assim que o fundo faça a operação de compra e venda das empresas envolvidas.

Debêntures conversíveis em ações - neste tipo de operação o fundo realiza a aquisição de um título de dívida privada que possui conversibilidade em ações da companhia emitente em um prazo determinado com uma remuneração também pré-determinada. A operação consiste em, além de se apropriar da remuneração inerente ao título privado, realizar operações de arbitragem com a opcionalidade embutida no título.

Neste contexto, o fator liquidez pode ter importância relevante neste estilo de gestão, uma vez que, por exemplo, são utilizados instrumentos do mercado títulos privados, que possuem liquidez reduzida.

4.2 Estudo do Ativo

No estudo do ativo, conforme apresentado anteriormente, foi selecionado para estudo de caso um fundo multimercado que utiliza preponderantemente o mercado de ações em seu dia-a-dia. Em adição, há uma parcela significativa do portfólio em títulos públicos e operações de financiamento de operações à termo no mercado de ações. Logo abaixo um resumo da carteira à ser estudada, com duas observações relevantes. De forma a preservar a confidencialidade de portfólio foram ocultados os nomes das ações investidas e o campo "TOTAL" não será igual à 100%, uma vez que os títulos públicos presentes na carteira são dados em garantia para realização de operações à termo, gerando assim uma "dupla contagem".

AÇÕES		TÍTULOS PRIVADOS	
Ativo	% P.L.	Ativo	% P.L.
Ação 1	2,83%	Deb. Convers. 1	6,02%
Ação 2	-2,32%	Deb. Convers. 2	5,36%
Ação 3	2,01%	Deb. Convers. 3	0,49%
Ação 4	-3,23%	Estruturada BSEV	0,77%
Ação 5	-3,12%	Exposição Líquida	12,64%
Ação 6	-2,32%	Exposição Bruta	12,64%
Ação 7	1,38%		
Ação 8	-1,55%		
Exposição Líquida	-6,32%		
Exposição Bruta	18,76%		
COMPROMISSADA DE 1 DIA		FUNDOS DE INVESTIMENTO	
Ativo	% P.L.	Ativo	% P.L.
NTNB IPCA 2030	4,56%	Sintetico FIM	6,82%
NTNB IPCA 2045	6,53%	Exposição Líquida	6,82%
Exposição Líquida	11,09%	Exposição Bruta	6,82%
Exposição Bruta	11,09%		
TÍTULOS PÚBLICOS		FINANCIAMENTO DE TERMO	
Ativo	% P.L.	Ativo	% P.L.
LFT Set 17	21,88%	TERMOS	38,37%
LFT Mar 18	7,17%	Exposição Líquida	38,37%
LFT Set 18	17,85%	Exposição Bruta	38,37%
Exposição Líquida	46,90%		
Exposição Bruta	46,90%		
TOTAL	109,50%		

Figura 5: Portfólio do fundo - divisão por ativo em % do patrimônio líquido

Os dados acima tem como referência o mês de setembro de 2013. A primeira característica que pode ser observada no portfólio é a pouca necessidade de utilização de caixa nas estratégias com ações, fato este que pode ser observado na linha de "Exposição Líquida". A "Exposição Líquida" nada mais é do que a somatória entre posições compradas e posições vendidas. Este número na tabela apresenta-se negativo, visto que parte da exposição em ações refere-se à *hedge* para as posições em debêntures conversíveis em ações.

O próximo passo é a mensuração da capacidade de geração de fluxo de caixa do fundo, ponto este necessário para a implementação de nosso estudo. A tabela abaixo mostra no fundo como um todo, a capacidade de geração de caixa:

Dias úteis	% do PL (Geração de Caixa)
10 d.u.	59,32%
20 d.u.	65,52%
50 d.u.	81,06%
100 d.u.	87,75%
200 d.u.	98,51%
1131 d.u.	100,00%

Figura 6: Capacidade de geração de caixa - % do patrimônio líquido

Para os títulos privados, dada a iliquidez de seu mercado secundário, foram considerados somente os fluxos de caixa de seus pagamentos de juros e considerado o pagamento do principal no vencimento. O fundo de investimento "Sintetico FIM" possui prazo de resgate de 1 dia útil, e por fim, para a carteira de financiamento de termo foi considerado o decaimento da carteira, considerando a volta de caixa no vencimento de cada termo presente na carteira. A carteira de títulos públicos foi considerada como de liquidez imediata, fato este comprovado com o gestor.

Vale ressaltar que para o cálculo da liquidez das ações foi utilizado o conceito de "volume médio diário". Esta medida é simplesmente o número de dias necessários para zerar a posição em questão, utilizando como premissa que as vendas

combinadas do fundo representarão α % do volume diário negociado no período, buscando minimizar o impacto no “*bid/ask spread*”, conforme apresentado nos itens anteriores. Para o cálculo foram utilizadas as quantidades de ações possuídas pelo fundo, em detrimento de seu volume financeiro, de forma a excluir o impacto de flutuações de preços na métrica de liquidez, além de considerar três cenários possíveis para α ($\alpha = 0,3$ / $\alpha = 0,5$ / $\alpha = 0,7$). Na tabela acima, o α utilizado foi de 0,3 o VMD (volume médio diário), que pode ser determinado conforme a fórmula abaixo:

$$VMD = \frac{\sum Vd}{N} * \alpha$$

Onde:

VMD: Volume médio diário

$\sum Vd$: soma dos volumes negociados diariamente

N: número de dias úteis

α : percentual de participação das vendas do fundo em relação ao volume negociado no mercado

Abaixo a tabela com cenários alternativos para α e seus impactos para o número de dias necessários para zeragem da posição.

Ativo	VMD	$\alpha = 0,15$ (resultado em d.u.)	$\alpha = 0,3$ (resultado em d.u.)	$\alpha = 0,5$ (resultado em d.u.)	$\alpha = 0,7$ (resultado em d.u.)
Ação 1	2.704.619	1	0	0	0
Ação 2	1.106.543	1	0	0	0
Ação 3	267.333	2	1	1	1
Ação 4	1.301.143	2	1	1	0
Ação 5	2.174.457	0	0	0	0
Ação 6	303.448	3	1	1	1
Ação 7	18.781	28	14	8	6
Ação 8	26.950.405	0	0	0	0

Figura 7: Liquidez das ações - em dias úteis para zeragem

É importante ressaltar que, para alguns fundos de investimento, o componente de fluxos de caixa gerados pelas ações (dividendos, juros sobre o capital próprio, entre outros), pode ser relevante. Para o fundo estudado, estes proventos não representam parte relevante da geração de caixa e foram desconsiderados.

4.3 Estudo do Passivo

Para o estudo do passivo, foram considerados dados somente à partir de maio de 2011, momento este que o fundo em questão passa à ter dados registrados de resgates brutos e número de movimentações. Para fins de modelagem do passivo, devemos dividir a obtenção de dados históricos em duas partes, sendo estas:

1. Resgates Percentual Diário (RPD)

$$D = \%RPD \neq 0, \text{ tal que, } \%RPD = \frac{RBD}{PL}$$

Onde:

D: dias com resgate

%RPD: resgate percentual diário

RBD: resgate bruto diário

PL: patrimônio líquido do fundo

2. Volume de resgates

O volume de resgates neste tipo de fundo é relevante, uma vez que captura distorções na série geradas por um passivo concentrado (poucos clientes com muito do patrimônio).

A partir da obtenção destas duas variáveis foi realizado um processo de convolução entre estas, de forma a criar uma série única de dados. A partir de realização do ajuste da série à uma distribuição de probabilidades, chega-se à probabilidade de resgate de 35,42%. Abaixo a distribuição de resgates percentuais empírica:

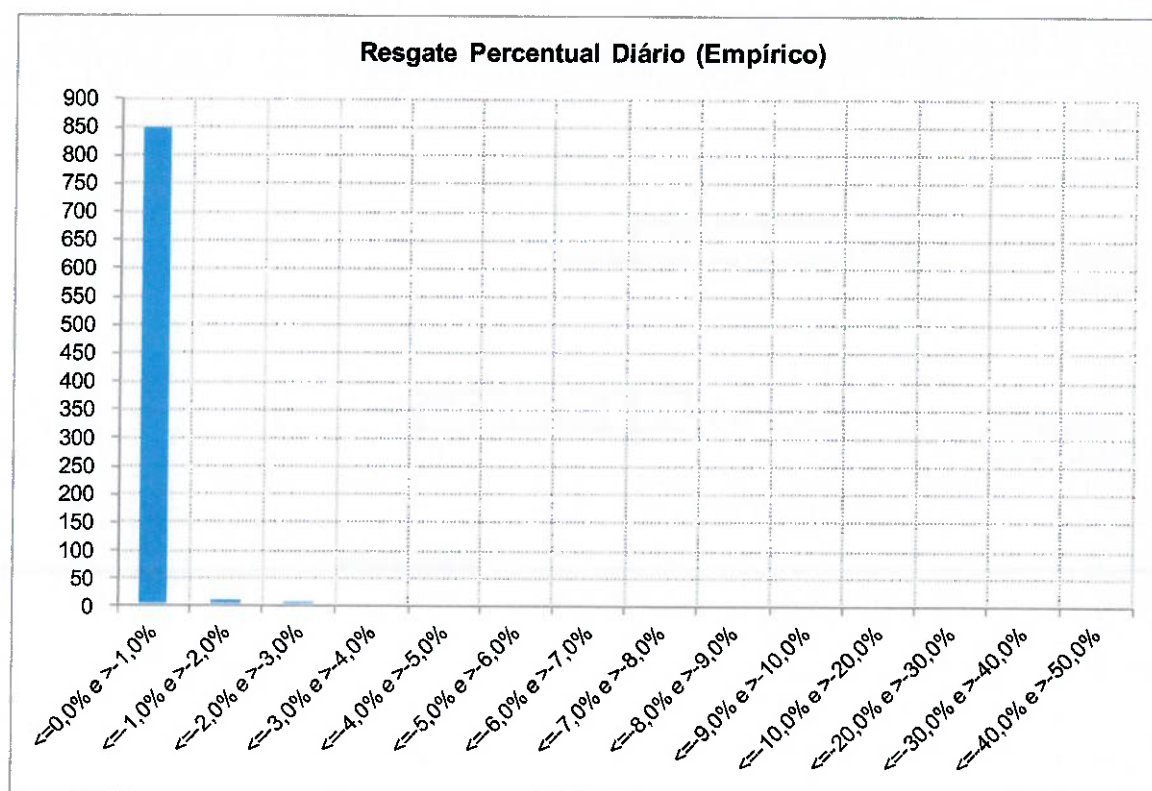


Figura 8: Resgate bruto diário empírico - em % do patrimônio líquido

Outra medida observada é o RBD (resgate bruto diário) máximo. Para o fundo estudado este valor é de 2,9% do patrimônio líquido. Caso o gestor tenha um resgate significativo e incompatível com suas disponibilidades de caixa, o mesmo pode gerar uma necessidade de liquidação de ativos por parte do fundo. Conforme apresentado anteriormente, isto pode ter impactos relevantes nas questões de *depth*, *tightness* e/ou *resilience*. Ainda que seja relevante, esta métrica serve de apoio para se questionar a utilização da metodologia histórica neste tipo de análise, uma vez que enviesse o estudo no sentido de considerar o máximo resgate bruto como sendo o máximo também de uma dada modelagem.

4.4 Ajustes das distribuições

Voltando ao conceitual apresentado acima para a modelagem de ruína, precisamos buscar o ponto final para analisarmos a probabilidade de ruína do fundo estudado. Para isto, será realizado o ajuste da série histórica a distribuições de probabilidades. Após a realização de testes de hipótese, onde verifica-se a aderência efetiva estatística da série empírica à série de teórica de cada distribuição, foram buscados resultados em que não se negava à hipótese nula. No entanto, os testes de hipótese (kstest e chi2gof) para o grupo de distribuições apresentadas pelo matlab como as mais aderentes à distribuição empírica (normal, exponencial, generalizada de pareto e logística) negaram a hipótese nula. Isto significa que em termos estatísticos, não há relação prática entre as distribuições.

Abaixo alguns exemplos dos *fittings* das distribuições.

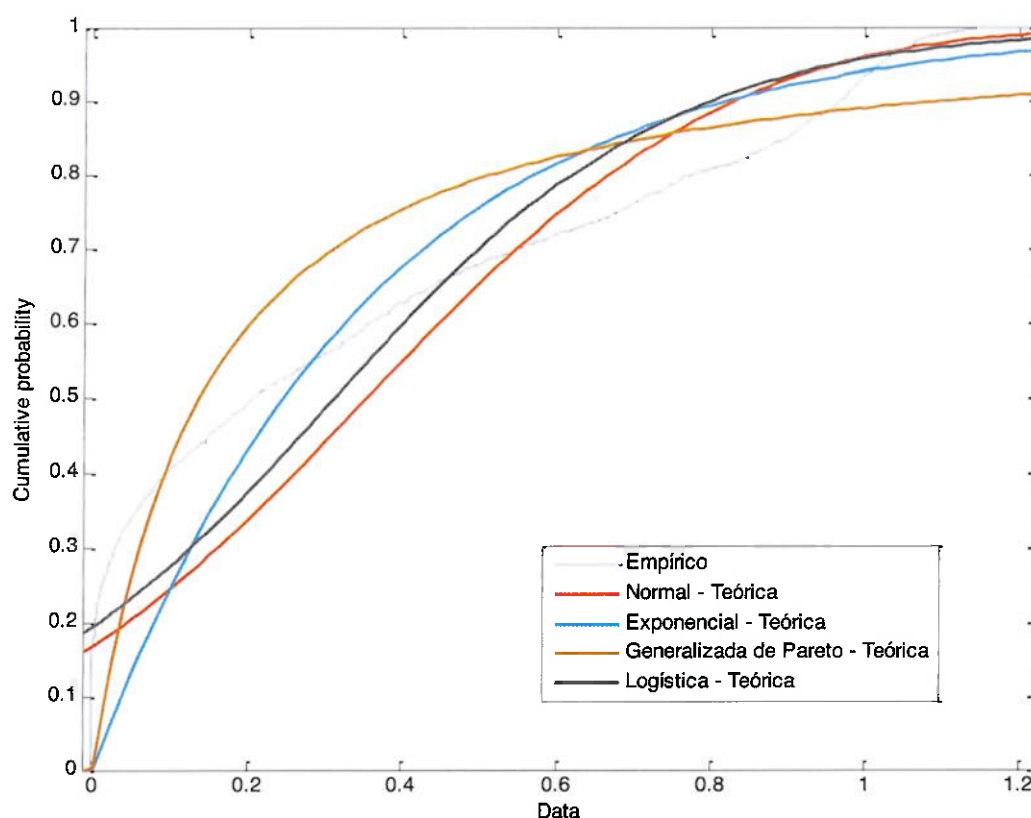


Figura 9: *Fit* de distribuição de probabilidades - Teóricas x Empírico

Abaixo o sumário estatístico dos testes de hipótese.

Distribuição	Teste	h	p-value
Normal	Kstest	1	1,72E-33
Exponencial	Kstest	1	7,27E-61
Generalized Pareto	Kstest	1	4,00E-39
Logística	Kstest	1	1,03E-45
Generalized Pareto	Chi2gof	1	1,75E-283
Normal	Chi2gof	1	2,16E-113
Exponencial	Chi2gof	1	4,85E-159
Logística	Chi2gof	1	9,90E-131

Figura 10: Tabela de p-valores para testes de hipótese

4.5 Monte Carlo - Ativo e Passivo

A partir dos estudos realizados acima, de forma a calcularmos a probabilidade de ruína, será feita uma simulação de Monte Carlo considerando 10,000 cenários possíveis dentro do horizonte do prazo de liquidação de resgates do fundo estudado, que é de 10 dias úteis. A partir da análise dos p-valores dos testes de hipótese, foi escolhida a distribuição normal para geração de cenários. Neste contexto, a partir da obtenção dos parâmetros característicos de média e desvio-padrão para o grupo de dados estudado, foram simulados números aleatórios entre 0 e 1 que serão representados da seguinte forma:

0 - 0% de resgate no dia

1 - 100% de resgate no dia

No lado do ativo, considerando o prazo de resgate de 10 dias úteis, a tabela 4.2 acima mostra a informação de quanto caixa estará disponível em um ciclo de resgates, que corresponde à 59,32% do patrimônio líquido após o décimo dia.

Desta forma, iremos definir o perfil de liquidez do fundo como um fator de seus ativos e de seus resgates. Assim:

$$PL = A - R$$

Onde:

PL: perfil do dia atual de liquidez do fundo

A: caixa proveniente dos ativos no dia atual

R: resgates no dia anterior

No gráfico abaixo (Figura 16) estão apresentadas as trajetórias de caixa do fundo, chegando-se à uma probabilidade média de ruína (após 50 simulações de 10,000 cenários) de 1,37% após o décimo dia útil. Neste caso, para simulações foi utilizada a distribuição lognormal, visto que neste caso nosso modelo pode apresentar somente valores de resgates (aqui representados por valores somente positivos).

Conforme observado na Figura 17, a modelagem mostra que está em aproximadamente 63 dias úteis o tempo máximo de ruína do fundo, mesmo considerando-se um cenário de fechamento do fundo para resgates.

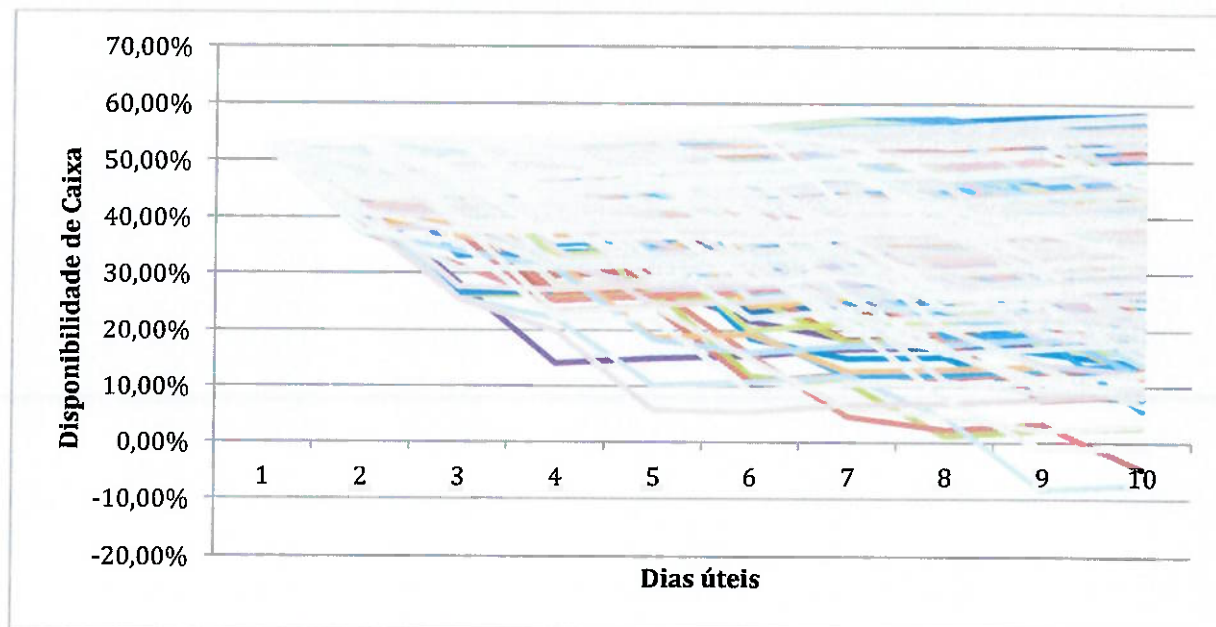


Figura 11: Trajetórias simuladas para disponibilidade de caixa em 10 dias úteis (Lognormal, 255 simulações, um cenário)

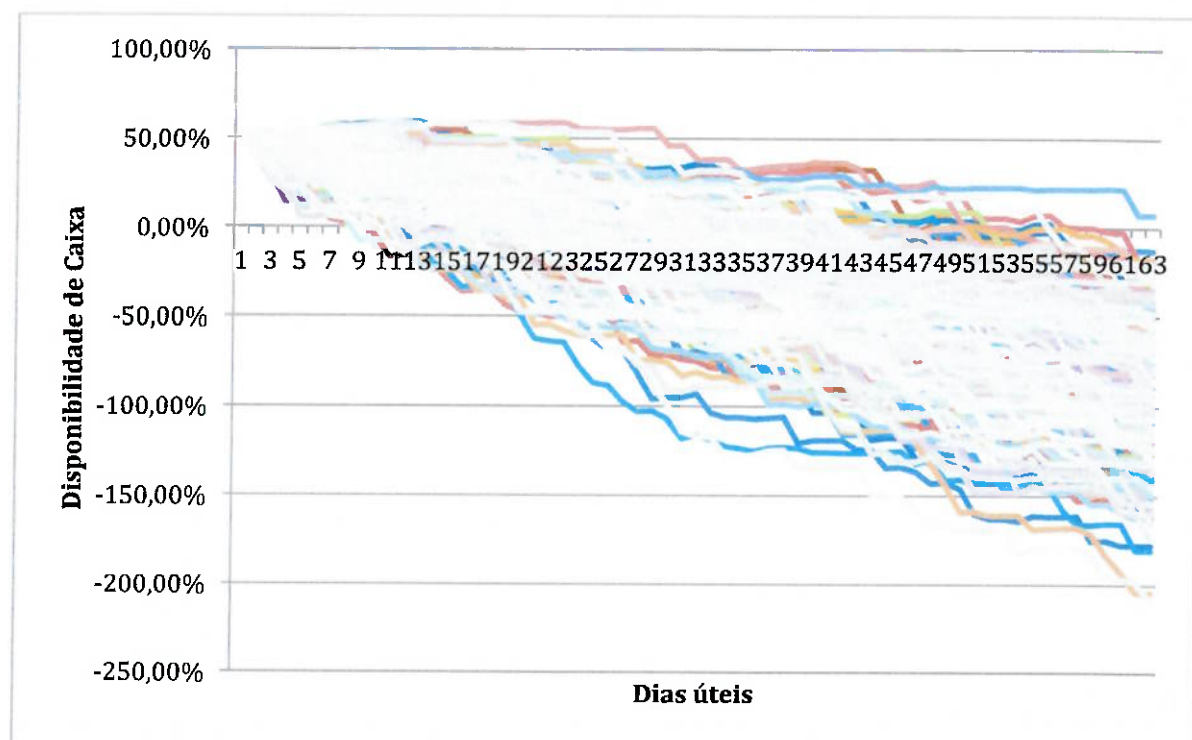


Figura 12: Trajetórias simuladas para 63 dias úteis (Lognormal, 255 simulações)

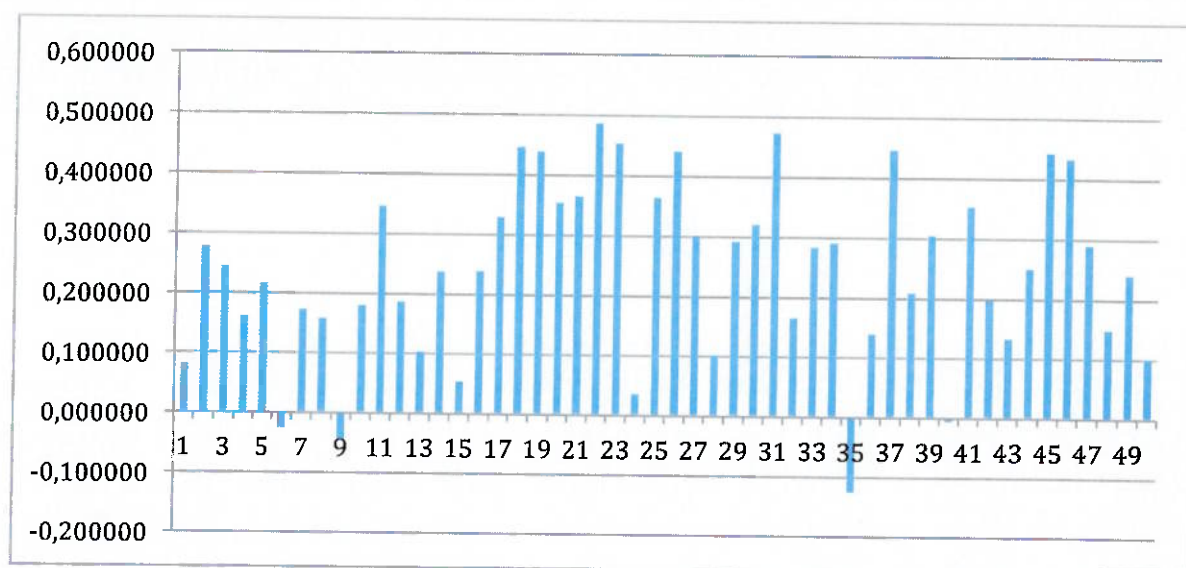


Figura 13: Disponibilidade de caixa em 50 cenários de 10.000 simulações (10 dias úteis)

Em primeira análise, os resultados apresentados parecem satisfatórios, uma vez que mesmo em uma quantidade expressiva de simulações (50 simulações de 10.000 cenários) somente em 1,37% das trajetórias o fundo apresentou descompasso entre seus ativos e passivos em um ciclo resgate. Traçando um paralelo com trabalho realizado por SCHMIDT (SCHMIDT, 2013), que teve como principal objetivo mensurar o número de dias necessários para que um fundo de crédito apresenta-se a ruína, em um ciclo de dias similar (10 dias), o *fitting* da distribuição empírica as teóricas apresenta resultados similares em grande parte das distribuições, visto que após dez dias o fundo estudado por SCHMIDT somente apresentou ruína em cerca de 1% das vezes. No entanto, para duas distribuições esse percentual foi maior no período (para Generalizada de Pareto e Log-Normal foi de cerca de 8%).

Conforme observado por SCHMIDT, a distribuição Log-Normal acomoda de forma adequada os eventos de cauda, isto é, resgates bem maiores que os observados, implicando em um número maior de trajetórias de ruína. Desta forma, a escolha da distribuição log-normal neste estudo se fez adequada, uma vez que esta distribuição pode ser utilizada caso queira-se uma modelagem superconservadora. Considerando os ativos da carteira, a utilização de uma distribuição deste tipo para um fundo multimercado, como o estudado neste trabalho, se faz mais coerente que para um fundo de crédito, que possui em sua natureza a iliquidez dos ativos.

Desta forma, apesar da natureza dos ativos ser bastante divergente se comparados os modelos, chegamos às mesmas conclusões apresentadas anteriormente por SCHIMDT. O estudo da liquidez dos fundos de investimento trás contribuição relevante para as decisões de alocação de recursos dos agentes de mercado, uma vez que, este fator de risco representa parte importante do dia-a-dia dos ativos brasileiros. As contribuições para a sistematização do controle de liquidez pelos agentes fiduciários dos fundos, assim como para agentes reguladores, é notória. Conforme observado anteriormente, o risco de liquidez representa parte relevante do risco sistêmico do mercado de capitais.

Ainda assim, vale ressaltar que em especial no Brasil, a iliquidez pode ser parte relevante da filosofia de investimentos do gestor. Desta forma, a simples e direta análise de iliquidez de um dado portfólio deve levar em conta também suas características qualitativas. Isso vale, por exemplo, para fundos conhecidos como "PIPE" (Private Investments in Public Equities), ou então, investimentos privados em empresas públicas. De forma a mitigar o risco de liquidez, estes fundos em geral possuem prazos de resgate com prazos significativamente longos (em geral, anos).

Capítulo 5

5. Conclusão

Conforme apresentado inicialmente, buscamos neste trabalho estudar como modelar o risco de liquidez para um fundo que utiliza essencialmente o mercado de ações em sua política de investimentos. Apesar dos resultados apresentados serem satisfatórios, ainda existem muitos desafios no controle de liquidez no mercado acionário brasileiro e para fundos de investimento brasileiros dedicados à estes instrumentos. No lado do ativo, isto é, das ações utilizadas pelos fundos de investimento em ações no Brasil, isto ocorre pelas condições pouco favoráveis em termos de liquidez nestes instrumentos. A migração somente recente de um grupo reduzido de empresas para níveis mais adequados de governança, a composição acionária ainda concentrada em grupos familiares, o elevado custo de oportunidades imposto à gestores locais (CDI), a composição acionária ainda precária (muitas empresas com grande participação de ações PN em seu capital), podem ser considerados como alguns dos fatores que levam à tal situação de reduzida liquidez.

Em adição, do lado do passivo, pode-se citar também a questão relativa ao custo de oportunidade. A elevada remuneração apresentada por investimentos de risco reduzido, como por exemplo, aplicações atreladas ao CDI, levam ao investidor à ter pouco incentivo em investir em instrumentos que apresentam maior nível de risco, como aqueles que possuem posições em ações. Em adição, este fator também impõe uma elevada instabilidade de passivo, que pode ser caracterizada pelo fato de que por ter um elevado custo de oportunidade em se investir em instrumentos de mais risco, o investidor brasileiro, por consequência, quando investe neste tipo de fundo de investimento, possui uma menor tolerância à momentos ruins de performance.

Somados estes fatores, apresenta-se como um grande desafio a modelagem do risco de liquidez para este tipo de fundo de investimento, visto que a concentração de passivo e performance dos ativos apresenta-se como fator preponderante no

modelo. Ainda assim, os resultados acima deixam claros que controles adequados de liquidez para fundos de ações são extremamente relevantes e necessários. Em geral, estudos são realizados no sentido de apontar os riscos de liquidez de ativos mais notoriamente reconhecidos por ter tais riscos intrínsecos, como por exemplo, ativos de crédito, mas fica aqui provado que no mercado brasileiro especificamente, a componente de liquidez no mercado de ações se mostra não somente como um risco, mas também como um fator em grande parte das vezes inerente à gestão de fundos de ações.

Bibliografia

- [1] "EXAME.com," 12 Agosto 2011. [Online]. Available: <http://exame.abril.com.br/mercados/noticias/gwi-fecha-fundos-com-ma-gestao-de-risco>. [Acesso em 18 Janeiro 2014].
- [2] "Valor Econômico," 31 Março 2010. [Online]. Available: <http://www.valor.com.br/arquivo/816613/fundo-de-credito-privado-da-aster-congela-resgates#ixzz28pfm85mQ>. [Acesso em 18 Janeiro 2014].
- [3] C. V. T. SOBRINHO e H. C. V. LOPES, "Ruína e resseguro: modelos contínuos e suas aproximações," Rio de Janeiro, 2009.
- [4] P. JORION, Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk, 3rd edition ed., McGraw-Hill, 2000.
- [5] BIS: Bank for International Settlements, "Market Liquidity: Research Findings and Select Policy Implications," Basel, 1999.
- [6] L. F. CORREIA e H. F. AMARAL, "Determinadas da Liquidez de Mercado das Ações Negociadas na Bolsa de Valores," Rio de Janeiro, 2012.
- [7] "Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais," [Online]. Available: www.anbima.com.br. [Acesso em 2013].
- [8] "Eurekahedge," [Online]. Available: <http://www.eurekahedge.com/>. [Acesso em Agosto 2012].
- [9] The World Bank, "The World Bank: Data on listed companies," [Online]. Available: <http://data.worldbank.org/>. [Acesso em Dezembro 2013].
- [10] "BM&F Bovespa," [Online]. Available: <http://www.bmfbovespa.com.br>. [Acesso em 2013].
- [11] L. C. RÊGO, "Variáveis Aleatórias Discretas e Contínuas e suas Principais Distribuições," 14 Março 2012. [Online]. Available: <http://www.de.ufpe.br/~leandro/SlidePEP915Aula2.pdf>. [Acesso em Dezembro 2013].
- [12] L. R. G. FONTES, "Notas Introdutórias em Probabilística e Estatística," [Online]. Available: <http://www.ime.usp.br/~lrenato/cap4.pdf>.
- [13] B. GRAHAM e J. ZWEIG, The Intelligent Investor, HarperCollins e-books, 2008.

- [14] H. LOPES, "INF2035 - Introdução a Simulação Estocástica," 2008. [Online]. Available: <http://www-di.inf.puc-rio.br/~lopes/inf2035/processosestocasticos.pdf>. [Acesso em Dezembro 2013].
- [15] J. R. SECURATO e O. R. d. M. NETO, "Risco de Liquidez: Uma Proposta para Avaliação do Risco de Liquidez de Mercado," São Paulo, 2003.
- [16] S. R. R. LEMOS, "Probabilidade de Ruína no Mercado de Seguros: Fundamentos Teóricos e alguns resultados de Simulação," Janeiro 2008. [Online]. Available: <http://www.ufpe.br/ppge/images/dissertacoes/dissertacao081.pdf>. [Acesso em Dezembro 2013].
- [17] "Instrução 409: Dispõe sobre a constituição, a administração, o funcionamento e a divulgação de informações dos fundos de investimento," 18 Agosto 2004. [Online]. Available: <http://www.cvm.gov.br>. [Acesso em Dezembro 2013].