



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

**Gestão de Risco de Mercado – Mensuração do
Value-at-Risk(VaR) comparando a exigência de
capital em diferentes abordagens**

Iram Alves de Souza

Dissertação apresentada como requisito parcial para conclusão do
Mestrado Profissional em Computação Aplicada

Orientador
Prof. Dr. João Carlos Felix de Souza

Brasília
2017

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

SS0729g Souza, Iram Alves de Souza
Gestão de Risco de Mercado - Mensuração do Value-at-Risk
(VaR) comparando a exigência de capital em diferentes
abordagens / Iram Alves de Souza Souza; orientador João
Carlos Felix Souza; co-orientador -- --. -- Brasília, 2017.
147 p.

Tese (Doutorado - Mestrado Profissional em Computação
Aplicada) -- Universidade de Brasília, 2017.

1. Gestão de Riscos de Mercado. 2. Modelos de Value-at
Risk (VaR). 3. Carteira de Negociação (Trading Book). 4.
Títulos Públicos Federais (Instrumentos Financeiros). 5.
Gestão de Capital. I. Souza, João Carlos Felix, orient. II.
--, --, co-orient. III. Título.

Dedicatória

A Deus, por dar-me saúde e me cercar dessa grande quantidade de familiares e amigos.

A minha esposa Erika Shiraishi Nakai e minha filha Anne Nakai Souza que me deram o suporte em toda a jornada, não medindo os esforços necessários para conclusão desta dissertação.

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. João Carlos Felix Souza, por todo o apoio ofertado ao longo deste trabalho. Suas contribuições foram fundamentais para a realização desta dissertação.

Aos Professores Doutores Fernando de Rosa e Ricardo Matos Chaim pela atenção e valiosas sugestões oferecidas para evolução deste material.

Aos colegas da Diretoria de Gestão de Riscos do Banco do Brasil S.A. pela amizade, companheirismo e ajuda nas experiências vividas durante a realização do mestrado.

Aos colegas da turma do PPCA 2015, por todos os momentos que passamos juntos.

Aos professores do PPCA, pelo conhecimento transmitido.

Resumo

A gestão de riscos e capital constituem-se em instrumentos fundamentais para a sustentabilidade do sistema bancário. Nesse sentido, o processo de mensuração e gestão dos riscos de mercado vem evoluindo rapidamente ao longo dos últimos anos, em especial, quanto aos tipos e características dos instrumentos financeiros negociados no mercado, como também no aumento da exigência de requerimento mínimo de capital para cobertura de perdas financeiras ou econômicas resultantes da flutuação nos valores de mercado de posições detidas pelas Instituições Financeiras. O presente trabalho é um estudo de caso, do tipo exploratório, descritivo e de carácter qualitativo e quantitativo. O objetivo principal é mensurar o Value at Risk - VaR diário de uma carteira de negociação (*Trading Book*), com base nas abordagens padronizada e modelos internos, considerando também no cômputo do VaR o uso do indicador de giro do volume de negócios (IGN) observado a partir da liquidez dos instrumentos financeiros registrados na carteira. A metodologia utilizada para cálculo do indicador IGN, levou em consideração os estudos publicados no artigo “*Portfolio Turnover and Common Stock Holdings Periods*” (Dow [1]), e foi ajustado para capturar as características e a liquidez dos instrumentos financeiros negociados em mercado. O trabalho aborda em seu referencial teórico os principais métodos de mensuração do VaR, como também as dissemelhanças nas abordagens padronizada e modelos internos, identificando fatores relevantes que podem ser utilizados gerencialmente pela instituição para traçar políticas ou estratégias que reduzam ou controlem o nível de requerimento de capital de sua carteira de negociação exposta aos riscos de mercado.

Palavras-chave: Gestão de Riscos de Mercado, Modelos de VaR, Carteira de Negociação (*Trading Book*), Instrumentos Financeiros e Gestão de Capital

Abstract

Risk and capital management are fundamental instruments for the sustainability of the banking system. That way, the process of measuring and managing market risks has been evolving rapidly over the last few years, especially with regard to the types and characteristics of the financial instruments traded in the market, as well as on the increased needs of minimum capital requirements for hedging of financial or economic losses resulting from the fluctuation in the market values positions held by Financial Institutions. The present work is a case study, exploratory, descriptive and qualitative and quantitative features. The main objective is to measure the Value at Risk (VaR) of a trading book, based on the standardized approaches and internal models, also considering in the VaR calculation the use of the turnover indicator (IGN) observed from the liquidity of the financial instruments registered in the portfolio. The methodology used to calculate the IGN indicator took into account the studies published in the article "Portfolio Turnover and Common Stock Holdings Periods" (Dow [1]) and was adjusted to capture the characteristics and liquidity of the financial instruments traded in the market. The work addresses in its theoretical reference the main methods of measurement of VaR, as well as the dissimilarities in the standardized approaches and internal models, identifying relevant factors that can be used by the institution to manage policies or strategies that reduce or control the level of capital requirement of its trading portfolio exposed to market risks.

Keywords: Market Risk Management, VaR Models, Trading Book, Financial Instruments and Capital Management

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Contextualização	1
1.2	Problema de Pesquisa	5
1.2.1	Questões de Pesquisa	6
1.3	Justificativa	7
1.4	Objetivo Geral	8
1.4.1	Objetivos Específicos	8
2	Riscos e Gestão de Riscos	10
2.1	Incerteza, Risco e Exposição a Riscos	10
2.2	Tipos de Riscos Financeiros	12
2.3	Segmentos de Negócios no Setor Bancário	16
2.4	Regulação Bancária e Normas Contábeis	19
2.5	Gestão de Riscos	22
2.5.1	Motivações	23
2.5.2	Processos de Risco	23
2.5.3	Organização e Funções de Gerenciamento de Riscos	25
3	Regulação Bancária Ampla	31
3.1	Princípios da Regulação	31
3.2	Adequação de Capital	33
3.3	Algumas Lições da Crise Financeira	35
3.3.1	Liquidez	36
3.3.2	Valor Justo	37
3.3.3	Solvência	37
3.3.4	Pró-ciclicidade	37
3.3.5	Securitização e Contágio do Risco de Crédito	38
3.3.6	Agências de <i>Rating</i> e Companhias de Seguros	39
3.4	A Resposta dos Reguladores para a Crise Financeira	39

4	Mensuração e Gestão de Riscos de Mercado	42
4.1	Risco de Mercado	42
4.1.1	Métricas de Risco antes do VaR	43
4.1.2	O conceito do Value at Risk (VaR)	50
4.1.3	Value-at-Risk (VaR) – A origem do desenvolvimento do VaR	50
4.1.4	Atrações do VaR	52
4.1.5	Críticas ao VaR	54
4.2	Parâmetros Subjetivos do VaR	55
4.3	A mensuração do VaR	57
4.4	Raiz Quadrada do Tempo	60
4.5	Modelos de Mensuração do Risco da Carteira	61
4.5.1	VaR Diversificado	63
4.5.2	VaR individual	63
4.5.3	VaR Não-Diversificado	64
4.5.4	VaR Marginal	65
4.5.5	VaR Incremental	66
4.5.6	VaR Componente	67
4.6	Introdução aos Modelos de VaR	68
4.6.1	Abordagem VaR Delta Normal	68
4.6.2	Abordagem VaR por Simulação Histórica	73
4.6.3	Abordagem VaR por Simulação de Monte Carlo	76
4.6.4	Comparação das Abordagens de VaR	78
4.7	<i>Expected Shortfall</i> (ES)	80
5	Escopo de Aplicação e Exigência de Capital	83
5.1	Carteira de Negociação	83
5.2	Exigência de Capital – Abordagem Padronizada Parcela - RWAJUR1	84
5.3	Exigência de Capital – Abordagem Padronizada Parcela - RWAJUR3	87
5.4	Exigência de Capital – Abordagem Modelos Internos - RWAMINT	88
6	Aspectos Metodológicos e Resultados Empíricos	91
6.1	A Instituição Financeira (Objeto do estudo)	91
6.1.1	Gestão do Risco de Mercado da Instituição Financeira	94
6.2	Metodologia	95
6.3	Carteira Teórica e Instrumentos Financeiros	96
6.4	Método de Mensuração do Índice de Giro do Volume de Negócios (IGN)	97
6.5	Experimento Realizado	99
6.5.1	Instrumentos Financeiros – Títulos Públicos	100

6.5.2 Carteira Teórica – Títulos Públicos	103
6.5.3 Mensuração do VaR	106
6.6 Resultados Obtidos	106
7 Conclusão	116
7.1 Considerações Finais	116
Referências	121
Apêndice	126
A Base de Títulos Públicos usados para cálculo do Índice de Giro de Volume de Negócios	126

Lista de Figuras

2.1	Atividades bancárias (principais polos).	19
2.2	Modelo de Três Linhas de Defesa.	26
3.1	Visão Geral das Normas de Basileia.	40
4.1	Comparativo entre as abordagens de mensuração do VaR.	79
4.2	Comparativo entre as técnicas de VaR (acurácia x tempo de processamento).	80
5.1	Estrutura de Carteiras e Fatores de Risco.	83
6.1	Conceito dos Riscos do Conjunto Corporativo de Riscos Relevantes do Conglomerado Prudencial da IF.	93
6.2	LTN 010321.	102
6.3	LTN 010119.	102
6.4	NTN-B 010123.	103
6.5	NTN-F 010121.	103
6.6	Fluxograma do Cálculo do VaR por Simulação Histórica.	106
6.7	Média do indicador IGN dos títulos públicos na carteira de negociação.	108
6.8	Avaliação Bid/Ask Spread dos Títulos Públicos Federais na Carteira Trading da IF.	109
6.9	Comparativo de VaR pelos métodos: Padronizado (RWA(JUR (Pad))), Modelos Internos (RWA(JUR (MI))) e Modelos Internos com índice de giro de volume dos negócios (RWA(JUR (MI-IGN))).	114

Lista de Tabelas

2.1	Tipos de Riscos Financeiros na atividade bancária	13
2.2	Níveis de Aplicação do Valor Justo e suas características	21
4.1	Diferenças importantes entre a teoria de carteiras e o VaR	52
5.1	Fator F (Implementação de Basileia III)	84
5.2	Valor do adicional de Backtesting	89
6.1	Descrição das características principais dos Títulos Públicos Federais	104
6.2	Títulos Públicos – Indicadores IGN	105
6.3	Títulos Públicos – Índice de Giro do Volume de Negócios (IGN Média) . . .	107
6.4	Estatística descritiva bid-ask spread dos Títulos Públicos Federais catalo- gados na carteira trading da IF	109
6.5	Comparativo do montante de exigência de capital nas abordagens padroni- zada e modelos internos (com $hp = 10$ e $hp =$ índice de giro)	111
6.6	Comparativo da variação de exigência de capital nas abordagens padroni- zada e modelos internos (com $hp = 10$ e $hp =$ índice de giro)	112
6.7	Comparativo das variações médias de alocação de capital de risco de mer- cado entre as abordagens antes, durante e após 2016	113
A.1	Títulos Públicos – Indicadores IGN	127
A.2	Títulos Públicos – Indicadores IGN	128
A.3	Títulos Públicos – Indicadores IGN	129
A.4	Títulos Públicos – Indicadores IGN	130
A.5	Títulos Públicos – Indicadores IGN	131
A.6	Títulos Públicos – Indicadores IGN	132
A.7	Títulos Públicos – Indicadores IGN	133

Lista de Abreviaturas e Siglas

AIG *American International Group.*

ALM *Asset Liability Management.*

BACEN Banco Central do Brasil.

BIS *Bank for International Settlements.*

CBSB Comitê de Basileia de Supervisão Bancária.

CFO *Chief Risk Officer.*

CIB *Corporate and Investment Banking.*

CMN Conselho Monetário Nacional.

CRO *Chief Risk Officer.*

CVA *Credit Value Adjustment.*

ES *Expected Shortfall.*

ETL *Expected Tail Loss.*

HP *Holding Period.*

IFRS *International Financial Reporting Standard.*

IGN Índice de Giro de Volume de Negócios.

IIA *Institute of Internal Auditors.*

LCR *Liquidity Coverage Ratio.*

LR *Leverage Ratio.*

LTN Letras do Tesouro Nacional.

LTV *Loan to Value*.

NSFR *Net Stable Funding Ratio*.

NTN-B Notas do Tesouro Nacional - Série B.

NTN-F Notas do Tesouro Nacional - Série F.

OCDE Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico.

PRM Parcela de Risco de Mercado.

RAS Declaração de Appetite a Riscos.

RTJBB Risco de Taxa de Juros do Banking Book.

RWA *Risk Weighted Asset*.

UnB Universidade de Brasília.

VaR *Value at Risk*.

Capítulo 1

Introdução

1.1 Contextualização

Os negócios das empresas estão relacionados à administração de riscos. Embora algumas aceitem os riscos financeiros incorridos de maneira passiva, outras esforçam-se em ter vantagem competitiva, expondo-se a riscos de forma estratégica. Todavia, em ambos os casos, esses riscos devem ser monitorados cuidadosamente, uma vez que podem acarretar grandes perdas.

No âmbito das finanças, o risco é definido em termos de variabilidade de retornos observados de um investimento em comparação com o retorno esperado do investimento, gerando volatilidade de resultados inesperados normalmente relacionados ao valor de ativos ou passivos de interesse.

Damodaran [2] menciona que a volatilidade dos mercados financeiros sofreu aumento considerável a partir dos anos 1970. As diversas crises financeiras que ocorreram desde então, como a crise do México (1994), crise financeira Asiática (1997 – 1998), crise da bolha da Internet (2000) e a crise financeira mundial – *subprime* (2008), aumentaram sensivelmente a exposição das empresas a diversos tipos de risco. Flutuações abruptas nos fatores de risco de mercado, em especial, taxas de juros, câmbio, preços de ações e commodities, e de risco de crédito causaram perdas severas nas demonstrações financeiras e/ou fluxos de caixa das empresas.

Essas flutuações foram responsáveis pelo aumento das exposições a risco, produzindo uma demanda crescente por métodos, metodologias e instrumentos de proteção. Jorion [3] destaca que o desenvolvimento da gestão de riscos financeiros se deve ao aumento volatilidade dos mercados financeiros, apontando para a relevância de uma adequada mensuração e

gestão desse tipo de risco para as empresas.

O constante movimento dos mercados financeiros e a imprevisibilidade dos eventos econômicos fazem aparecer novos desafios para quem atua na área de riscos. Novos modelos e metodologias continuam surgindo para que os riscos possam ser bem gerenciados. Crouhy, Galai e Mark [4] mostram essa transformação através da perspectiva histórica da medição de risco, que evolui com simples indicadores, como valor de face, passando por medidas de sensibilidade, como a *duration* e a convexidade, até chegar as metodologias como o *Value at Risk* (VaR).

Segundo Assaf Neto [5], o VaR é um método de fácil compreensão e amplamente utilizado na mensuração e gestão do risco de mercado. Através de técnicas estatísticas, o VaR mensura, em condições normais de mercado e considerando um certo grau de confiança num horizonte de tempo, a perda esperada máxima de um título ou de uma carteira de títulos. O VaR também é uma das medidas de risco usadas pelos acordos de Basileia para regular o sistema bancário.

Em 1988, o Comitê de Basileia de Supervisão Bancária (CBSB) divulgou o primeiro Acordo de Capital, oficialmente denominado *International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards*, com o objetivo de criar exigências mínimas de capital para instituições financeiras como forma de fazer face ao risco de crédito. Em 1996, o CBSB [6] publicou uma emenda ao Acordo de 1988, incorporando ao capital exigido parcela para cobertura dos riscos de mercado e não apenas risco de crédito.

A emenda diferencia a carteira de negociação (*trading book*) e a carteira bancária (*banking book*) de um banco. O *trading book* é composto de inúmeros instrumentos financeiros negociados pelo banco (ações, títulos, swaps, contratos a termo, opções e etc.) e normalmente é reavaliado todos os dias. Já o *banking book* é composto principalmente de empréstimos e financiamentos e, em geral, não é reavaliado com regularidade diária para fins gerenciais e contábeis.

Em 2004, o CBSB [7] publicou uma revisão do documento *International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards*, conhecido por Basileia II, concedendo às Instituições Financeiras, desde que autorizada pelas autoridades monetárias participantes do acordo, a possibilidade de uso de modelos internos para cálculo da exigência de capital para as parcelas de risco de mercado, que até então adotavam o método padronizado, definido pelos Bancos Centrais de cada jurisdição. As propostas sugeriram, para efeito

de alocação de capital de risco de mercado, duas alternativas de cálculo: a abordagem padronizada e a abordagem baseada em modelos internos.

Conforme Araujo, Moreira e Clemente [8], a abordagem padronizada apresenta algumas limitações técnicas na metodologia de cálculo da exigência de capital, como exemplo, sua natureza estática, o que a torna inadequada para capturar alterações nos padrões de volatilidade e nas correlações dos fatores de risco. Esta limitação é preocupante, principalmente em se tratando de mercados sujeitos a oscilações consideráveis nos preços de seus ativos. A exigência de capital baseada em tal método, ao ser calibrada para determinado cenário, pode rapidamente se tornar excessiva, caso haja uma redução nos níveis de volatilidade, ou insuficiente em caso contrário.

Já a abordagem baseada em modelos internos (ou proprietários), segundo Ribeiro Vieira [9], teve como ponto de partida o consenso de que as instituições financeiras seriam capazes de elaborar modelos mais apurados, por terem maior conhecimento das carteiras que administram. A gestão ativa destes modelos proporcionaria maior eficiência na alocação de capital, em comparação à predefinição de percentuais aplicados sobre os ativos das instituições e indistintamente adotados por todo o sistema financeiro. Com a finalidade de assegurar um grau mínimo de padronização, transparência e consistência dos resultados obtidos para os diferentes sistemas proprietários, foram estabelecidas pelo CBSB [10] algumas restrições qualitativas e quantitativas no cálculo do VaR diário.

A última crise financeira global, período 2007 a 2008, que teve origem no mercado de hipotecas norte-americano e ficou apelidada de crise do *subprime*, foi a grande motivadora das novas diretrizes postas pelo CBSB para a regulação do setor financeiro. Após esta crise, diversas medidas foram tomadas pelo Comitê de Estabilidade Financeira do Banco de Compensações Internacionais – *Bank for International Settlements (BIS)* – com o objetivo de construir um sistema financeiro mais seguro e assegurar sua resiliência em períodos de estresse. Tais medidas ficaram conhecidas como Basileia III (CBSB [11]).

Apesar de Basileia III não introduzir novas diretrizes para o gerenciamento do risco de mercado, em julho de 2009, já haviam sido publicados pelo Comitê de Basileia os documentos - *Enhancements to the Basel II Framework (CBSB [10])*, *Revisions to the Basel II Market Risk Framework (CBSB [10])* e *Guidelines for Computing Capital for Incremental Risk in the Trading Book (CBSB [12])*, propondo medidas adicionais para o fortalecimento e maior solidez do mercado financeiro.

Em Julho de 2009, o Banco Central do Brasil (BACEN) publicou a Circular nº 3.478 (BACEN [13]), estabelecendo critérios e cronograma para o processo de autorização do uso de modelos internos para cálculo da Parcela de Risco de Mercado (PRM) no Brasil. O órgão regulador brasileiro adotou integralmente as recomendações de Basileia para o cálculo da exigência.

A Circular Bacen nº 3.646 (BACEN [14]), publicada em Março de 2013, substituiu a norma anterior e definiu os atuais critérios mínimos e procedimentos de cálculo, por meio de modelos internos de risco de mercado, do valor diário referente à parcela $RWAMINT$ ¹ do montante dos ativos ponderados pelo risco (RWA) e Índice de Basileia, de que trata a Resolução Conselho Monetário Nacional (CMN) nº 4.193.

Destaca-se que em Janeiro de 2016, o CBSB [15] divulgou o documento - *Standards: Minimum Capital Requirements for Market Risk* tratando da revisão do framework de risco de mercado com o objetivo de garantir que os modelos padronizados e internos ofereçam resultados de capital credíveis e promovam a implementação consistente dos padrões em todas as jurisdições. As principais mudanças regulatórias no arcabouço da gestão de riscos de mercado foram as seguintes:

- i. revisão do limite entre a carteira de negociação e a carteira bancária;
- ii. revisão das abordagens de modelos padronizados e modelos internos para o risco de mercado;
- iii. mudança do uso da métrica *Value at Risk* (VaR) para *Expected Shortfall* (ES); e
- iv. incorporação do risco de iliquidez do mercado.

Este trabalho visa a conclusão do curso de Mestrado Profissional em Computação Aplicada, ministrado pela Universidade de Brasília (UnB), tendo por objetivo avaliar as abordagens (padronizada e modelos internos) de requerimento mínimo de capital para riscos de mercado. Propõe-se também a adoção de uma terceira alternativa para cálculo da alocação de capital com base em modelos internos, considerando o Índice de Giro de Volume de Negócios (IGN), exclusivamente para a carteira de negociação, como insumo dos modelos de VaR, em substituição do parâmetro fixo de horizonte de tempo - *Holding*

¹ $RWAMINT$ = Estabelece os requisitos mínimos e os procedimentos para o cálculo, por meio de modelos internos de risco de mercado, do valor diário referente à parcela dos ativos ponderados a risco de mercado. *Risk Weighted Asset* (RWA), de que trata a Resolução nº 4.193, de 1º de março de 2013, e dispõe sobre a autorização para uso dos referidos modelos.

Period (HP), para mensuração da necessidade de capital para cobertura das exposições sujeitas a risco de mercado.

O presente trabalho foi organizado da seguinte forma:

- i. Capítulo 2 define os riscos financeiros incorridos pela indústria financeira e apresenta modelo organizacional típico da função de gerenciamento de riscos em bancos;
- ii. Capítulo 3 faz um breve histórico e uma visão geral dos sucessivos regulamentos de risco introduzidos desde 1988, até a crise de 2008 e os novos regulamentos introduzidos como resposta à crise atual;
- iii. Capítulo 4 cita brevemente algumas métricas utilizadas na gestão de riscos de mercado, tais como *gap analysis*, *duration*, as gregas, e explica a medida VaR descrevendo seus principais métodos de cálculo, conhecidas como abordagens Delta-Normal, Simulação Histórica e Simulação de Monte Carlo;
- iv. Capítulo 5 estabelece o escopo de aplicação e os métodos de mensuração da exigência de capital para risco de mercado segundo as abordagens padronizada e modelos internos;
- v. Capítulo 6 demonstra os aspectos metodológicos e os resultados empíricos do estudo; e
- vi. Capítulo 7 apresenta as conclusões do trabalho e aborda também temas para discussões futuras no âmbito de gestão de risco de mercado.

1.2 Problema de Pesquisa

Jorion [3] ressalta que o gerenciamento do risco financeiro se refere ao desenvolvimento e implementação de processos para controlar os riscos financeiros e, nesse sentido, o *Value at Risk (VaR)* induziu o conceito de gestão de riscos global da empresa, cuja essência é a administração do risco global de uma instituição em todas as categorias e linhas de negócio.

Segundo Assaf Neto [5], o VaR também é uma das medidas de risco usadas pelos acordos de Basileia para regular o sistema bancário.

A emenda de 1996 publicada pelo CBSB [6] prescreveu o uso da métrica VaR na apuração da exigência de capital de risco de mercado para a carteira de negociação dos bancos,

considerando ainda os parâmetros de intervalo de confiança igual a 99% e *holding period* igual a 10 dias. Isso significa que ela enfoca a perda de reavaliação durante um período de 10 dias que, espera-se, será excedida apenas 1% do tempo.

Basileia introduziu também, à época, o multiplicador M associado ao risco de modelo, cujo capital que os bancos precisam manter é M vezes a medida de VaR. O multiplicador M é escolhido para cada banco individualmente pelos reguladores e deve ser de pelo menos 3,0. Para bancos com procedimentos de estimativa de VaR excelentes e bem testados, é provável que M será estabelecido como igual ao valor mínimo 3,0. Para outros bancos, o resultado pode ser maior.

Adicionalmente, após os eventos da crise de 2008, com vistas a reforçar a carga de capital para as exposições sujeitas ao risco de mercado, o CBSB revisou em 2009 o modo como o capital de risco de mercado é calculado. Uma das mudanças envolveu a inclusão do chamado VaR Estressado, que é uma medida de VaR baseada em como as variáveis de mercado se movimentaram durante um período de tempo particularmente adverso. Hull [16] destaca que Basileia III vem aumentando a quantidade de capital que os bancos devem manter e a proporção desse capital que deve estar em patrimônio líquido.

Outro ponto bastante questionável na fórmula de capital é fixação do horizonte temporal (*holding period*) de 10 dias para mensuração da alocação de capital. Do ponto de vista dos gestores de riscos, o horizonte temporal pode ser determinado pela natureza da carteira. Normalmente, os bancos reportam o VaR de suas posições na carteira de negociação sobre um horizonte diário, devido ao giro rápido das atividades de suas carteiras.

Tal cenário motivou a realização deste trabalho, cujo objetivo é examinar se as abordagens de VaR (abordagens padronizadas e modelos internos) utilizadas em um grande banco brasileiro para mensurar o risco de mercado são adequadas e resilientes o bastante para medir a sensibilidade aos fatores de risco de mercado associados aos ativos registrados na carteira de negociação.

1.2.1 Questões de Pesquisa

A seguir, destacam-se algumas questões de pesquisa que serviram para responder ao problema apresentado:

- i. os modelos de VaR mensuram adequadamente os riscos de mercado que as instituições financeiras estão expostas quando da tomada de posições em mercado?

- ii. existem diferenças relevantes entre as abordagens padronizada e modelos internos quanto ao requerimento mínimo de capital?
- iii. os títulos públicos que compõem uma carteira de negociação (*trading book*) realmente possuem boa liquidez no mercado?
- iv. os instrumentos financeiros negociados em mercado possuem diferentes horizontes de tempo (*holding period*) e conseqüentemente poderiam ter uma alocação de capital menor?
- v. essa alocação de capital (visão gerencial) estaria mais adequada ao perfil de risco da Instituição Financeira e, por esse motivo, poderia ser utilizada com métrica de exigência de capital no âmbito de Pilar 1 de Basileia?

1.3 Justificativa

A pesquisa em questão é justificada pela contribuição teórica e prática que pode ajudar na obtenção de novos conhecimentos, na área de Gestão de Riscos, tanto no meio econômico-financeiro, como também na academia.

O aprimoramento contínuo dos modelos de mensuração do VaR trazem maior segurança as instituições financeiras e/ou empresas, gerando oportunidades para realização de negócios mais rentáveis e duradouros, e com isso beneficiar suas estruturas de capital.

No Brasil, a maior parte das instituições financeiras adota o método padronizado para uso na gestão e requerimento mínimo de capital para riscos de mercado. No entanto, muitos desses bancos fizeram e ainda fazem investimentos relevantes com vistas ao uso da abordagem de modelos internos na gestão efetiva dos negócios de tesouraria. Cabe salientar que as instituições financeiras precisam ter a outorga do Banco Central do Brasil para fazer uso de modelos internos como requerimento mínimo de capital.

A discussão principal na indústria financeira envolvendo essas abordagens traz à tona a definição dos parâmetros de cálculo utilizados nos modelos de VaR e as diferenças observadas nos resultados obtidos para cada método.

Nesse sentido, justifica-se o aprofundamento da pesquisa na área para avaliar e entender melhor as características de cada método, observando o histórico de comportamento e as perspectivas de cenários prospectivos dos instrumentos financeiros utilizados na carteira de negociação.

Adicionalmente, é colocado em discussão nesta pesquisa a alocação de capital de risco de mercado pela métrica VaR, considerando o uso do método de cálculo do índice de giro de volume de negócios (IGN) em substituição ao parâmetro fixo de horizonte de tempo (*holding period*) definido na fórmula de mensuração da alocação de capital por meio da abordagem de modelos internos de risco de mercado.

É importante destacar que a Gestão de Riscos e de Capital é peça fundamental na definição da estratégia de negócios, no estabelecimento do apetite e tolerância a risco e na elaboração do orçamento das Instituições Financeiras, com vistas ao alinhamento do retorno esperado dos acionistas e a contribuição para o desenvolvimento do sistema financeiro nacional e da sociedade.

Por fim, cumpre comentar que o debate em torno dos modelos e parâmetros embutidos nos métodos de mensuração de riscos de mercado e seus impactos na Governança de Riscos está crescente na indústria financeira mundial. Nesse sentido, ressaltamos a importância do tema para um projeto de pesquisa e seu alinhamento com a busca constante das melhoras práticas adotadas em mercado.

1.4 Objetivo Geral

Estudar e avaliar os modelos de mensuração de VaR para aferição dos riscos de mercado e estabelecimento da alocação ótima de capital de uma carteira trading de uma grande instituição financeira.

Aditivamente, examinar e propor uma nova abordagem metodológica considerando o giro dos negócios transacionados nessa carteira, a partir da observação do comportamento dos instrumentos financeiros que normalmente compõem esse portfólio de negócios.

1.4.1 Objetivos Específicos

De forma mais específica, o estudo pretende contribuir em:

- i. avaliar os métodos de exigência de capital para risco de mercado de uma grande Instituição Financeira Nacional;
- ii. comparar os modelos de cálculo de capital para risco de mercado entre as abordagens padronizada e modelos internos (proprietários);

- iii. examinar e aplicar a metodologia de cálculo do índice de giro de volume de negócios (IGN) para ativos classificados numa carteira de negociação (*trading book*); e
- iv. otimizar a alocação de capital na abordagem de modelos internos de risco de mercado, utilizando a metodologia de cálculo do indicador IGN em substituição ao parâmetro fixo de *holding period*.

Capítulo 2

Riscos e Gestão de Riscos

Para gestores de riscos e reguladores de instituições financeiras, o risco refere-se à incerteza dos resultados e às consequências negativas que podem ter sobre uma empresa e ambos visam aumentar a resiliência das companhias em situações adversas. Como resultado de seus esforços, os riscos foram melhor identificados, mensurados, avaliados, monitorados, reportados, controlados e mitigados, e as práticas de gestão de riscos aperfeiçoadas e os modelos de risco tornaram-se mais difundidos. Hoje, o gerenciamento de riscos se tornou uma função central para os bancos, fundos e seguradoras.

Neste capítulo, procuram-se apresentar as definições de riscos financeiros no setor bancário e introduzir nas organizações as funções típicas de gerenciamento de riscos em bancos.

2.1 Incerteza, Risco e Exposição a Riscos

Bessis [17] descreve que o termo risco foi definido de várias maneiras ao longo do tempo. Algumas definições se concentram na probabilidade de um evento, outras referem-se à incerteza dos resultados, positiva ou negativa, e outras aos riscos como o subconjunto de incerteza que pode ser quantificado.

Groppelli e NikBakht [18] define o risco como o desvio dos resultados esperados em relação a uma média ou valor esperado. Também pode ser considerado como uma chance de que ocorra uma perda ou um ganho com o investimento num ativo ou projeto.

Padoveze [19] classifica o conceito de risco nas perspectivas abaixo:

- i. Risco como oportunidade: implícito no conceito de risco e retorno. Quanto maior o risco, maior o potencial de retorno, e necessariamente, de perda. Neste contexto,

a gestão de riscos significa utilizar técnicas para maximizar as oportunidades e minimizar os riscos;

- ii. Risco como perigo ou ameaça: refere-se a eventos potencialmente negativos como: perdas financeiras, fraudes, danos à reputação, roubo ou furto, morte ou injúria, falhas de sistemas ou demandas judiciais. Neste cenário, a gestão de riscos significa implementar ações administrativas para reduzir a probabilidade de eventos negativos sem incorrer em custos excessivos ou paralisar a organização; e
- iii. Risco como incerteza: relacionado à distribuição de todos os resultados possíveis, sejam positivos ou negativos. Neste panorama, a gestão de risco procura reduzir a variância entre os resultados planejados x reais.

Na ótica da indústria financeira, a visão de risco é diferente (Bessis [17]). O risco é definido pela incerteza que tem consequências adversas sobre os lucros ou a riqueza, ou a incerteza associada apenas aos resultados negativos. Esse é o ponto de vista dos reguladores e gestores de risco. Os regulamentos visam reforçar a resiliência dos bancos e do sistema financeiro em condições de estresse. Os gestores de risco são responsáveis pela identificação, avaliação e controle das probabilidades e das consequências de eventos adversos para a empresa.

Sob esse prisma, o risco é visto como o potencial de perda resultante da interação com a incerteza. A interação surge da exposição das empresas financeiras a tal aleatoriedade. Exposição é a medida em que uma empresa pode ser afetada por certos fatores que podem ter um impacto negativo sobre os ganhos. Por exemplo, a exposição à taxa de câmbio é o tamanho das receitas em moeda estrangeira; a exposição às taxas de juros pode ser medida pelo tamanho da dívida indexada às taxas de mercado.

A incerteza não pode ser eliminada, mas a exposição à incerteza pode ser mitigada. Os exemplos são numerosos. Uma empresa com receita em moeda estrangeira pode tomar empréstimos na mesma moeda estrangeira para minimizar o impacto gerador de flutuações da taxa de câmbio. As exposições podem ser compradas ou vendidas.

Os riscos de hedge podem ser alcançados tomando exposições inversas as posições compradas. Segurar uma ação em posição comprada, leva uma perda se as ações caírem. Em contrapartida a posição vendida é simétrica. Quando uma parte tem uma posição comprada e uma posição vendida na mesma ação, os ganhos e as perdas se compensam. Assim, uma posição perfeitamente coberta está sujeita à incerteza, mas não está exposta ao risco.

Hedging pode ser feito com instrumentos de caixa, mas é comumente feito com derivativos. Toledo Filho [20] conceitua derivativos como instrumentos financeiros cujo valor deriva de outros ativos subjacentes, utilizados por pessoas ou instituições nos mercados futuros ou de opções. Por exemplo, uma companhia disposta a cobrir sua exposição comprada em moeda estrangeira poderia celebrar um contrato, definindo hoje a taxa de câmbio futuro para converter as receitas estrangeiras em moeda nacional. Isso é mais fácil do que tentar emprestar na moeda estrangeira. Devido à sua flexibilidade, os derivados são instrumentos financeiros relevantes para imunização de posições e amplamente utilizados no mercado financeiro.

2.2 Tipos de Riscos Financeiros

Segundo Bessis [17], os riscos financeiros são definidos de acordo com as fontes de incerteza. As principais classes de riscos financeiros são: i) risco de crédito, ii) risco de mercado, iii) risco de liquidez e iv) risco de taxa de juros; e todos esses riscos estão divididos em subclasses a partir de eventos específicos que provocam perdas.

Amaral [21] demonstra na Tabela 2.1 os principais tipos de riscos financeiros e uma descrição sucinta dessas classes de riscos:

Tabela 2.1: Tipos de Riscos Financeiros na atividade bancária

Tipos de Riscos	Subcategoria	Descrição
Crédito	Descumprimento	Risco do ativo ou empréstimo se tornar ou em parte irrecuperável no caso de default
	Concentração	
	Colaterais	
Mercado	Taxa de Juros	Risco associado a instrumentos financeiros transacionados em mercados próprios e/ou por transações em mercados de reduzida liquidez
	Taxa de Câmbio	
	Preço de Mercadorias (Commodities)	
	Preço de Ações	
Risco de Taxa de Juros do Banking Book	Risco de Base Risco de GAP Opcionalidades	Risco associado a queda na receita líquida de juros, ou receita de juros menos custo de juros, devido aos movimentos das taxas
Liquidez	Fluxos de Caixa (Mismatches)	de juros Falta de Liquidez para fazer face aos compromissos assumidos
	Concentração (Mercado)	

Risco de Crédito:

O risco de crédito, definido por Brasiliano [22], consiste numa medida numérica da incerteza relacionada ao recebimento de um valor contratado a ser pago por um tomador de um empréstimo, contraparte de um contrato ou emissor de um título, descontadas as expectativas de recuperação e realização das garantias. Este risco está subdividido em risco de inadimplência, causado pelo não pagamento das parcelas referentes ao principal ou acréscimos de negociações corporativas por incapacidade do tomador do bem ou serviço; risco de degradação de crédito ligado a perda da qualidade da parte tomadora do crédito; risco de degradação das garantias relacionado a qualidade dos ativos dados em contrapartida em determinada negociação; risco soberano e risco de financiador que expressa a incapacidade dos tomadores de crédito em honrar seus compromissos por restrições legais, tributárias ou contratuais; por fim o risco de concentração, considerado estratégico, o qual expressa o grau de diversificação que as empresas optam para realizar seus investimentos.

De acordo com a Resolução CMN nº 4.557 (BACEN [23]), artigo 21º, o risco de crédito é conceituado com a possibilidade de ocorrência de perdas associadas a:

- i. *não cumprimento pela contraparte de suas obrigações nos termos pactuados;*
- ii. *desvalorização, redução de remunerações e ganhos esperados em instrumento financeiro decorrentes da deterioração da qualidade creditícia da contraparte, do interveniente ou do instrumento mitigador;*
- iii. *reestruturação de instrumentos financeiros; ou*
- iv. *custos de recuperação de exposições caracterizadas como ativos problemáticos.*

Risco de Mercado:

Por risco de mercado, Assaf Neto [24] define que o risco está relacionado às oscilações de preços dos ativos e passivos negociados em mercado, ou seja, pode ser entendido como a possibilidade de perdas decorrentes de variações em fatores como taxas de juros, taxas de câmbio, preços de ações e de mercadorias (*commodities*). Neste sentido, o risco de mercado está diretamente relacionado ao aspecto especulativo e incertezas assumidas pelas organizações, geralmente em decorrência da visualização de lucros futuros advindos de operações no mercado financeiro ou nos mercados específicos de produtos e serviços relacionados a este mercado.

Bessis [17] conceitua o risco de mercado como a possibilidade de perdas devido aos movimentos adverso de mercado, que reduzem os valores das posições realizadas pelos agentes. Os parâmetros de mercado flutuam aleatoriamente e são chamados de fatores de risco. Entende-se por fatores de risco as variáveis que alteram o valor de um instrumento financeiro, tais como taxas de juros, os preços de ações, os preços de mercadorias (*commodities*) e as taxas de câmbio.

O risco de mercado depende do período necessário para a venda dos ativos, uma vez que a magnitude dos movimentos do mercado tende a ser mais alargada durante períodos mais longos. O período de liquidação é menor para instrumentos facilmente negociáveis em mercados ativos e mais longos para instrumentos exóticos que são negociados em bases bilaterais. Os instrumentos que não são negociados em mercados organizados são marcados a mercado, dado que seus ganhos ou perdas são contabilizados pelas variações de valor, materializadas ou não por uma venda.

O CMN, através da Resolução nº 4.557 (BACEN [23]), artigo 25º, conceitua o risco de mercado como a possibilidade de ocorrência de perdas resultantes da flutuação nos valores de mercado de instrumentos detidos pela instituição. A definição de que trata essa resolução inclui:

- i. *o risco da variação das taxas de juros e dos preços de ações, para os instrumentos classificados na carteira de negociação (trading book); e*
- ii. *o risco da variação cambial e dos preços de mercadorias (commodities), para os instrumentos classificados na carteira de negociação (trading book) ou na carteira bancária (banking book)*

Risco de Liquidez:

Sá Silva *et al* [25] menciona que risco de liquidez está fortemente relacionado com as instituições financeiras e reflete a exposição face a determinadas perdas que apontam para a solvabilidade destas instituições em termos monetários. De um outro modo, assume-se que uma instituição deva manter ativos líquidos suficientes para suportar as suas responsabilidades e ao mesmo tempo para satisfazer os fluxos de caixa necessários, de forma a responder às obrigações, no momento da concretização do acordo, assumidas junto de terceiros.

A Resolução CMN nº 4.557 (BACEN [23]), artigo 37º, define o risco de liquidez como:

- i. *a possibilidade de a instituição não ser capaz de honrar eficientemente suas obrigações esperadas e inesperadas, correntes e futuras, incluindo as decorrentes de vinculação de garantias, sem afetar suas operações diárias e sem incorrer em perdas significativas; e*
- ii. *a possibilidade de a instituição não conseguir negociar a preço de mercado uma posição, devido ao seu tamanho elevado em relação ao volume normalmente transacionado ou em razão de alguma descontinuidade no mercado.*

O risco de liquidez de financiamento se materializa quando indivíduos e empresas são incapazes de contrair empréstimos, ou fazê-lo em condições normais. A liquidez de ativos refere-se ao caixa gerado pela venda de ativos no mercado como fonte alternativa de recursos, por exemplo, em caso de interrupção do mercado. A liquidez de ativos também se refere ao risco de que os preços se movam contra o comprador ou o vendedor como resultado de suas próprias negociações quando o mercado não consegue absorver as transações ao preço atual. O risco de liquidez também surge quando muitos agentes fazem negócios semelhantes. Por exemplo, os bancos que arrecadaram dinheiro da liquidação de ativos nas condições adversas da crise de 2008 enfrentaram perdas substanciais com os grandes descontos em seus negócios.

A extrema falta de liquidez resulta em falha. Tais condições são muitas vezes o resultado de outros riscos, sendo a maioria perdas resultantes de riscos de crédito ou de mercado. Essas perdas inesperadas levantam dúvidas com respeito à posição de crédito da organização, fazendo com que os credores se abstenham de emprestar mais à instituição com problemas. As retiradas maciças de fundos pelos clientes, ou o fechamento de linhas de crédito por outras instituições, são resultados potenciais de tais situações. Nesse sentido, o risco de liquidez é muitas vezes uma consequência de outros riscos.

Risco de Taxa de Juros do Banking Book (RTJBB):

Tanto o CBSB [26] quanto a Resolução CMN 4.557 (BACEN [23]), em seu artigo 28º, estabelecem que o Risco de Taxa de Juros do Banking Book (RTJBB) é o risco, atual ou prospectivo, do impacto de movimentos adversos das taxas de juros no capital e nos resultados da instituição financeira, para os instrumentos classificados na carteira bancária.

Segundo o CBSB [26], quando as taxas de juros se alteram, o valor presente e o momento dos fluxos de caixa futuros mudam também. Isso, por sua vez, altera o valor subjacente dos ativos, passivos e itens fora do balanço de um banco e, portanto, seu valor econômico. As mudanças nas taxas de juros também afetam os ganhos de um banco alterando as receitas e despesas sensíveis à taxa de juros, afetando sua receita líquida de juros. Bancos com um RTJBB excessivo pode representar uma ameaça significativa para a base de capital atual de um banco e/ou ganhos futuros se não for gerenciado adequadamente.

Os tomadores e doadores de recursos financeiros a taxas flutuantes têm custos de juros ou receitas indexadas às taxas de mercado de curto prazo. Empréstimos e dívidas de taxa fixa também estão sujeitos a risco de taxa de juros. Os credores de taxa fixa podem emprestar a uma taxa superior à sua taxa fixa se as taxas aumentarem e os mutuários de taxa fixa poderiam se beneficiar de taxas de juros mais baixas quando as taxas diminuïrem. Ambos estão expostos a flutuações da taxa de juros devido aos seus custos de oportunidade decorrentes dos movimentos do mercado.

2.3 Segmentos de Negócios no Setor Bancário

Há uma grande variedade de linhas de negócios no setor bancário, com diferentes práticas de gestão e diferentes fontes de riscos. Esta seção fornece uma visão geral da diversidade de atividades realizadas no setor bancário.

Conforme Oliveira, Campanhan e Martino [27], os bancos comerciais, em particular os bancos de varejo, são especializados em operações de curto e médio prazo, e oferecem capital de giro para o comércio, empresas prestadoras de serviços, indústrias, crédito rural e pessoas físicas; também prestam serviços a órgãos públicos, concessionárias de serviços públicos e a pessoas físicas e jurídicas em geral tais como: produtos de empréstimo, produtos de captação e prestação de serviços.

Já Bessis [17] destaca que banco comercial e de varejo tende a ser voltado para a massa por causa do grande número de transações, sendo que seus serviços financeiros abrangem todas as atividades de empréstimo a indivíduos, desde empréstimos de cartão de crédito e de consumo até hipotecas. O segmento de varejo também se estende a micro e pequenas empresas, tais como os de médicos ou serviços domésticos. As decisões de empréstimo baseiam-se numa combinação de sistemas automatizados e de monitoramento. As técnicas estatísticas são relevantes para avaliar o risco de crédito.

As operações de crédito corporativo padrão incluem operações de overnight, empréstimos de curto prazo (menos de um ano), crédito rotativo, empréstimos a médio e longo prazo, operações compromissadas e/ou grandes empréstimos comerciais e industriais. Tais transações estão sob a responsabilidade dos analistas de crédito e seus reportes. Analistas de crédito são especialistas da indústria que monitoram as posições de crédito dos clientes. Eles proporcionam as avaliações de crédito dos clientes, com base em julgamento de especialistas, para subsidiar a tomar decisão de financiamento.

Segundo Fernando *et al* [28], os Bancos de Investimento têm como escopo trabalhar com operações estruturadas para atender as necessidades das grandes clientes corporativas e instituições financeiras. Neste segmento, inclui-se também atividades de trading, sob a denominação genérica de *Corporate and Investment Banking* (CIB).

Grandes corporações exigem uma variedade de serviços e produtos, por exemplo, de empréstimos e instrumentos de *hedge* ou emissão de títulos. Uma série de atividades diferentes estão sob à égide do CIB. O financiamento de instituições financeiras, bancos, companhias de seguros e corretores é organizado como grupos separados, distintos dos dedicados a empresas comerciais e industriais. Fusões e aquisições formam outra linha de negócios.

Ainda, de acordo com Bessis [17], todas as atividades de financiamento especializado, ou "estruturado", também são realizadas por unidades dedicadas dentro do CIB. O es-

copo do financiamento especializado inclui atividades como financiamento de projetos, financiamento de ativos (navios ou aeronaves), financiamento de *commodities*, imóveis comerciais e exportações. A análise de risco difere bastante da avaliação de um cliente corporativo. Em geral, a principal fonte de reembolso são os fluxos de caixa gerados pelo (s) ativo (s), pelas suas operações ou pela venda do (s) ativo (s). A estruturação refere à montagem de produtos financeiros e derivativos, além de cláusulas contratuais (*covenants*) para tornar o risco mitigável. A securitização é um dos campos de financiamento especializado: consiste em vender um conjunto de empréstimos, que normalmente são mantidos no balanço dos bancos, para o mercado de capitais.

Hull [16] aponta que as atividades de *trading* envolvem negociação proprietária tradicional e negociação para terceiros. Na negociação proprietária, o banco está negociando para si mesmo, assumindo e desdobrando posições para fazer ganhos. *Trading* também é orientado para os clientes. "Vendas" designam negócios realizados quando o banco age em nome de seus clientes. O *sell side* é o banco, vendendo produtos para usuários finais. O *buy side* designa os clientes, corporações e gestores de ativos que compram os produtos, por exemplo para fins de *hedge*. Os operadores de mercado e os representantes de banco não estão autorizados a compartilhar informações, dado que podem conter dados privilegiados sobre um cliente corporativo que poderia inspirar negócios com base em informações não divulgadas. Os bancos também estão expostos ao risco de mercado de sua carteira de investimentos, que não é mantida para negociação, mas com um objetivo de desempenho a longo prazo.

Outras atividades não geram diretamente riscos financeiros tradicionais. Por exemplo, *private banking*, ou *asset management*, são atividades de gestão de recursos de terceiros. Os serviços de consultoria referem-se à prestação de serviços de consultoria oferecidos por bancos a empresas que consideram aquisições potenciais, como exemplo, que não implicam necessariamente desembolsos de caixa.

Para Bessis [17], a Figura 2.1 exemplifica as atividades bancárias agrupadas em polos principais:

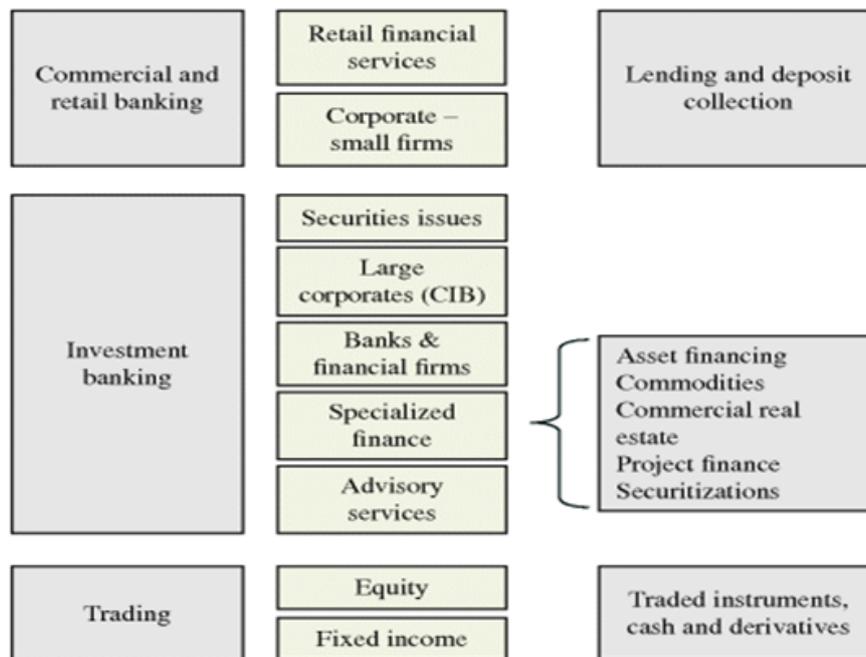


Figura 2.1: Atividades bancárias (principais polos).

2.4 Regulação Bancária e Normas Contábeis

As atividades bancárias estão sujeitas a um amplo conjunto de regras. Os riscos estão sujeitos às regras. A avaliação dos ativos e passivos e de resultado está sujeita as normas contábeis.

Os regulamentos de risco diferenciam-se entre a carteira de negociação (*trading book*) e a carteira bancária (*banking book*). A carteira bancária destina-se às operações pertencentes ao *core business* dos bancos comerciais, normalmente empréstimos e depósitos. Inclui todos os ativos e passivos que não são ativamente negociados pela instituição e geralmente mantidos até a sua maturidade. A carteira de negociação agrupa transações de mercado de capitais e está exposta ao risco de mercado. As posições detidas para negociação são mantidas em um horizonte de curto prazo, com a intenção de se beneficiar dos movimentos esperados dos preços de mercado.

Os regulamentos de risco, conforme detalhado por Bessis [17], referem-se diretamente à gestão do balanço, em especial, aos riscos de mercado e de crédito. As normas contábeis segregam os instrumentos em quatro classes diferentes por avaliação e tratamento de lucros e perdas:

- i. ativos financeiros a valor justo por meio de resultado;
- ii. empréstimos e recebíveis;
- iii. investimentos mantidos até o vencimento; e
- iv. ativos financeiros disponíveis para venda.

Partindo do conceito do *International Accounting Standards Board (IASB)*, tem-se que valor justo é o preço que seria recebido na venda de um ativo, ou pago na transferência de um passivo, na data da mensuração, em uma transação normal entre participantes do mercado. Essa definição praticamente foi mantida no documento *International Financial Reporting Standard (IFRS) 13 – Fair Value Measurement* emitido em 2011.

Os ativos financeiros a valor justo incluem todos os instrumentos adquiridos para aproveitar flutuações de preços e são administrados com a intenção de realizar lucros a curto prazo, cujo desempenho é avaliado em base de valor justo. Os derivativos são mantidos para negociação a menos que sejam considerados como *hedges*. Os ativos e passivos da carteira de negociação estão nesta categoria.

O valor justo está centrado no preço a que um ativo pode ser vendido: é o montante ao qual um ativo pode ser trocado entre as partes, compradores e vendedores conhecedores do assunto e dispostos a trocar o ativo. A avaliação depende se os mercados estão ativos ou não. Os mercados ativos ou mercados líquidos são aqueles onde o volume de transações fornece preços claros. Para outros instrumentos, os preços podem ser derivados de outros instrumentos negociados em mercados ativos, ou a avaliação é baseada em modelo.

Em condições ótimas, o valor justo considera que o ativo seria transacionado em um mercado regular e organizado, em condições justas, por agentes que manifestam interesses em comum em transacionar o ativo, mas não em condições impositivas (Lopes e Martins [29]). Notadamente, o mercado não é tão regular assim e pode ocorrer de não haver mercado ativo ou o ativo ser de baixa liquidez ou se tratar de um ativo personalizado. Para isso, foram estabelecidos níveis de mensuração do ativo em condições como essas.

Por conseguinte, Lustosa [30] descrevem que os instrumentos de mercado podem ser classificados em uma das três categorias conforme Tabela 2.2 a seguir:

Tabela 2.2: Níveis de Aplicação do Valor Justo e suas características

Tipo do Nível	Características
Nível 1	Quando houver disponibilidade de preços cotados em mercados em atividade para ativos e passivos idênticos e que a entidade que reporta tenha condição de acessá-los na data da mensuração.
Nível 2	Quando outros inputs, exceto preços cotados, estiverem disponíveis para o ativo ou passivo de modo direto ou indireto. São exemplos desses inputs: preços de ativos ou passivos similares em mercados ativos; preços do mesmo (ou similar) ativo ou passivo em mercados não ativos, onde há poucas transações, ou os preços variam bastante no tempo ou entre operadores do mercado; taxa de juros e de câmbio e etc.
Nível 3	Quando não há inputs observáveis para a mensuração do valor justo, que deverá ser calculado nesses casos com o uso de técnicas de avaliação. Ocorre em situações de inexistência de mercado ativo para o ativo ou passivo. A lógica de preço de saída da definição, mesmo nesses casos, deve prevalecer, e a empresa terá que estabelecer suas próprias premissas de como os participantes do mercado avaliariam o ativo ou passivo podendo, para tanto, usar suas informações internas e ajustá-las ao nível de conhecimento que os participantes do mercado teriam destas.

A avaliação por modelo é reconhecida como valor justo na ausência de um mercado ativo. Empréstimos e recebíveis são instrumentos com pagamentos contratuais e não são cotados em mercados ativos. Tais ativos são mantidos na carteira bancária. Assim, a receita é determinada de acordo com as regras de contabilidade de exercício das receitas e custos.

Instrumentos mantidos até o vencimento são ativos financeiros com pagamentos contratuais para os quais a intenção da administração não está sendo negociada. O portfólio de investimentos dos ativos financeiros de bancos, tais como obrigações, em que os bancos investem a longo prazo sem intenção de negociação, estão nesta categoria. Todos os outros ativos estão disponíveis para venda.

Os passivos estão ao valor justo por meio do resultado e outros passivos. Os passivos a valor justo são mantidos para negociação, ou designados como tal, e o desempenho é

baseado no valor justo. As outras responsabilidades incluem o financiamento normal do banco, sendo dívidas emitidas em mercados ou a empresas.

Na carteira de negociação, conforme Bessis [17], a avaliação do valor de um instrumento financeiro é baseada em marcação a mercado ou marcação a modelo para instrumentos ilíquidos. O desempenho é avaliado com base no valor justo: o resultado é medido como as variações de valor entre duas datas.

2.5 Gestão de Riscos

Consoante a Resolução CMN nº 4.557 (BACEN [23]), em seu artigo 6º, *a gestão integrada de riscos e de capital de uma instituição financeira exige que os riscos sejam identificados, mensurados, avaliados, monitorados, reportados, controlados e mitigados*. A gestão de risco corporativo aborda uma combinação de risco de crédito, risco de mercado, risco de taxa de juros, risco de liquidez e demais riscos. Práticas de risco definem quem deve ser responsável por esses riscos e como os processos de risco devem ser implementados.

Segundo Vale [31], a gestão de riscos admite que qualquer organização, independentemente do seu tamanho, fim lucrativo, origem de capitais, ou atividade económica, exista para gerar valor para os *stakeholders*. Todas as entidades enfrentam incertezas, o desafio da administração é determinar o nível de incerteza que a sua organização consegue enfrentar, aumentando, desta forma, o seu valor para os stakeholders e para ela própria.

Conforme Ferreira [32], a gestão de riscos é um meio para atingir um fim e não um fim em si mesmo. É um processo educativo que nos consciencializa para a existência de riscos e que aos gestores cabe a responsabilidade de os gerir.

O processo de Gestão de Riscos consiste em (Almeida [33]):

- i. definir e estabelecer o apetite e a tolerância ao risco;
- ii. identificar e avaliar os riscos de negócio;
- iii. avaliar as estratégias de Gestão de Risco;
- iv. desenhar e implementar ações de Gestão do Risco;
- v. monitorar e reportar as ações de risco;
- vi. informação para a tomada de Decisão.

2.5.1 Motivações

Existem fortes razões que motivam a boa avaliação e gestão de riscos nos processos de tomada de decisão, além do cumprimento dos requerimentos regulatórios de riscos e de capital.

Risco e retorno são dois lados da mesma moeda. É fácil emprestar e obter receitas atraentes de clientes arriscados. O preço a pagar é um risco maior do que o apetite a risco que o banco pode suportar, trazendo assim maiores perdas potenciais. O banco prudente limita os riscos, restringindo o volume de negócios e monitorando os clientes arriscados. Ele economiza perdas potenciais, mas pode sofrer com menores receitas e participação de mercado.

Bancos que não diferenciam os riscos de seus clientes podem sofrer com os movimentos adversos da economia. Superestimar bons riscos desencorajaria bons clientes de tomar crédito. Subestimar riscos ruins pode atrair clientes problemáticos a carteira. Desestimular os clientes relativamente bons e atrair os relativamente ruins resultaria em seleção adversa.

2.5.2 Processos de Risco

Os processos de risco incluem a identificação, mensuração, avaliação, monitoramento, reporte, controle e mitigação dos riscos. Os modelos de risco servem para medir e quantificar o risco e fornecem insumos para os processos e decisões de gerenciamento. Para serem eficazes, eles devem ser implementados dentro de um quadro organizacional dedicado que serve toda a empresa.

De acordo com Bessis [17], todos processos de risco implicam que o apetite pelo risco e as políticas de risco da empresa sejam devidamente definidos. Neste contexto, é comum que o controle dos riscos se baseia em limites de risco e suas delegações. O estabelecimento de limite impõe uma tolerância máxima ao risco com base na perda potencial das transações, ou em um conjunto de transações. As delegações servem para descentralizar as decisões de risco, dentro dos limites.

Aditivamente, Hull [16] menciona que limites visam evitar que eventos adversos possam prejudicar o portfólio de negócios da empresa. Os bancos precisam segmentar suas atividades em portfólios significativos, por exemplo, por unidade de negócios, produto ou tipo de clientes. Os limites de exposição são definidos para cada segmento de negócio e

conjunto de transações/clientes, formando assim uma hierarquia de limites e sublimites.

Para o risco de mercado, os limites podem ser definidos para carteira, grupos e livros específicos de negócios, em seguida, mesas de operações/operadores. As delegações são autorizações para agir e assumir riscos em nome da organização. As delegações descentralizam e simplificam o processo de risco, permitindo que os gestores locais tomem decisões sem se referirem aos níveis superiores da organização, no âmbito das suas delegações.

Limites de Risco de Mercado e Atividades de Negociação

De acordo com a Resolução CMN nº 4.557 (BACEN [23]), artigo 7º, a estrutura de gerenciamento de riscos deve prever:

- i. *políticas e estratégias para o gerenciamento de riscos, claramente documentadas, que estabeleçam limites e procedimentos destinados a manter a exposição aos riscos em conformidade com os níveis fixados na Declaração de Apetite a Riscos (RAS);*
- ii. *processos efetivos de rastreamento e reporte tempestivo de exceções às políticas de gerenciamento de riscos, aos limites e aos níveis de apetite por riscos fixados na RAS;*
- iii. *sistemas, rotinas e procedimentos para o gerenciamento de riscos;*
- iv. (...)

Qualquer sistema de limites requer uma ou várias medidas de risco utilizadas para determinar se uma transação, ou portfólio de negócios, está em conformidade com os limites. Para o risco de mercado, uma métrica de risco comum é a sensibilidade de uma posição ou de um conjunto de posições da carteira de negociação. As sensibilidades medem as variações de valores devido a choques padronizados em parâmetros de mercado, tais como taxas de juros, taxas de câmbio ou índices de ações. Há uma variedade de sensibilidades dependendo do tipo de produtos e dos fatores de risco que influenciam seus valores. Outras métricas de risco envolvem o custo de capital para risco de mercado, que incorpora outros elementos de risco de mercado, como a volatilidade do mercado e uma avaliação da probabilidade de perdas de várias magnitudes.

Como os ganhos e perdas na carteira de negociação são impulsionados pelo mercado, uma tolerância ao risco deve ser definida para as linhas de negócios, as mesas e os operadores. Essa tolerância ao risco é uma avaliação da perda máxima, para a linha de negócio ou para as mesas, considerada aceitável, mas que não deve ser excedida.

As políticas de negociação de ativos na Tesouraria devem ser amplamente documentadas. Os limites dependem das expectativas sobre as condições de mercado, tal como formuladas nos comitês da área de tesouraria dos bancos. A instabilidade do mercado pode exigir limites mais rigorosos, porque as chances de grandes flutuações são maiores. Um comitê de tesouraria diário formaliza as condições atuais do mercado. As mesas de operações de tesouraria podem operar dentro dos seus limites. Os limites são definidos para os vários escritórios consistentemente com o risco de mercado agregado. Os operadores de mercado cumprem limites limitando seus riscos, ou desfazendo suas posições, eventualmente em uma perda.

Conforme relatório de gestão de riscos Pilar III (BB [34]), do 2º Trimestre de 2017, em seu item 6.2.5, a Instituição Financeira avaliada neste estudo declara que:

- i. *os principais tipos de limites utilizados para gestão de riscos de mercado são os de Valor em Risco (VaR) e teste de estresse; e*
- ii. *no caso dos limites de VaR da Carteira de Negociação, tendo por objetivo evidenciar o nível de risco de mercado gerado pelas exposições e o respectivo impacto na exigência de capital para sua cobertura, são consideradas as métricas de VaR e de VaR Estressado.*

2.5.3 Organização e Funções de Gerenciamento de Riscos

Com base nas novas exigências regulatórias e as práticas modernas de gestão de riscos espalhadas no segmento bancário, alguns pontos de vista comuns sobre a organização do processo de gestão de risco emergiram.

O Departamento de Risco e o Modelo de Três Linhas de Defesa

O modelo de três linhas de defesa é um esquema conveniente usado para estruturar os papéis, responsabilidades e a transparência no que diz respeito à tomada de decisão, monitoramento do risco e para alcançar uma governança de risco eficaz em todo o banco. Ele ilustra como controles, processos e métodos são alinhados em grandes organizações.

Dada a representatividade que o modelo obteve globalmente, o *Institute of Internal Auditors* (IIA), buscando deixar mais clara a posição da auditoria interna no contexto das

organizações, passou a adotá-lo como meio de declarar o posicionamento da área de auditoria interna. Conforme modelo apresentado na Figura 2.2, o IIA [35] busca essencialmente diferenciar as responsabilidades em três grandes grupos, denominados linhas de defesa.



Figura 2.2: Modelo de Três Linhas de Defesa.

Segundo Bessis [17], as linhas de negócio, ou *front office*, constituem a primeira linha de defesa e são responsáveis pela identificação, medição e gestão todos os riscos dentro do seu âmbito de negócios. As linhas de negócio têm a responsabilidade primária para o gerenciamento de riscos no dia-a-dia. Como a gestão da linha de negócio está próxima da natureza mutável dos riscos, ela é capaz de tomar ações para gerenciar e mitigar esses riscos. As linhas de negócios preparam relatórios periódicos de auto-avaliação para identificar o status das questões de risco, incluindo planos de mitigação, se apropriado.

Estes relatórios são disponibilizados para a gerência executiva e para o departamento de risco global, que impõe a disciplina de risco. As práticas padrão impõem que a gestão de riscos deve ser centralizada e que exista uma "ruptura limpa" entre as linhas de negócio de risco e as unidades de supervisão de risco. O departamento de riscos garante uma avaliação e um controle de riscos independentes das linhas de negócio. O departamento é responsável pela orientação e implementação de políticas de risco, para monitorar sua execução adequada e cumprir com os processos de risco documentados. Define, com a alta administração, a política de risco do banco. O *Chief Risk Officer* (CRO) relata ao comitê executivo sênior, que fornece finalmente ao departamento de risco o poder de reforçar as políticas de risco.

Dado seus papéis, as percepções da mesma realidade de risco pelas linhas de negócios e o departamento de risco podem ser diferentes. Esta diferença de perspectivas é o que

agrega valor à empresa como um todo e ao processo de gestão de risco. No entanto, a eficácia do processo de risco pode ser questionada quando existem razões comerciais convincentes para prosseguir com uma transação. Aplicar o poder de um comitê de crédito requer algum processo de arbitragem quando surgem conflitos. A arbitragem entre partes conflitantes é tratada por níveis mais altos quando o processo não é conclusivo. Subir na hierarquia do banco garante que uma conclusão será alcançada e que a proposta será examinada minuciosamente em cada fase.

A existência de um departamento de risco não é suficiente para impor práticas sólidas de risco. Tanto a primeira como a segunda linha são responsáveis pela avaliação e controle dos riscos. Tornar o departamento de risco a única função responsável pelos riscos seria aliviar as linhas de negócios de suas responsabilidades de risco. Uma unidade centralizada de controle de riscos ficaria sobrecarregada com o número de questões de risco levantadas pelos *front offices*.

Para o IIA [35], a segunda linha de defesa consiste no estabelecimento de diversas funções de gerenciamento de riscos e conformidade para ajudar a desenvolver e/ou monitorar os controles da primeira linha de defesa, com destaque para:

- i. função (ou comitê) voltada para o gerenciamento de riscos;
- ii. função de *compliance*, com o objetivo de monitorar a não conformidade com as leis e regulamentos aplicáveis;
- iii. função de controladoria voltada para o monitoramento dos riscos financeiros e questões de divulgações financeiras.

Por fim, na terceira linha de defesa, o IIA [35] deixa claro o papel da auditoria interna, com destaque para os atributos de independência e objetividade:

Os auditores internos fornecem ao órgão de governança e à alta administração avaliações abrangentes baseadas no maior nível de independência e objetividade dentro da organização. Esse alto nível de independência não está disponível na segunda linha de defesa. A auditoria interna provê avaliações sobre a eficácia da governança, do gerenciamento de riscos e dos controles internos, incluindo a forma como a primeira e a segunda linhas de defesa alcançam os objetivos de gerenciamento de riscos e controle.

Rodrigues [36] destaca que, por meio dessa abordagem, a auditoria interna, de maneira independente e objetiva às outras duas linhas de defesa, terá condições de dar garantias

razoáveis (não absolutas) à alta administração e aos órgãos de governança de que os principais riscos estão identificados e estão “sob controle”.

De modo aditivo, Rodrigues [36] ressalta que sob o prisma dos controles internos, a divisão de funções, segregadamente definida, fica mais clara e lógica: a primeira linha executa os controles; a segunda linha normalmente desenha e/ou define os controles e a terceira linha avalia os controles.

Por fim, pela Figura 2.2, ainda é possível identificar o papel da administração, que consiste em oferecer subsídios para as três linhas de defesa, e o papel dos órgãos de governança monitorando as três linhas de defesa.

O Departamento de Gestão de Ativos e Passivos

O departamento de gestão de ativos e passivos - *Asset Liability Management* (ALM) é responsável pela gestão do financiamento e do balanço do banco, bem como pelo controle dos riscos de liquidez e de taxa de juro. A função de ALM é a função financeira nos bancos e é muitas vezes localizado dentro do departamento financeiro. O escopo do ALM estende-se principalmente à carteira bancária, e menos às atividades de negociação porque dependem principalmente de financiamento de curto prazo. Para controlar o risco de liquidez e o risco de taxa de juros, o ALM estabelece limites para futuras necessidades de financiamento e gerencia a dívida do banco. O risco de taxa de juro é medido pela volatilidade de variáveis-alvo, tais como a margem financeira do banco, utilizando derivativos de taxa de juros.

O comitê de ALM se reúne pelo menos mensalmente, ou quando necessário em condições adversas. Agrupa a alta administração, o *Chief Risk Officer* (CFO), o chefe da equipe de ALM e os executivos responsáveis pelo desenvolvimento de negócios e políticas comerciais. A alta gerência está envolvida porque as políticas de ALM têm uma influência estratégica na rentabilidade financeira do banco.

As políticas de ALM também têm interações fortes e diretas com a política comercial. A exposição bancária ao risco de taxa de juros e ao risco de liquidez depende do mix de produtos da carteira bancária. As políticas de ALM também têm um efeito direto sobre os preços para os clientes, uma vez que devem absorver o custo de financiamento do livro bancário. Além disso, a unidade ALM é responsável pelos preços internos dos fundos, pelo custo dos fundos cobrados das unidades de crédito e pela compensação financeira da

cobrança dos depósitos pelas sucursais.

Gerenciamento de Risco Corporativo (ERM)

Segundo Ching [37], a gestão de risco corporativo deve ser usada proativamente para balancear risco, oportunidade e valor. Ela lida com esses elementos que afetam a criação de valor da empresa e como o sucesso dessa gestão está relacionado com a aderência da empresa na utilização das melhores práticas.

Por conseguinte, Bessis [17] descreve que o gerenciamento de todo o banco implica que as métricas de retorno e de risco no nível global do banco estejam relacionadas as métricas semelhantes nos níveis de unidade de negócios, livros e transações. As políticas estabelecem limites globais e objetivos de lucro no nível da empresa, que são alocados às unidades de negócios. Esse processo de cima para baixo exige que o lucro agregado e os limites sejam alocados em níveis mais baixos da hierarquia de maneira consistente. O monitoramento e a divulgação de riscos e o desempenho é orientado de baixo para cima, partindo dos clientes/operações e terminando com riscos e retornos agregados. Ambos os processos exigem uma boa alocação de ganhos e de riscos em todo o banco.

À medida que os fundos são transferidos para atividades de empréstimo e de depósitos, os ganhos das linhas de negócios dependem de preços internos ou de transferência. O sistema de preços de transferência serve para alocar lucros entre linhas de negócios e transações e é necessário para conciliar os ganhos agregados com os ganhos das linhas de negócios e até o nível da transação.

Um sistema semelhante deve ser implementado para alocar uma parte do risco do banco para as unidades de negócio. Os sistemas de limites globais definem a hierarquia de limites e sublimites dentro da organização. Mas os sistemas de limites são distintos das medidas de risco.

Um fator chave para a agregação de risco é a diversificação do risco. Devido à diversificação, os riscos não se somam aritmeticamente. Em geral, a soma dos riscos individuais é menor do que a soma aritmética dos riscos. Esta propriedade bem conhecida de riscos sendo subaditivo é a fonte do problema desafiadora da alocação de risco. Para que os riscos sejam agregados de baixo para cima e alocados de cima para baixo, é necessário um mecanismo de alocação de risco. Em geral, a questão da alocação de risco é abordada pela alocação do capital do banco em carteiras e transações e envolve uma avaliação dos efeitos

de diversificação. Finalmente, os ganhos em transações ou carteiras não são comparáveis porque estão em geral expostos a diferentes níveis de risco. As performances precisam ser ajustadas pelo risco para serem comparáveis entre as atividades e comparáveis com a rentabilidade ajustada ao risco do banco. A questão é resolvida uma vez que os ganhos e os riscos são devidamente alocados, ajustando os ganhos com o custo do risco com base no custo do capital que suporta as transações.

Isso mostra que três blocos de construção devem ser projetados e montados para abordar a gestão de risco em todo o banco (Bessis [17]):

- i. sistemas de preços de transferência de fundos;
- ii. sistemas de alocação de riscos e de capital; e
- iii. medidas de desempenho ajustadas ao risco.

Esses são os componentes necessários dos sistemas de risco para alinhar as medidas de ganhos e riscos e os incentivos de gestão relacionados, em todas as linhas de negócios das grandes organizações.

Capítulo 3

Regulação Bancária Ampla

O princípio de adequação de capital é o fundamento de regulamentos destinados a tornar os bancos mais resilientes. Adequação de capital é o nível mínimo de capital para absorver as perdas potenciais do portfólio de negócios a que o banco está exposto. Assegurar um nível adequado de capital promoveu a emergência de práticas sólidas de gestão de riscos e impôs modelos projetados para quantificar as perdas potenciais de um banco decorrentes dos seus riscos atuais. Neste capítulo, será realizado breve histórico e uma visão geral dos sucessivos regulamentos de risco introduzidos desde 1988, até a crise de 2008 e aos novos regulamentos introduzidos como resposta à atual crise – Basileia III.

3.1 Princípios da Regulação

O objetivo principal dos regulamentos de risco é prevenir o risco sistêmico, ou o risco de colapso de todo o sistema devido às interconexões entre instituições financeiras. No entanto, os reguladores enfrentam dilemas quando tentam controlar os riscos.

Proporcionar mais liberdade aos bancos tem sido um argumento de longa data para evitar demasiadas regulamentações. Mas confiar em códigos de conduta, ao invés de regras, implicaria confiar na autodisciplina, ou "auto-regulação", que não inspiraria confiança no sistema.

O sistema financeiro está sujeito a um risco moral, que é uma situação em que uma parte é mais suscetível de assumir riscos porque os custos que poderiam resultar não serão suportados pela parte que toma o risco. Isso resulta numa tendência a estar mais disposto a assumir um risco, sabendo que os custos ou encargos potenciais de assumir tal risco serão suportados, no todo ou em parte, por outros.

Qualquer mecanismo de seguro potencialmente gera risco moral. Um dos regulamentos mais antigos é o seguro de depósito. No âmbito do seguro de depósito, aos depositantes são garantidos o valor de suas participações nos bancos, sujeito a um limite, que varia de jurisdições. O regulamento fornece alguma segurança aos depositantes, mas não tem muito efeito sobre o comportamento de risco dos bancos, uma vez que os depositantes não são capazes de impor uma disciplina nos bancos. A proteção dos depositantes bancários é um seguro potencialmente gerando risco moral na ausência de penalidade prévia para assumir riscos.

A responsabilidade limitada dos acionistas é outra fonte da falta de autodisciplina. Um aumento significativo do risco pode potencialmente conduzir a um comportamento de maximização do risco. Quando os riscos já são altos, os acionistas não têm muito a perder e eles podem preferir fazer apostas mais arriscadas que aumentam as chances de falhar. Quando os bancos enfrentam sérias dificuldades, as barreiras que limitam os riscos desaparecem.

A questão *Too Big to Fail* é uma fonte potencial de risco moral. Refere-se a uma situação em que nenhuma grande instituição pode quebrar por medo de contágio para muitos outros. Muitas grandes empresas estão emprestando para grandes empresas financeiras, e iria incorrer em grandes perdas se estes falharem. O efeito dominó refere-se ao efeito cascata do fracasso de grandes instituições, provocando a falha de outros, o que, por sua vez, desencadeia outra onda de falhas. Devido ao medo de tal efeito dominó, os reguladores podem não permitir que grandes instituições quebrem, gerando risco moral para as grandes empresas financeiras. A questão surge da interconexão das grandes instituições financeiras.

A crise financeira demonstrou que tais questões não eram hipotéticas. Nos Estados Unidos, depois de ajudar no resgate de algumas grandes instituições financeiras, as autoridades deixaram o Lehman Brothers cair em 2008, considerado o evento crítico no desenvolvimento da crise financeira. Talvez as autoridades desejassem demonstrar que nenhuma firma era grande demais para quebrar, mas acabou numa situação em que o risco sistêmico se materializou.

Os regulamentos que visam resolver os problemas que ocorrem em caso de falha, como o seguro de depósito, ajudam a garantir alguma confiança no sistema. Os planos de resolução para um desmantelamento ordenado de grandes empresas, promovido pelos reguladores após a crise, são outro exemplo. Mas são regras posteriores ao fato que não

impedem que os bancos assumam muito risco.

Conforme Niyama e Gomes [38], o conceito central de regulamentações de risco é o princípio da adequação de capital, que impõe uma base de capital proporcional aos riscos aos quais cada banco está exposto. Em vez de fazer e não fazer, os bancos precisam ter capital suficiente para tornar seus riscos sustentáveis. Se o capital é alto o suficiente para absorver grandes perdas, os bancos estariam seguros. O tamanho da base de capital depende da quantidade de risco que os bancos estão tomando. As regras baseadas em capital levantam questões de implementação, já que os encargos de capital dos bancos se tornam uma avaliação quantificada de seus riscos. As diretrizes para os regulamentos são definidas por um grupo de reguladores reunidos em Basileia no Bank for International Settlements (BIS), daí o nome de acordos de Basileia para as sucessivas rodadas de regulamentos desde o Acordo de Basileia 1.

3.2 Adequação de Capital

Sob o princípio de adequação de capital, o capital é a última linha de defesa para evitar o fracasso em condições de estresse (Bessis [17]). A solvência dos bancos não pode ser prejudicada a menos que a instituição incorra em perdas em excesso de capital. Quanto maior for a reserva de capital contra perdas, maior será a proteção. O princípio de adequação de capital é uma proteção preventiva contra falhas. Regulamentos baseados em capital impõem que as perdas de riscos sejam quantificadas. A quantificação do risco evoluiu a partir das regras simples do Acordo de Basileia 1 para o risco de crédito, até as regras mais elaboradas e complexas dos Acordos atuais - Basileia III (CBSB [15]).

A primeira implementação de regulamentos baseados em capital foi aplicada em 1988 para risco de crédito com a conhecida *Cooke Ratio*, iniciada com o Acordo de Basileia 1. O primeiro Acordo concentrou-se no risco de crédito. O *Cooke Ratio* estabeleceu o capital mínimo exigido como uma porcentagem fixa de ativos ponderados de acordo com sua qualidade de crédito. A base de capital incluiu qualquer dívida subordinada a outros compromissos pelo banco.

Segundo Niyama e Gomes [38], após a realização de estudos baseados em dados estatísticos realizados com base nos dados dos 50 maiores bancos norteamericanos, o CBSB concluiu que a relação de capital /risco (Cooke Ratio) dos ativos é de um coeficiente de 8%.

Para Niyama e Gomes [38], o CBSB entendeu que o coeficiente de 8% representava a

relação capital/risco dos ativos que melhor traduzia a alavancagem média do sistema (12,5 vezes = 1,00/12,5, ou seja, 0,08 centavos de real para cada 1,00 de ativo).

Os ativos ponderados pelo risco (RWA) são calculados como o produto da dimensão dos empréstimos com pesos de risco. Os pesos de risco servem para diferenciar a carga de capital de acordo com a qualidade de crédito dos indivíduos ou empresas. A exigência de capital é calculado segundo equação (3.1):

$$\text{Capital} = 8\% \times \text{Fator de Ponderação de Exposição} \times \text{Exposição ao Risco} \quad (3.1)$$

De acordo com Bessis [17], o Acordo de Basileia 1 foi projetado para manter os cálculos simples e permitir uma implementação mais fácil. Por exemplo, um empréstimo de valor USD 1000 com ponderação de risco de 100% tem um encargo de capital de USD 80; se o empréstimo for uma hipoteca, apoiada por propriedade teria um encargo de 50% x 8% x 1000 = USD 40 e assim sucessivamente.

A escala de ponderação começou a partir de zero, para compromissos com contrapartes soberanas dentro da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), no momento em que foi implementada a Basileia 1 e até 100% para as empresas não públicas. Outros pesos foram: 20% para bancos e municípios dentro de países da OCDE e 50% para empréstimos residenciais respaldados por hipotecas.

Atualmente, os mesmos conceitos gerais prevalecem, usando um índice de capital que é uma porcentagem de ativos ponderados pelo risco e pesos de risco sendo muito mais sensíveis ao risco.

Regulamentos não implicam que o risco real de uma carteira seja medido exatamente pelos encargos de capital. Eles determinam os encargos de capital para carteiras representativas da indústria como um todo, não das especificidades das carteiras de bancos individuais. Nesse sentido, os reguladores recomendaram que os bancos desenvolvam suas próprias estimativas de risco de crédito através de modelos. O capital econômico refere-se a melhor medida de risco específico das carteiras dos bancos.

O Acordo de Basileia 1 foi seguido pelas regulamentações de capital sobre o risco de mercado em 1996, alteradas em 1998 (CBSB [6]). A extensão do risco de mercado foi um passo importante em 1996/98, permitindo que os bancos usassem modelos proprietários para avaliar a carga de capital para o risco de mercado. Como os ativos negociados podem

ser liquidados em períodos curtos, as perdas relevantes são devidas aos movimentos do mercado no mesmo horizonte. O capital para risco de mercado deve proporcionar uma proteção contra a perda de valor que poderia ocorrer ao longo do horizonte de liquidação.

O CBSB [6] promoveu o conceito de valor em risco (*Value at Risk – VaR*). O VaR é a perda futura potencial para uma determinada carteira e um determinado horizonte, que não é excedido em mais do que uma pequena fração de resultados, que é o nível de confiança. A ideia básica é a mesma, definindo o valor mínimo da carga de capital, em função dos riscos. Os riscos são avaliados através de regras que definem os modelos de risco de mercado por risco de mercado ou por modelos de risco baseados no VaR. Uma vez que os encargos de capital com base no VaR foram autorizados, eles se tornaram generalizados no setor financeiro.

O Acordo de Basileia 2 para o crédito e a atualização para o risco de mercado foram publicadas, em junho de 2006, sob o documento "*International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards – A revised framework, comprehensive version*". Os objetivos desse Acordo foram (CBSB [7]):

- i. fortalecer as práticas de gestão de riscos;
- ii. promover requisitos de capital mais sensíveis ao risco através de uma maior utilização da avaliação dos bancos sobre a posição de crédito dos clientes; e
- iii. fornecer uma gama de abordagens para determinar os encargos de capital para o risco de crédito, permitindo que os bancos possam selecionar as opções que eram mais apropriadas para suas operações.

O Acordo também introduziu novos requisitos de capital para riscos operacionais, além de prover incentivos para uso da abordagem de modelos internos (Internal Rating Based - IRB) de risco de crédito. Quando não aplicável, os bancos podem confiar em vez disso em uma "abordagem padronizada", onde os pesos de risco são definidos regulatoriamente.

3.3 Algumas Lições da Crise Financeira

De acordo com Niyama e Gomes [38], no final do ano de 2010, o CBSB tornou público o novo conjunto de regras prudenciais em resposta à crise econômica financeira que atingiu aos bancos em nível mundial. A crise não só revelou a fragilidade do sistema financeiro, como também a ausência de regulação no setor.

Nascida no mercado de crédito imobiliário dos Estados Unidos em 2007, a crise bancária que tomou proporções internacionais em 2008 e 2009 intensificou o debate sobre a capacidade dos bancos de resistir a conjunturas macroeconômicas que elevam riscos e perdas. Numa reação à crise, em novembro de 2010, em encontro na Coréia do Sul, os países membros do G-20 firmaram compromisso de promover nova rodada global de aprimoramento de regras de prudência. O desdobramento foi o novo conjunto de recomendações do CBSB (Izaguirre [39]).

Para Bessis [17], a crise levantou uma série de questões, no que diz respeito à liquidez, contabilização do valor justo dos instrumentos financeiros ou de solvência, como eles interagem e resultam em contágio e pró-ciclicidade. O contágio refere-se às ondas de falhas provocadas por quebras individuais ao sistema como um todo. Pró-cíclica associa-se aos mecanismos que amplificam os ciclos do sistema financeiro.

3.3.1 Liquidez

Brunnermeier e Pederson [40] destacam que a crise foi caracterizada pela crise de liquidez que assolou o sistema financeiro em 2008. A falta de liquidez pode emergir da aversão ao risco dos credores em tempos de crise. Os participantes do mercado se abstêm de fornecer liquidez em um contexto de falhas, pois ninguém sabe quem é o próximo a falir. A questão quem vai ser o próximo a perder faz com que os potenciais credores reduzam sua exposição aos outros, por medo de sofrer perdas inesperadas de magnitudes indeterminadas.

Outros mecanismos contribuíram para o aperto de liquidez. A dependência excessiva dos fundos de curto prazo, característica do sistema no momento da crise, agrava o efeito de uma crise de liquidez. Uma vez que a liquidez secou, todos os compromissos de liquidez dos bancos, segundo o qual os bancos se comprometem a emprestar dentro dos limites para os clientes, foram desencadeados e traduzidos em uma grande quantidade de empréstimos involuntários. Os agentes financeiros tiveram de cumprir os seus compromissos precisamente quando tinham liquidez suficiente para si próprios. Os empréstimos involuntários eram uma fonte de liquidez para alguns, mas tornavam a liquidez ainda mais escassa à medida que as empresas financeiras começavam a acumular liquidez.

A crise de liquidez durou mesmo após injeções maciças de liquidez pelos bancos centrais através de vários programas de compras de ativos financeiros de bancos. Ao que tudo indica, bancos e firmas financeiras estavam acumulando liquidez como uma proteção contra a falta de liquidez em vez de usá-la para estender crédito. As autoridades monetárias não conseguiram evitar a crise de crédito que se seguiu.

3.3.2 Valor Justo

O valor justo é pró-cíclico, assim como as remarcações de todos os ativos contabilizados por esse critério, transacionados ou não (Laux e Leuz [41]). Muitos ativos perderam valor em mercados inativos e ilíquidos. Como consequência da magnitude da desaceleração, os valores justos pareciam desconectados dos valores fundamentais dos ativos. A categoria de ativos sujeitos a avaliação por modelo que, em circunstâncias normais, teriam sido bastante avaliados a partir dos preços, tiveram impacto dado que os preços marcado a modelo foram sujeitos a uma percepção negativa, já que muitos ativos perderam valor percebido à medida que a confiança nos modelos se evaporou.

3.3.3 Solvência

Quando os mercados estão em queda, as regras de valor justo desencadeiam reduções de carteiras, mesmo que não haja intenção de vendê-las, o que se traduz em perdas e corrói a base de capital dos bancos. Regras de valor justo em condições severas fizeram perdas inevitáveis. Além disso, bancos alavancados tendem a reduzir sua dívida através de vendas de ativos prioritariamente. Quando a liquidez se baseia em vendas de ativos em condições adversas, as remarcações ajustam para baixo a base de capital. Sob condições estressadas, a solvência e a liquidez se entrelaçam. Não importa se a iliquidez ou a solvência é a causa inicial. Uma vez que o mecanismo desencadeado, ele opera em ambos os sentidos (Niyama e Gomes [38]).

3.3.4 Pró-ciclicidade

Para empréstimos, instituições financeiras deram em garantia suas carteiras de títulos para os credores. Esse financiamento baseado em garantias está sujeito a índices de *Loan to Value* (LTV), pelo qual o valor dos ativos dados em garantia deve ser superior ao da dívida. Em uma recessão do mercado, o cumprimento de índices impõe que colateral adicional seja lançado para proteger os credores, ou, alternativamente, que a dívida seja reduzida. Em uma crise de liquidez e crédito, o dinheiro é gerado a partir das vendas de ativos para pagar a dívida. Comandos de vendas de ativos para reduzir a dívida e trazer de volta o valor deles em linha com os índices de *loan-to-value* (LTV) acrescenta turbulência ao mercado (Brunnermeier [42]).

O mecanismo é pró-cíclico. Comandos de vendas de ativos cria uma pressão descendente sobre os preços, o que desencadeia uma nova rodada de chamadas de colaterais. Esta nova rodada resulta em vendas adicionais de ativos e inicia outro ciclo de queda do mercado, e assim por diante. Um ciclo de *feedback* adverso entre os preços dos ativos e a

liquidez do sistema se desenvolve como resultado dessas interações. O mecanismo é fortemente pró-cíclico: se os valores dos ativos diminuírem, as vendas de ativos amplificarão a recessão. Em um sistema altamente alavancado, a dinâmica adversa se desenvolve até que o sistema se desalavanca sozinho.

Fundos não regulamentados tendem a alavancar suas carteiras para aumentar o retorno aos investidores. Em um ambiente favorável, os valores dos ativos estão acima e estender o crédito colateralizado aos fundos é fácil. Em um ambiente estressado, a desalavancagem dos fundos pressiona todo o sistema.

As regulamentações também são pró-cíclicas porque impõem *buffers* de capital que tendem a aumentar em condições adversas, enquanto simultaneamente as perdas encolhem a base de capital. O processo resulta em contração de crédito precisamente quando o crédito é mais necessário pelas empresas perseguindo fundos em mercados ilíquidos, e contribui para a contração de todo o sistema.

3.3.5 Securitização e Contágio do Risco de Crédito

Longstaff [43] cita que as securitizações estão associadas à venda de conjuntos de ativos da carteira bancária a investidores nos mercados de capitais, por meio de emissão de obrigações apoiadas por esses ativos. As securitizações formam um modelo de negócio "originar e distribuir" dos bancos, através do qual eles financiam seus empréstimos nos mercados e, simultaneamente, liberam capital necessário para suportar o risco de empréstimos vendidos. Antes da crise, os bancos descarregaram e distribuíram grandes quantidades de seu risco de crédito para os mercados de capitais. Acreditava-se que os chamados "ativos tóxicos", como os empréstimos *subprime*, tinham encontrado maneiras de ser vendido aos mercados e o risco tenha sido percebido como também disseminado em todo o sistema.

Segundo Hull [44], as agências de *rating* reconheceram que subestimaram o risco de títulos garantidos por ativos, muitos com o mais alto grau de qualidade e uma onda de *downgrades*. Comandos de baixa de risco trazem custos elevados para os fundos, e um maior retorno exigido, que traduzem em uma perda de valor dos ativos degradados. Os investidores de títulos lastreados em ativos securitizados, inicialmente de alta qualidade, sofreram perdas maciças. A confiança no mecanismo de securitização desapareceu, e com ele uma importante fonte de recursos para o sistema bancário.

3.3.6 Agências de *Rating* e Companhias de Seguros

A frequência dos rebaixamentos pelas agências de rating aumentou abruptamente no fim de 2007, dado que elas não pareciam ter antecipado o efeito da crise e assim foram apanhadas com más notícias. Ao invés de mensurar o rating gradualmente a partir da posição de crédito real das emissões, as agências ficaram retardando os rebaixamentos, ficando assim concentrados no tempo.

Todas as entidades foram atingidas por rebaixamentos de rating. Entre elas estão as companhias de seguros. Essas empresas melhoravam a qualidade de crédito dos ativos, fornecendo seguro contra perda de crédito. Mas a qualidade do instrumento "embrulhado" era tão boa quanto a qualidade da seguradora.

As companhias de seguro estenderam tantas garantias aos ativos, que foram altamente expostos ao risco e entraram em erupção em um curto período de tempo. Não demorou muito para que os ratings fossem rebaixados. A *American International Group* (AIG), a maior seguradora do mundo, estendeu o seguro de crédito negociando derivativos de crédito e entrou em colapso quando os credores exigiram que a empresa colocasse garantias contra seus numerosos compromissos (Bessis [17]).

3.4 A Resposta dos Reguladores para a Crise Financeira

Após a crise financeira de 2008, o CBSB introduziu uma série de medidas para tornar os bancos mais resistentes. Foram incorporadas várias atualizações significativas ao quadro regulamentar, reformulando os regulamentos, após o Acordo de Basileia 2, para novas regras de Basileia (2,5 ou 3). As principais publicações incluem:

- i. a revisão global do novo *framework* regulamentar publicada pela primeira vez em dezembro de 2010, revista em junho de 2011, *Basel III: A Global Regulatory Framework for More Resilient Banks and Banking Systems* (CBSB [11]);
- ii. a *Revision to the Basel 2 Market Risk Framework* é datado de Fevereiro de 2011 (CBSB [10]); o documento consultivo *Fundamental Review of the Trading Book: A Revised Market Risk Framework* foi apresentado ao setor em outubro de 2013 (CBSB [10]);
- iii. Em janeiro de 2016, foi publicado pelo Comitê de Basileia o documento final *Minimum capital requirements for Market Risk* (CBSB [15]), que trata da revisão do

normativo para requerimento mínimo de capital para risco de mercado e abrange os regulamentos de risco de crédito e risco de mercado, a partir desta data.

A Figura 3.1 mapeia as abordagens de Basileia 2 e os conjuntos sequenciais de novas regulamentações. As caixas sombreadas referem-se às extensões de Basileia para além de Basileia 2:

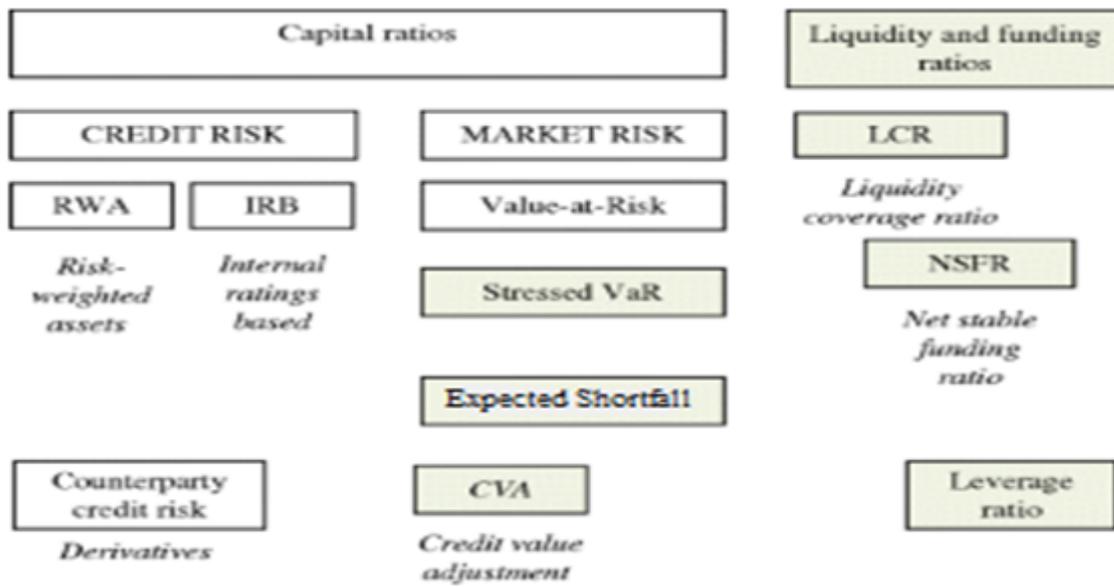


Figura 3.1: Visão Geral das Normas de Basileia.

Os blocos de Basileia 2 referem-se ao tratamento do risco de crédito para os encargos de capital de crédito, com os ativos ponderados pelo risco de acordo com os ratings internos dos bancos. A atual onda de regulamentos visa reforçar tanto a qualidade como a quantidade de capital. A fração do capital social no capital total é reforçada e o índice de capital aumenta. As publicações subsequentes impuseram novos requisitos de capital, com uma série de adições ao capital de Basileia 2.

As abordagens de risco de mercado incluem o capital baseado no VaR mais a abordagem padronizada do risco de mercado para as empresas que não cumprem os requisitos dos modelos internos. O VaR estressado foi introduzido como uma carga de capital adicional em 2011. Em 2016, foi incluído uma medida alternado baseada no conceito de *Expected Shortfall (ES)* para mensuração da carga de capital para risco de mercado (CBSB [15]).

O tratamento do risco de crédito da contraparte foi reforçado com o indicador *Credit Value Adjustment (CVA)* que mede o impacto da deterioração da posição de crédito sobre

o valor dos instrumentos derivados.

Em relação ao tratamento da liquidez, o CBSB introduziu três novos indicadores:

- i. o *Liquidity Coverage Ratio* (LCR) que impõe um nível mínimo de ativos líquidos de alta qualidade para enfrentar as perturbações do mercado para o financiamento dos bancos;
- ii. o *Net Stable Funding Ratio* (NSFR) que impõe um nível mínimo de financiamento a longo prazo, dependendo dos ativos dos bancos; e
- iii. o *Leverage Ratio* (LR) que limita a dimensão do balanço e de determinados compromissos extrapatrimoniais em função da base de capital.

Capítulo 4

Mensuração e Gestão de Riscos de Mercado

4.1 Risco de Mercado

O risco de mercado poder ser definido, segundo Saunders [45], como sendo a incerteza a respeito dos lucros de uma Instituição Financeira, resultante de mudanças de condições de mercado, tais como o preço de um ativo, taxas de juros, volatilidade de mercado e liquidez. Essa incerteza pode ser medida em períodos curtos, como de um dia, ou longos, como um ano. Além disso, pode ser definido em termos absolutos, sob a forma de exposição em valor monetário, ou em termos relativos, em comparação com algum padrão de referência.

Saunders [45] relata ainda que há pelo menos 5 motivos pelos quais a mensuração de risco de mercado é importante:

- i. informação gerencial: fornece informação à alta administração a respeito da exposição a risco assumida pelos operadores. Esta exposição pode ser comparada ao capital da instituição financeira;
- ii. fixação de limites: mede o risco de mercado das carteiras dos operadores, permitindo o estabelecimento de limites economicamente válidos de posição por operador;
- iii. alocação de recursos: compara resultados a riscos de mercado em diferentes áreas de operação, o que pode permitir a identificação de áreas com maior potencial de retorno por unidade de risco;
- iv. avaliação de desempenho: de forma semelhante, permite o cálculo do quociente entre o retorno e risco de operadores, possibilitando a implantação de um sistema de bonificação;

- v. regulamentação: o BIS propõe regulamentar o risco de mercado por meio da exigência de capital a partir da métrica do VaR.

4.1.1 Métricas de Risco antes do VaR

Para entender os avanços nas métricas de mensuração de risco de mercado, precisamos a priori avaliar os mecanismos tradicionais de avaliação de riscos e de liquidez.

Análise de GAP

A análise de GAP é uma abordagem comum que foi inicialmente desenvolvida pelas instituições financeiras para dar uma ideia simples da exposição ao risco de taxa de juros. Ela começa com a escolha de um horizonte apropriado e, em seguida, determina-se quanto da carteira de ativos ou passivos será reprecificada dentro deste período, e os valores envolvidos nos dão os ativos e passivos sensíveis à taxa de juros.

De acordo com Koch *et al.* [46], o modelo de GAP foca a gestão do risco de variação de taxa de juros no curto prazo e que o objetivo típico deste modelo é medir o resultado líquido proveniente das operações com juros e tentar identificar estratégias para estabilizá-lo ou aumentá-lo.

Conforme explica Koch *et al.* [46], a metodologia consiste em calcular o GAP (diferença entre Ativos e Passivos que possuem sensibilidade à variação na taxa de juros) em diferentes intervalos de tempo, ou seja, utilizando-se determinadas datas ou prazos de corte a partir de informações do Balanço Patrimonial numa determinada data-base. Os diferentes GAPs, em cada data de corte, são então analisados a fim de se verificar a variação potencial do resultado líquido em função de variações nas taxas de Juros.

Saunders [45], por sua vez, chama o modelo de análise de GAP de modelo de reprecificação. Nas palavras do autor:

O modelo de reprecificação ou hiato de financiamento é, em sua essência, uma análise contábil de fluxos de caixa do hiato de reprecificação entre a receita de juros obtida por uma Instituição Financeira com seus ativos e os juros pagos com seus passivos durante determinado período.

O modelo de hiato, ou reprecificação, conforme explica Saunders [45], calcula os hiatos, dentro de cada intervalo de tempo, através da análise da sensibilidade de cada ativo e de cada passivo à variação na taxa de juros. A sensibilidade à variação na taxa de

juros, esclarece o autor, significa, na verdade, a sensibilidade para o prazo residual até a reprecificação do ativo ou passivo.

De acordo com Saunders [45] a variação da receita líquida de juros de uma instituição financeira é calculada da seguinte maneira:

$$\Delta NII = GAP \times \Delta r, \quad (4.1)$$

Onde ΔNII é a variação da margem financeira e Δr é a variação das taxas de juros.

A análise de GAP é simples de realizar, mas tem suas limitações: i) aplica-se apenas ao risco de taxa de juros do balanço patrimonial; ii) analisa o impacto das taxas de juro sobre o rendimento, e não sobre os valores dos ativos ou passivos; e iii) os resultados podem ser sensíveis à escolha do período do horizonte.

Análise de Bid/Ask Spread

O bid-ask spread é uma medida importante para a avaliação da dinâmica de preços de instrumentos financeiros negociados em mercado. Ele mede diretamente o custo de executar trocas em intervalos muito curtos, calculado como a diferença entre o preço ofertado para compra e o preço ofertado de venda de um título. Pode ser entendido também como encargos que devem ser pagos para os negociadores que estejam dispostos a aguardar o aparecimento de contrapartes para possíveis negociações, oferecendo a estes o serviço de transação imediata (Demsetz [47]).

O bid-ask spread é a variável mais usada para medir liquidez de mercado. Os mercados que apresentam menores spreads nas cotações de seus preços são mais líquidos e os que abrem muito o spread são mercados menos líquidos.

O bid-ask spread é medido pela diferença entre o Ask Price (Preço de Venda) de fechamento e o Bid Price (Preço de Compra) de fechamento do mercado para cada título da amostra, ao longo do tempo. Essa medida revela a diferença entre as cotações de compra e venda e reflete os custos de transação. Em termos relativos, conforme Jorion [3], pode ser definido como segue:

$$S_p = \frac{P_a - P_b}{P_m}, \quad (4.2)$$

Sabendo-se que,

$$P_m = \frac{P_a + P_b}{2}, \quad (4.3)$$

Temos que a equação bid-ask spread é dada por:

$$S_p = \frac{P_a - P_b}{\frac{P_a + P_b}{2}}, \quad (4.4)$$

Onde:

S_p - é o *bid-ask spread*,

P_a - *ask price* (preço de oferta de venda)

P_b - *bid price* (preço de oferta de compra)

P_m - preço médio

Quanto menor o spread mais firme será o mercado e, portanto, menor o risco de liquidez. O uso do bid-ask spread no ponto médio das cotações se justifica se o objetivo do estudo for a estimação do impacto no preço no longo prazo, ou a contribuição das trocas para a variância de preços; então o bid-ask no ponto médio é uma variável alternativa sensível ao preço. (Hasbrouck [48]).

Oliveira [27] adota com base em estudos empíricos, que as estimativas do bid-ask spread percentual, variaram entre 0.5% para ações mais líquidas até 6% para as ações mais ilíquidas.

Análise da Duration

Muitas instituições financeiras, conforme explica Koch *et al.* [46], fazem a gestão do risco de variação à taxa de juros através da análise da duration de títulos individuais ou através da análise da duration de portfólios inteiros. A duration é a medida da elasticidade, em relação a mudanças nas taxas de que determina a mudança no valor de mercado de títulos. Koch *et al.* [46] examina o modelo de análise de duration como uma alternativa à visão estática do modelo de análise de GAP ou modelo de reprecificação.

A *Duration* de Macaulay (D) de uma obrigação ou de qualquer outro título pode ser definida como a média ponderada do vencimento dos fluxos de caixa da obrigação, sendo

os pesos o valor presente de cada fluxo de caixa relativo ao valor presente de todos os fluxos de caixa conforme equação 4.5:

$$D = \sum_{i=1}^n [i \times PVCF_i] / \sum_{i=1}^n [PVCF_i], \quad (4.5)$$

Onde $PVCF_i$ é o valor presente do fluxo de caixa do período i , descontado ao rendimento do ponto apropriado. A métrica de *duration* é útil dado que fornece uma indicação da sensibilidade dos fluxos de caixa a uma mudança de taxa de retorno:

$$\% \text{ Sensibilidade do Fluxo de Caixa} \approx -D \times \frac{\Delta y}{1 + y}, \quad (4.6)$$

Onde y é a taxa de retorno e Δy é a sensibilidade da mudança da taxa de retorno.

A *duration*, segundo Saunders [45], possui o seguinte significado econômico, isto é, representa a sensibilidade do valor do ativo ou passivo à taxa de juros. Desta maneira, a *duration* é uma medida direta da elasticidade de um ativo ou passivo em relação à taxa de juros. Quanto maior o valor numérico da *duration* para um ativo ou passivo, mais sensível é o preço deste ativo ou passivo a mudanças ou choques de taxas de juros. Portanto, para qualquer variação na taxa de juros, os títulos que possuem *duration* mais longa sofrem maior perda de valor, ou geram um ganho de valor maior do que os títulos de *duration* mais curta.

A principal relevância da *duration* para uma instituição financeira, segundo Saunders [45], está na sua utilidade como medida voltada para a gestão da instituição ao risco de variação na taxa de juros. De acordo com o autor, a medida é importante porque permite que uma instituição financeira faça a imunização de seu Balanço Patrimonial, ou apenas parte dele, contra o risco de variação à taxa de juros.

Percebe-se que as Tesourarias de instituições financeiras podem fazer uso do modelo de análise de *duration* para mitigar sua exposição ao risco de variação da taxa de juros e que este modelo é muito mais eficaz que o modelo de reprecificação, pois leva em consideração a alteração do valor de mercado dos ativos e passivos com relação à variação na taxa de juros. De acordo com Koch *et al.* [46], o modelo de análise de *duration* é mais eficiente porque, diferentemente do modelo estático de análise de GAP, reconhece o valor no tempo de cada fluxo de caixa do Balanço e, desta forma, evita as dificuldades no que tange a concentração de prazos de vencimentos ou datas de corte.

Entretanto, o modelo também não está livre de críticas. Em primeiro lugar, o casamento de durations pode ser muito difícil e caro (Saunders [45]). No entanto, o surgimento de instrumentos financeiros como os derivativos e a venda ou securitização de ativos minimizam esse tipo de problema. Em segundo lugar, a mitigação do risco à variação de taxa de juros baseada no modelo é uma estratégia extremamente dinâmica e exige que o responsável pela Tesouraria reestruture suas carteiras continuamente, pois a duration muda constantemente e a uma velocidade diferente da passagem efetiva do tempo.

Além disso, existe o problema da convexidade, a saber, como explica Saunders [45], o modelo de duration pressupõe que existe uma relação linear entre variação de preço de ativos ou passivos e a variação no nível da taxa de juros. Isso é verdade para variações pequenas nas taxas de juros, mas quando há variações grandes o modelo de duration, no caso de subida da taxa de juros, costuma predizer de forma exagerada a queda dos preços dos títulos e, no caso de queda da taxa de juros, costuma subestimar a subida dos preços dos títulos. Desta maneira, a Tesouraria deve ajustar o modelo de duration para minimizar o efeito da convexidade.

Para Saunders [45], o modelo de duration, embora apresente problemas práticos, é bastante robusto e capaz de lidar com problemas como a convexidade, a mudança de duration bastante dinâmica, entre outros. Assim sendo, ele é bastante utilizado pelas Tesourarias das instituições financeiras para gestão de risco de taxa de juros.

Análise de Cenários

A análise de cenários ou análise “what if” é um outro tipo de abordagem em que se estabelece diferentes cenários e, a partir deles, é avaliado o potencial de ganho ou perda na carteira. Para realização desse tipo de abordagem, é selecionado um conjunto de variáveis relevantes e suas evoluções ao longo de um horizonte de tempo. Posteriormente, estimam-se os fluxos de caixas e/ou valores contábeis dos ativos e passivos em cada cenário e tais resultados são utilizados para avaliar as exposições na carteira.

A análise de cenários não é fácil de realizar. Depende muito da capacidade das instituições de identificar os cenários corretos, e existem relativamente poucas regras para nos guiar ao selecioná-los. Precisa-se assegurar de que os cenários que examinamos sejam razoáveis e não envolvam suposições contraditórias ou excessivamente implausíveis. Precisamos também pensar nas inter-relações entre as variáveis envolvidas.

A análise de cenários não diz nada sobre a probabilidade de diferentes cenários, por isso precisamos usar nosso julgamento ao avaliar a importância prática de diferentes cenários. Em última análise, os resultados das análises de cenários são altamente subjetivos e dependem, em grande parte, da habilidade ou não do analista.

As Gregas

Ao lidar com posições de derivativos, podemos também estimar seus riscos a partir das “letras gregas” ou, simplesmente, as “gregas”. Cada letra grega mede uma dimensão diferente do risco em posição num instrumento derivativo, sendo que o objetivo do trader é gerenciar as gregas de modo que todos os riscos sejam aceitáveis.

Hull [44] descreve que as gregas são importantes instrumentos de administração do risco, pois mostram as exposições marginais que cada um dos fatores de formação de preço traz para o preço das opções.

O conceito das “letras gregas” na avaliação do risco de mercado é apresentado a seguir:

- i. Delta (Δ): é definido como a taxa de mudança do preço do derivativo com relação ao preço do ativo subjacente.

$$\Delta = \frac{\partial c}{\partial S}, \quad (4.2)$$

onde c é o preço do derivativo e S é o preço da ação.

- ii. Gamma (Γ): mede a taxa de mudança do delta do portfólio com relação ao preço do ativo subjacente.

$$\Gamma = \frac{\partial^2 \Pi}{\partial S^2}, \quad (4.3)$$

onde Γ é a segunda derivada parcial do portfólio com relação ao preço do ativo.

- iii. Rho (P): é a taxa de mudança do valor do portfólio com relação à taxa de juros.

$$P = \frac{\partial \Pi}{\partial r}, \quad (4.4)$$

onde P mede a sensibilidade do valor de um portfólio a uma mudança na taxa de juros quando todos os outros fatores permanecem os mesmos.

- iv. Vega: é a taxa de mudança do valor do portfólio com relação à volatilidade do ativo subjacente.

$$\mathcal{V} = \frac{\partial \Pi}{\partial \sigma}, \quad (4.5)$$

Se o vega é altamente positivo ou altamente negativo, o valor do portfólio é bastante sensível a pequenas mudanças na volatilidade. Se é próximo de zero, as mudanças de volatilidade têm relativamente pouco impacto sobre o valor do portfólio.

- v. Teta (Φ): mede a taxa de mudança do valor do portfólio com relação à passagem do tempo quando tudo mais permanece igual. O teta também é chamado de decaimento temporal do portfólio.

$$\Phi (\text{opção de compra}) = \frac{S_0 N'(d_1) \sigma}{2\sqrt{T}} - r K e^{-rT} N(d_2), \quad (4.6)$$

$$\Phi (\text{opção de venda}) = \frac{S_0 N'(d_1) \sigma}{2\sqrt{T}} + r K e^{-rT} N(-d_2), \quad (4.7)$$

Dowd [49] ressalta que os usos dessas medidas só fazem sentido dentro dos limites de uma estratégia de hedge dinâmico: as medidas e posições de hedge resultantes só funcionam contra pequenas mudanças nos fatores de risco e, somente se, forem então revisadas suficientemente frequentemente. Há sempre a preocupação de que essas medidas e suas estratégias de hedge associadas podem falhar em cobrir-nos contra movimentos importantes do mercado, como falhas no mercado de ações ou no mercado de títulos, ou uma grande desvalorização.

Quando o mercado de ações caiu em outubro de 1987, segundo Dowd [49], a onda de ordens de venda causada pela queda do mercado de ações significou que essas ordens poderiam levar horas para serem executadas e os vendedores tiveram seus preços ainda mais baixos do que o esperado. A combinação de grandes movimentos do mercado e o súbito ressecamento de liquidez podem significar que as posições assumem grandes prejuízos mesmo que sejam supostamente protegidas por estratégias de hedge dinâmicas. Foi esse tipo de problema que desfez o seguro de uma carteira e outras estratégias de hedge dinâmicas no crash do mercado de ações, quando muitas pessoas sofreram grandes perdas em posições que eles achavam que haviam protegido.

4.1.2 O conceito do Value at Risk (VaR)

A principal vantagem do Value at Risk (VaR) é que ele resume o risco de uma instituição financeira devido a variáveis do mercado financeiro em uma única medida fácil de se entender. Esta é a razão pela qual o VaR se tornou uma ferramenta essencial na comunicação dos riscos para a alta administração, diretores e acionistas. O banco J.P. Morgan foi um dos primeiros usuários do VaR, revelando no seu relatório anual de 1994, que o seu VaR era, em média, de 15 milhões de dólares, ao nível de confiança de 95% para um dia. Seus acionistas puderam então julgar se estavam confortáveis com este nível de risco (Jorion [3]).

Definido formalmente segundo Jorion [3], o VaR sintetiza a maior perda esperada em um determinado período de tempo e em um intervalo de confiança. O primeiro passo para medir o VaR é a escolha do horizonte temporal e do nível de confiança. Estes dois fatores são, de certa forma, arbitrários e devem ser orientados de acordo com o objetivo do VaR.

4.1.3 Value-at-Risk (VaR) – A origem do desenvolvimento do VaR

Dowd [49] ressalta que, a partir da década de 80s, várias instituições financeiras importantes começaram a trabalhar em modelos internos para medir e agregar riscos em toda a instituição para seus próprios objetivos de gerenciamento de riscos.

O mais conhecido desses sistemas é o sistema RiskMetrics desenvolvido pelo Banco JP Morgan. De acordo com Dowd [49], este sistema se originou quando o presidente do JP Morgan, Dennis Weatherstone, pediu a sua equipe que lhe desse um relatório diário indicando o risco e perdas potenciais nas próximas 24 horas, em toda a carteira de negociação do banco. Este relatório, o famoso "relatório 4:15", deveria ser entregue a ele às 4:15 de cada dia, após o fechamento da negociação.

Para atender a essa demanda, a equipe do JP Morgan teve que desenvolver um sistema para medir os riscos em diferentes posições comerciais, em toda a instituição e também agregar esses riscos em uma única medida de risco. A medida utilizada foi o Value at Risk (VaR), sendo estimado a partir de um sistema baseado na teoria de carteiras de Markovitz [50].

Markovitz [50] enfatizou que o risco e retorno devem ser considerados conjuntamente

e propôs o desvio padrão como medida de dispersão de apelo intuitivo. Em seu trabalho, Markovitz [50] demonstrou também que a relação entre risco e retorno é esperado num arcabouço de média-variância. Embora fosse direta, tornar esse sistema operacional demandou uma enorme quantidade de trabalho: convenções de medição tiveram que ser escolhidas, conjuntos de dados construídos, pressupostos estatísticos acordados, procedimentos determinados para estimar volatilidades e correlações, sistemas de computação estabelecidos para realizar estimativas e muitos outros práticos resolvidos.

Desenvolver essa metodologia demorou muito, mas por volta de 1990, os principais elementos (os sistemas de dados, a metodologia de mensuração do risco e a mecânica básica) estavam todos no lugar e trabalhando razoavelmente bem. Nesse ponto, decidiu-se começar a usar o “relatório 4:15”, e logo foi descoberto que o novo sistema de gestão de riscos teve um efeito positivo importante.

Em 1994, o banco JP Morgan criou a unidade RiskMetrics e uma versão simplificada de seu modelo interno também denominado *RiskMetrics* [51]. Em 1995, a empresa disponibilizou o acesso aos dados sobre variâncias e covariâncias entre várias classes de valores mobiliários e de ativos que vinham sendo usados internamente pela instituição financeira para a gestão de riscos, já por quase uma década, e permitiu que desenvolvedores de software concebessem um programa de mensuração desses riscos.

A adoção subsequente de sistemas baseados em VaR foi muito rápida, primeiro entre as casas de valores mobiliários e os bancos de investimento, e depois entre os bancos comerciais, fundos de pensão e outras instituições financeiras e empresas não-financeiras. Destaca-se que a própria metodologia VaR foi ampliada para lidar com outros tipos de riscos, além dos riscos de mercado para os quais os sistemas de VaR foram inicialmente desenvolvidos, como exemplo risco de crédito.

Dowd [49] apresenta uma Tabela 4.1 trazendo diferenças importantes entre a teoria de carteiras de Markovitz [50] e a métrica VaR:

Tabela 4.1: Diferenças importantes entre a teoria de carteiras e o VaR

Teoria de Carteiras (Markovitz)	Value at Risk (VaR)
Interpreta o risco em termos do desvio padrão dos retornos	Aborda a interpretação em termos da perda máxima provável. A noção VaR é mais intuitiva e mais fácil de entender pelos leigos.
Pressupõe que os ganhos e perdas ou retornos são normalmente (ou, na melhor das hipóteses, elipticamente) distribuídos	Enquanto VaR abordagens podem acomodar uma gama muito ampla de possíveis distribuições. As abordagens do VaR são, portanto, mais gerais.
A teoria de carteiras é limitada aos riscos de mercado	Enquanto as abordagens de VaR podem ser aplicadas a riscos de crédito, liquidez e outros, bem como a riscos de mercado A abordagem variância-covariância do VaR tem a mesma base teórica que a teoria de carteiras. De fato, sua base teórica é a teoria da carteira - mas outras duas abordagens para o VaR (por exemplo, a simulação histórica e a simulação de Monte Carlo) não. Seria, portanto, um erro considerar todas as abordagens de VaR como aplicações (ou desenvolvimentos) da teoria da carteira.

4.1.4 Atrações do VaR

Então, o que é o VaR? E por que ele é importante? O conceito básico foi bem descrito por Linsmeier e Pearson [52]:

O Value at Risk (VaR) é uma medida única, sumária e estatística de possíveis perdas de carteira, especificamente, o VaR é uma métrica que mensura as perdas devido a movimentos normais de mercado. Perdas maiores que o valor em risco ocorrem apenas com uma pequena probabilidade especificada. Dadas às hipóteses simplificadoras utilizadas em seu cálculo, o VaR agrega em um único número todos os riscos de uma carteira, sendo assim, útil para uso na gestão da empresa, relato aos reguladores ou divulgação a mercado. Usando-se uma medida estatística, o conceito de valor em risco é simples de entender e é apenas uma maneira de descrever a magnitude das prováveis perdas na carteira.

O VaR tem duas características importantes. A primeira é que fornece uma medida comum e consistente do risco entre diferentes posições e fatores de risco. Permite medir o

risco associado a uma posição de renda fixa de forma comparável e consistente com uma medida do risco associado às posições de capital por exemplo. A outra característica é que leva em consideração as correlações entre os diferentes fatores de risco. Se dois riscos se compensam, o VaR permite que o risco geral fique bem baixo. Se os mesmos dois riscos não se compensarem mutuamente, o VaR leva isso em conta também e dá uma estimativa de risco mais alta. Claramente, uma medida de risco que contabiliza correlações é essencial se quisermos ser capazes de lidar com os riscos de carteira de uma forma estatisticamente significativa.

Dowd [49] descreve ainda que as informações de VaR podem ser usadas de muitas maneiras:

- i. a empresa pode usá-lo para definir sua meta global de risco, e a partir daí, determinar alvos de risco e limites para os segmentos de negócio;
- ii. dado que o VaR indica o montante máximo de potencial de perdas, pode-se então usá-lo como métrica para determinar a alocação de capital ou até ao nível da decisão individual de investimento: quanto mais arriscada a atividade, maior o VaR e maior o requisito de capital;
- iii. o VaR pode ser muito útil para fins de reporte e divulgação a mercado;
- iv. pode-se usar as informações de VaR para avaliar os riscos de diferentes oportunidades de investimento antes que as decisões sejam tomadas. As regras de decisão baseadas no VaR podem orientar as decisões de investimento, hedging e negociação e fazê-lo levando em conta as implicações de opções alternativas para o risco de carteira como um todo;
- v. serem úteis para implementação de estratégias de hedge; e
- vi. fornecer novas regras de remuneração aos funcionários que levam em conta os riscos que assumem e, assim, desencorajar a tomada de risco excessiva que ocorre quando são recompensados em apenas com base nos lucros, sem qualquer referência aos riscos que tomaram para obter esses lucros.

Em resumo, o VaR pode ajudar a proporcionar uma abordagem mais consistente e integrada para o gerenciamento de diferentes riscos, levando também a uma maior transparência e divulgação de riscos e a uma melhor gestão estratégica.

4.1.5 Críticas ao VaR

A maioria dos profissionais de risco abraçou o VaR com diversos graus de entusiasmo e a maior parte do debate tratou dos méritos relativos aos diferentes sistemas: os prós e contras do modelo *RiskMetrics* [51], das abordagens paramétricas relativas às abordagens de simulação histórica e assim sucessivamente. Entretanto, houve também aqueles que advertiram que o VaR tinha problemas mais profundos e seu uso poderia ser perigoso.

O argumento relacionado de que as estimativas de VaR são muito imprecisas para serem de grande utilidade e evidências empíricas apresentadas por Beder [53] e outros a este respeito são muito preocupantes, pois sugerem que diferentes modelos de VaR podem dar estimativas muito diferentes. O trabalho de Marshall e Siegel [54] mostrou que os modelos de VaR também estavam expostos a um considerável risco de implementação e, que por isso mesmo, modelos teoricamente semelhantes poderiam dar estimativas bastante diferentes devido às diferenças nas formas de implementação.

O perigo aqui é seguinte: se as estimativas de VaR são muito imprecisas e os usuários levam a sério, eles poderiam assumir riscos muito maiores e perder muito mais do que tinham negociado. Hoppe [55] disse *"acreditar numa estimativa precária do risco é pior do que admitir a irrefutável falta de confiabilidade de uma estimativa. A falsa certeza é mais perigosa do que a ignorância reconhecida"*. Taleb [56] colocou o mesmo ponto de uma maneira diferente: "Você está pior em confiar numa informação enganosa do que em não ter nenhuma informação. Se você dá a um piloto um altímetro que às vezes é defeituoso ele vai travar o avião. Não lhe dê nada e ele olhará pela janela".

Outro problema foi apontado por Linsmeier e Pearson [52]: eles ressaltaram que se as medidas de VaR forem usadas para controlar ou remunerar a tomada de riscos, os operadores de mercado terão incentivo para procurar posições onde o risco é superestimado ou subestimado e trocá-las. Assim, assumirão um risco maior do que o sugerido pelas estimativas de VaR. Logo, tal estimativas serão tendenciosas para baixo e suas evidências empíricas sugerem que a magnitude destas subestimações pode ser muito substancial.

Outros sugeriram que o uso do VaR poderia desestabilizar o sistema financeiro. Danielsson e Zigrand [57], Basak e Shapiro [58] propuseram boas razões para acreditar que as restrições do VaR poderiam desestabilizar o sistema financeiro, induzindo os bancos a aumentar sua assunção de risco: por exemplo, um limite VaR pode dar aos gerentes de risco um incentivo para se proteger contra perdas leves, mas não contra grandes perdas.

As medidas de risco VaR também estão abertas a críticas de uma direção muito diferente. Mesmo que se conceda a utilidade de medidas de risco com base na parte inferior da função de densidade de probabilidade, ainda há a questão de saber se o VaR é a melhor medida de risco baseada na cauda, e agora está claro que não é.

Artzner *et al.* [59] examinaram esta questão expondo os axiomas que uma medida de risco "boa"(ou, em seus termos, coerente) deve satisfazer. Em seguida, procuraram medidas de risco que satisfizessem essas propriedades de coerência e verificaram que o VaR não as satisfazia. Verifica-se que a medida VaR tem vários problemas, mas talvez o mais surpreendente seja a sua incapacidade de satisfazer a propriedade de sub-adição, ou seja, não podemos garantir que o VaR de uma posição combinada não será maior do que o VaR das posições constituintes consideradas individualmente. O risco da soma, medida pelo VaR, pode ser maior do que a soma dos riscos. Felizmente, há outras medidas de risco baseadas na cauda que satisfazem as propriedades de coerência e mais notavelmente a perda esperada da cauda *Expected Tail Loss* (ETL), o valor esperado das perdas que excedem o VaR. O ES demonstrou ser superior ao VaR, mas muitas das outras críticas feitas de VaR também se aplicam ao ES. Sendo assim, métricas de risco devem ainda serem aplicadas com grande cautela.

4.2 Parâmetros Subjetivos do VaR

Calcular o VaR implica definir, a priori, três parâmetros arbitrários: o nível de confiança, o tamanho da janela e o período de tempo (holding period). Todos são elementos subjetivos e não há um consenso sobre a definição destes. Por exemplo, a abordagem do modelo interno, proposto pelo CBSB, estabelece um intervalo de confiança de 99%, um período de tempo de 10 dias e uma janela de 250 dias (um ano). O VaR resultante é então multiplicado por um fator de 3 para fornecer a exigência mínima de capital para fins de regulamentação.

O CBSB escolheu, presumivelmente, um período de 10 dias, visto que ele reflete o trade-off entre os custos de monitoramento frequente e os benefícios da detecção antecipada das perdas potenciais (Jorion [3]).

Na verdade, o período de tempo depende do objetivo do VaR, se o objetivo é o VaR para um relatório interno, VaR diário; se para um relatório para os acionistas, VaR mensal. Outro fator é a liquidez dos ativos que compõem a carteira. Ativos mais líquidos

implicam que os investidores devem liquidar suas posições o mais rápido em função de más perspectivas do cenário econômico. Para ativos menos líquidos é necessário um maior tempo para liquidação dos ativos, pode ser o caso de um VaR mensal.

Segundo Dowd [49], no tocante ao nível de confiança há poucas diretrizes, o CBSB sugere 99%, o mesmo é utilizado pelo Banker Trust; o Citibank, de 94,5%; e o J. P. Morgan, de 95%. Níveis maiores do VaR implicam em maiores requisitos de capital.

Segundo Jorge [60], qualquer que seja o nível de confiança adotado, este deve levar em conta os seguintes aspectos:

- i. os requisitos de capital aumentam com o grau de confiança;
- ii. o nível de confiança escolhido deve obedecer a certos critérios contabilísticos uniformes de modo a permitir a comparação entre as instituições;
- iii. o nível escolhido deve enquadrar-se nas práticas de controle e gestão de risco que forneçam aos líderes da instituição uma visão realista da empresa.

Ao se escolher um nível de confiança de 95%, significa uma expectativa de que a cada 20 dias uma perda supere o VaR, já um nível de 99% é o mesmo que aguardar uma perda a cada 100 dias. Assim sendo, para 99% de confiança são necessários no mínimo 100 dias para confirmar a concordância do modelo, é um tempo longo em relação a 95% de confiança, por tal razão neste trabalho adotar-se-á 95% de confiança para o cálculo do VaR.

De uma forma geral, a escolha do nível de significância deve ser feita de acordo com a recomendação de Beder [53]. Segundo este autor, a escolha é feita de acordo com o propósito da utilização do VaR. Se for para a determinação de capital, a escolha depende do grau de aversão ao risco do investidor. Quanto mais avesso menor o nível. Se o objetivo é comparar técnicas a escolha é irrelevante, devendo, no entanto, manter a consistência entre os métodos.

O tamanho da janela é o tamanho da amostra (o período de observação) usada na estimação dos parâmetros do VaR. O tamanho da janela está relacionado com o objetivo da estimação e disponibilidade dos dados. De uma forma geral os trabalhos acadêmicos mostram que quanto maior a janela, melhores são os resultados, exemplo de trabalho que ratifica isto (Beder [53]).

As expressões dadas são bem gerais, a correta mensuração do VaR passa pela função de distribuição de probabilidades do ativo (ou da carteira). A quantidade relativamente grande de opções de cálculo do VaR dar-se exatamente pelas possibilidades distintas de especificação das funções de distribuição de probabilidade futura. As seções a seguir tratam das mais relevantes variações do VaR presentes na literatura.

4.3 A mensuração do VaR

Jorion [3] explica o cálculo do VaR com uma complexidade crescente. O autor começa com os conceitos mais básicos, adicionando novos elementos e novas metodologias de cálculo. A seguir, descrever-se-á, segundo este autor, os passos para se calcular o VaR, o cálculo do VaR para distribuições gerais e o cálculo do VaR paramétrico, de uma maneira bem simples, que será aprofundada posteriormente.

Passos para se calcular o VaR

Suponhamos que seja necessário medir o VaR de uma carteira de ações no valor 100 milhões de unidades monetárias num horizonte temporal de 10 dias, ao nível de confiança de 99%. Os passos a serem implementados serão os seguintes:

- i. determinar o valor da carteira hoje (isto é, 100 milhões de unidades monetárias);
- ii. medir a variabilidade dos fatores de risco (por exemplo, 15% ao ano);
- iii. definir o horizonte temporal (por exemplo, 10 dias úteis);
- iv. definir o nível de confiança (por exemplo, 99%, que corresponde a um múltiplo (" α ") de 2,33, supondo-se uma distribuição normal);
- v. declarar a pior perda resultante do processamento de toda a informação acima (isto é, um VaR de 7 milhões de unidades monetárias).

Cálculos do VaR para distribuições gerais

O método geral é baseado na distribuição empírica e no quantil amostral. Para computar o VaR de uma carteira, define-se:

W_0 = investimento inicial

R = taxa de retorno do investimento, com retorno esperado μ e volatilidade σ

W = valor da carteira ao fim do horizonte considerado : $W = W_0(1 + R)$ (4.13)

W^* = menor valor da carteira ao nível de confiança c : $W^* = W_0(1 + R^*)$ (4.14)

O VaR pode ser definido como a perda, em unidades monetárias, em relação à média:

$$\text{VaR (média)} = E(W) - W^* = -W_0(R^* - \mu) \quad (4.15)$$

O VaR também pode ser definido como a perda absoluta em unidades monetárias (sem levar em consideração o valor esperado):

$$\text{VaR (absoluto)} = W_0 - W^* = -W_0 R^* \quad (4.16)$$

Nos dois casos, calcular o VaR é identificar o valor mínimo W^* ou o retorno crítico R^* . De uma maneira mais geral, o VaR pode ser derivado da distribuição de probabilidade do valor futuro da carteira, $f(w)$. Considerando-se um nível de confiança c , queremos encontrar W^* de tal maneira que a probabilidade de se exceder este valor seja c :

$$c = \int_{W^*}^{\infty} f(w) dw \quad (4.17)$$

ou, alternativamente, de que a probabilidade de um valor menor que W^* seja $1 - c$:

$$1 - c = \int_{-\infty}^{W^*} f(w) dw = P(w \leq W^*) = p \quad (4.18)$$

O valor W^* é denominado “quantil” da distribuição. Neste caso não se usou o desvio-padrão para determinar o VaR.

Cálculo do VaR para distribuições paramétricas

O método paramétrico tenta ajustar uma distribuição paramétrica (como, por exemplo, a distribuição normal) aos dados. A suposição de normalidade da distribuição dos retornos simplifica o cálculo do VaR de forma considerável. Neste caso, o VaR pode ser calculado diretamente a partir do desvio-padrão da carteira, utilizando-se um multiplicador correspondente ao nível de confiança.

Em primeiro lugar, é necessário transformar a distribuição geral $f(w)$ em uma distribuição normal padronizada $\Phi(\varepsilon)$, em que a média de ε seja zero e seu desvio-padrão seja 1. W^* é associado ao retorno crítico R^* tal que $W^* = W_0(1 + R^*)$. Geralmente, R^* é negativo e também pode ser escrito como $-|R^*|$. Pode-se, além disso, associar R^* a um fator $\alpha > 0$, proveniente de uma normal padronizada, por meio de:

$$-\alpha = \frac{-[R^*] - \mu}{\sigma} \quad (4.19)$$

e isto equivale a estabelecer que:

$$1 - c = \int_{-\infty}^{W^*} f(w) dw = \int_{-\infty}^{-[R^*]} f(r) dr = \int_{-\infty}^{-\alpha} \Phi(\varepsilon) d\varepsilon \quad (4.20)$$

Deste modo, a questão de se encontrar o VaR é descobrir o fator α de forma que a área à sua esquerda seja $1 - c$. Isto é feito usando-se as tabelas da função distribuição normal padronizada cumulativa, que é a área à esquerda de uma variável normal padronizada, com valor igual a d :

$$N(d) = \int_{-\infty}^d \Phi(\varepsilon) d\varepsilon \quad (4.21)$$

O retorno crítico é então:

$$R^* = -\alpha\sigma + \mu \quad (4.22)$$

Supondo-se que os parâmetros μ e σ estejam expressos em bases anuais e que o intervalo de tempo considerado seja Δt (em anos), temos que o VaR em relação à média é:

$$VaR(absolute) = -W_0 R^* = W_0 (\alpha \sigma \sqrt{\Delta t} - \mu \Delta t) \quad (4.23)$$

A distribuição normal é simples de ser tratada e sua aplicação no cálculo do VaR é adequada quando se trabalha com carteiras grandes e bem diversificadas; entretanto, não é indicada para carteiras com muitas opções e com exposição a uma pequena quantidade de riscos financeiros.

4.4 Raiz Quadrada do Tempo

Hull [44] ressalta que os analistas de mercado quase sempre definem o período de tempo em 1 dia no primeiro momento, quando o VaR é estimado para mensuração do risco de mercado. Isso ocorre porque em geral não temos dados suficientes disponíveis para estimar diretamente o comportamento das variáveis de mercado durante períodos maiores do que 1 dia. O pressuposto mais usado é que:

$$VaR_N = VaR_1 \times \sqrt{N} \quad (4.24)$$

Em que:

$$VaR_1 = VaR \text{ de } 1 \text{ dia } \acute{u}til$$

$$N = \text{Número de dias } \acute{u}teis \text{ total}$$

$$VaR_N = VaR \text{ de } N \text{ dias } \acute{u}teis$$

A fórmula descrita acima é exatamente verdadeira quando as mudanças no valor do portfólio em dias sucessivos têm distribuições normais idênticas independentes com média zero. Em outros casos, ela é uma aproximação. No segmento bancário, é amplamente utilizada a técnica de extrapolação do VaR pela raiz quadrada do tempo dada na equação 4.24.

4.5 Modelos de Mensuração do Risco da Carteira

Segundo Jorion [61], o caminho mais curto para a mensuração do VaR assume que os retornos são funções lineares (ou funções delta) de fatores de risco distribuídos normalmente. O método delta normal é uma aplicação direta da análise de carteira tradicional, que é baseada em variâncias e covariâncias. O método é analítico porque o VaR é derivado de soluções preconcebidas e possibilita um controle melhor da mensuração do risco, através de uma decomposição do VaR da carteira. Entretanto, uma das inconveniências dos modelos lineares de VaR é que o tamanho da matriz de covariância aumenta geometricamente com o número de ativos.

Uma carteira é caracterizada pelas posições nos ativos que a constituem. Se as posições forem fixas no horizonte temporal selecionado, o retorno da carteira será uma combinação linear dos retornos dos ativos subjacentes, no qual os pesos serão dados pela participação relativa investida em cada ativo no início do período considerado. Assim, o VaR da carteira pode ser construído a partir de uma combinação dos riscos dos ativos subjacentes.

Vamos definir a taxa de retorno da carteira t e $t+1$ como:

$$R_{p,t+1} = \sum_{i=1}^N w_i R_{i,t+1}, \quad (4.25)$$

Onde:

N é o número de ativos,

$R_{i,t+1}$ é o retorno do ativo i , e

w_i é o peso deste ativo na carteira.

É possível que haja pesos positivos e negativos indicando posições comparadas (*‘long’*) e vendidas (*‘short’*), e valores maiores que 1, indicando um fundo alavancado. Também é possível que os retornos sejam expressos em unidades monetárias. Para que não haja confusão, ao longo deste trabalho, conforme sugestão de Jorion [61], convencionar-se-á que as posições em valores monetários serão denominadas ‘x’.

Na análise de média-variância tradicional, cada ativo é um título (*‘security’*), enquanto o VaR define os componentes como fatores de risco e w_i como a exposição linear a um

determinado fator de risco.

O retorno da carteira pode ser escrito em notação matricial:

$$R_{p,t+1} = w_1 R_1 + w_2 R_2 + \dots + w_n R_n = \begin{bmatrix} w_1 & w_2 & \dots & w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \dots \\ R_n \end{bmatrix} = w' R, \quad (4.26)$$

Em que w' representa o vetor de pesos transposto e R é o vetor contendo os retornos individuais dos ativos. O retorno esperado da carteira é, portanto:

$$E(R_P) = \mu_P = \sum_{i=1}^n w_i \mu_i, \quad (4.27)$$

e sua covariância é:

$$V(R_P) = \sigma_P^2 = \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n w_i w_j \sigma_{ij} = \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j < i}^n w_i w_j \sigma_{ij} \quad (4.28)$$

Esta soma leva em consideração tanto o risco dos ativos individuais σ_i^2 quanto todas as covariâncias, que resultam num total de $N(N-1)/2$ termos diferentes. À medida que o número de ativos aumenta, torna-se mais difícil rastrear todos os termos de covariância, motivo pelo qual é mais conveniente usar-se a notação matricial. A variância pode ser expressa da seguinte maneira:

$$\sigma_p^2 = \begin{bmatrix} w_1 & \dots & w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \dots & \sigma_{1n} \\ \dots & & & & \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \sigma_{n3} & \dots & \sigma_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (4.29)$$

Se definirmos Σ como a matriz de covariância, a variância do retorno da carteira pode ser escrita, de maneira compacta, como:

$$\sigma_p^2 = w' \Sigma w \quad (4.30)$$

ou, alternativamente, em unidades monetárias:

$$\sigma_p^2 W^2 = x' \Sigma x \quad (4.31)$$

O objetivo final é traduzir a variância da carteira em uma medida de VaR. Para isso, é necessário saber a distribuição dos retornos da carteira. No modelo delta-normal, supõe-se que os retornos de todos os ativos individuais sejam distribuídos normalmente. Esta hipótese é bastante conveniente porque o retorno da carteira, que é uma combinação linear de variáveis aleatórias normais, também será normalmente distribuído. Assim sendo, é possível traduzir o nível de confiança c em um desvio α da distribuição normal padronizada tal que a probabilidade de ocorrer uma perda pior do que $-\alpha$ é $(1-c)$.

4.5.1 VaR Diversificado

É o VaR da carteira, levando-se em consideração os benefícios da diversificação entre os componentes (Jorion [3]). Definindo-se W como o valor inicial da carteira, o VaR é:

$$VaR_{carteira} = VaR_P = \alpha \sigma_p W = \alpha \sqrt{x' \Sigma x}, \quad (4.32)$$

4.5.2 VaR individual

É o VaR de um ativo isoladamente. O risco individual de cada componente pode ser definido como:

$$VaR_i = \alpha \sigma_i |W_i| = \alpha \sigma_i |w_i| W, \quad (4.33)$$

O VaR da carteira depende das variâncias, das covariâncias e do número de ativos. A covariância, entretanto, pode ser uma medida difícil de ser interpretada. O coeficiente de

correlação é mais conveniente, além de ser uma medida de dependência linear que não tem escala:

$$\rho_{12} = \frac{\sigma_{12}}{\sigma_1\sigma_2}, \quad (4.34)$$

O risco da carteira pode ser diminuído se as correlações entre os ativos forem baixas ou se houver um número grande de ativos.

Quando as correlações entre os ativos que compõem a carteira são menores do que 1, o VaR da carteira é menor do que a soma dos VaRs individuais. Somente no caso extremo de os ativos serem perfeitamente correlacionados é que o VaR da carteira será igual à soma dos VaRs individuais dos ativos. Porém, isto dificilmente ocorrerá, já que as correlações são tipicamente imperfeitas. O benefício advindo da diversificação pode ser medido em termos da diferença entre o VaR diversificado e o VaR não-diversificado.

4.5.3 VaR Não-Diversificado

É a soma dos VaRs individuais ou o VaR da carteira quando não existirem posições vendidas e todas as correlações forem iguais à unidade (Jorion [3]). O VaR não-diversificado pode ser interpretado como o “teto” do VaR da carteira, se as correlações se revelarem instáveis e se moverem todas na direção errada ao mesmo tempo. É o pior cenário possível para a carteira em questão.

As ferramentas de decomposição do VaR auxiliam o processo de administração de risco. Elas possibilitam que se determine, por exemplo, que posição o administrador da carteira deve alterar para atingir um VaR mais adequado aos seus objetivos. As ferramentas de decomposição do VaR (VaR Marginal, VaR Incremental e VaR Componente) possibilitam uma análise da contribuição dos ativos para o risco da carteira, em função do critério desejado (Jorion [3]).

Dowd [49] ressalta que estas informações podem ser úteis na identificação das fontes de exposição ao risco de maior vulto, proporcionando informações para o monitoramento de limites às posições e para a avaliação do desempenho individual dos administradores de carteiras. Esta decomposição também ajuda a avaliar o impacto de compras potenciais de ativos para o VaR da carteira.

4.5.4 VaR Marginal

É a variação no VaR da carteira, que resulta do aumento de uma unidade monetária na exposição a um determinado componente. É a derivada parcial em relação ao peso do componente (Jorion [3]).

Os VaRs individuais não são suficientes para se medir o efeito da mudança de posições no risco da carteira. A volatilidade mede a incerteza no retorno de um ativo, isoladamente. Entretanto, quando este ativo pertence a uma carteira, o que importa é a sua contribuição para o risco da mesma. Para se julgar o impacto de se somar uma unidade do ativo i à carteira, mede-se a sua contribuição marginal para o risco, aumentando-se w em uma quantidade pequena, ou diferenciando-se a equação da variância da carteira em relação a w_i :

$$\frac{\partial \sigma_p^2}{\partial w_i} = 2w_i\sigma_i^2 + 2 \sum_{j=1, j \neq i}^n w_j\sigma_{ij} = 2Cov\left(R_i, w_iR_i + \sum_{j=i}^n w_jR_j\right) = 2Cov(R_i, R_p) \quad (4.35)$$

Mas a derivada da volatilidade, não a da variância, é que é necessária para o cálculo. Dado que $\frac{\partial \sigma_p^2}{\partial w_i} = 2\sigma_p \frac{\partial \sigma_p}{\partial w_i}$, (4.33) a sensibilidade da volatilidade da carteira a uma mudança no peso do ativo i é:

$$\frac{\partial \sigma_p}{\partial w_i} = \frac{Cov(R_i, R_p)}{\sigma_p} \quad (4.36)$$

Colocando-se esta derivada parcial dentro do contexto do VaR, encontra-se a expressão para o VaR Marginal:

$$\Delta VaR_i = \frac{\partial VaR}{\partial w_i W} = \alpha \frac{\partial \sigma_p}{\partial w_i} = \alpha \frac{Cov(R_i, R_p)}{\sigma_p} \quad (4.37)$$

O VaR marginal está intimamente relacionado ao beta:

$$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_p)}{\sigma_p^2} = \frac{\sigma_{ip}}{\sigma_p^2} = \frac{\rho_{ip}\sigma_i\sigma_p}{\sigma_p^2} = \rho_{ip} \frac{\sigma_i}{\sigma_p} \quad (4.38)$$

que mede a contribuição de um ativo para o risco total da carteira. O vetor β , incluindo todos os ativos, pode ser escrito em notação matricial:

$$\beta_i = \frac{\sum w}{(w' \sum w)} \quad (4.39)$$

Como o vetor Σw foi um passo intermediário no cálculo do VaR, o vetor β e, portanto, os VaRs marginais podem ser computados sem maiores dificuldades depois que o VaR for calculado. Em resumo, a relação entre o ΔVaR e o β é:

$$\Delta VaR_i = \alpha (\beta_i \sigma_p) = \frac{VaR}{W} \beta_i \quad (4.40)$$

4.5.5 VaR Incremental

É a mudança no VaR devida a uma nova posição. A diferença entre o VaR Marginal e o VaR Incremental é que a quantidade adicionada ou subtraída no VaR Incremental pode ser grande e, neste caso, o VaR muda de modo não-linear (Jorion [3]).

Esta metodologia pode ser usada para avaliar o impacto total de uma determinada transação na carteira p . A nova transação é representada pela posição a , que é o vetor de exposições adicionais aos fatores de risco, medida em unidades monetárias. O ideal é que o VaR da carteira seja medido na posição inicial, VaR_p , e depois novamente na posição final VaR_{p+a} . O VaR incremental é então obtido como:

$$VaR_{incremental} = VaR_{p+a} - VaR_p \quad (4.41)$$

Se o VaR diminuir depois da suposta transação, ela é dita redutora de risco ou ‘hedge’; se o VaR aumentar, a transação é agravadora de risco. O a pode representar uma alteração em um único componente ou mudanças mais complexas em vários componentes. Genericamente, a representa o vetor de novas posições.

A principal desvantagem desta abordagem é que ela exige uma reavaliação completa da carteira com a nova transação. Porém o VaR incremental pode ser aproximado como:

$$VaR_{incremental} \cong (\Delta VaR)' \times a \quad (4.42)$$

Esta aproximação será boa para carteiras grandes, em que a nova transação pode ser considerada pequena (marginal) em relação ao total da carteira.

4.5.6 VaR Componente

É uma divisão da carteira que indica aproximadamente quanto o VaR do portfólio vai mudar se um fator de risco for removido (Jorion [3]).

Para se administrar o risco da carteira, é desejável dispor de sua decomposição, o que não é trivial, pois a volatilidade da carteira não é uma função linear das partes que a compõem. É necessária uma decomposição ‘aditiva’ do VaR, que leve em consideração os benefícios da diversificação, de modo que os componentes somados resultarão no VaR total da carteira:

$$CVaR_1 + CVaR_2 + \dots + CVaR_n = VaR \left(\sum_{i=1}^n w_i \beta_i \right) = VaR \quad (4.43)$$

Podemos utilizar o VaR marginal no cálculo do VaR componente, dado que o VaR marginal é uma ferramenta que ajuda a medir a contribuição de cada ativo para o risco da carteira. Multiplicando-se o VaR marginal (ΔVaR) pela atual posição no ativo em unidades monetárias temos:

$$VaR_{componente} = CVaR = (\Delta VaR_i) x w'W = VaR \beta_i w_i \quad (4.44)$$

A qualidade da aproximação melhora quando se trabalha com carteiras grandes que têm posições pequenas em cada fator de risco.

O VaR componente pode ser simplificado ainda mais. Considerando-se o fato de que β_i é igual à correlação ρ_i vezes σ_i dividido pelo desvio-padrão da carteira σ_p , podemos escrever:

$$CVaR_i = VaR w_i \beta_i = (\alpha \sigma_p W) w_i \beta_i = (\alpha \sigma_i w_i W) \rho_i = VaR_i \rho_i \quad (4.45)$$

O que transforma o VaR Individual em sua contribuição para o VaR da carteira através

da multiplicação pelo coeficiente de correlação. Daí temos que a contribuição percentual do componente i para o VaR da carteira é:

$$\text{Contribuição percentual do Componente } i \text{ para o VaR} = \frac{CVaR_i}{VaR} = w_i \beta_i \quad (4.46)$$

4.6 Introdução aos Modelos de VaR

Alexander [62] destaca três principais abordagens dos modelos de mensuração do VaR, sendo:

- i. VaR Delta Normal no qual se assume que a distribuição dos retornos dos fatores de risco é multivariada normal e a carteira deve ser linear;
- ii. VaR por Simulação Histórica, que utiliza uma grande quantidade de dados históricos para estimar o VaR, mas faz suposições mínimas sobre a distribuição de retorno do fator de risco; e
- iii. iii. VaR por Simulação de Monte Carlo, que na sua forma mais básica faz suposições semelhantes ao modelo VaR linear normal.

Por outro lado, Jorion [3] estabelece que essas abordagens sobre VaR podem ser classificadas em dois grupos. O primeiro baseia-se na avaliação local, podendo ser mais bem exemplificado pelos métodos Delta-Normal e Delta-Gama (*The Greeks*). O segundo utiliza a avaliação plena, sendo implementada nos métodos por Simulação Histórica e de Simulação de Monte Carlo.

Esta classificação reflete o *trade-off* entre velocidade e precisão da estimativa. A velocidade é fundamental para carteiras grandes com exposição a muitos fatores de risco, que são mais facilmente tratados com a abordagem delta-normal. Entretanto, a precisão pode ser mais importante se a carteira tiver grande quantidade de componentes não-lineares.

4.6.1 Abordagem VaR Delta Normal

Esta metodologia tem como hipótese essencial a normalidade dos retornos, o que faz com que sua implementação seja fácil e possibilite flexibilidade na conversão do VaR para diferentes níveis de confiança e horizontes temporais (Jorion [3]). A avaliação delta considera apenas a primeira derivada. No caso de um instrumento cujo valor depende apenas de um fator de risco S , a primeira etapa é avaliar a carteira no momento inicial, com derivativos numéricos ou analíticos:

$$V_0 = V(S_0) \tag{4.47}$$

Vamos definir Δ_0 como a primeira derivada parcial, ou seja, a sensibilidade da carteira a alterações nos preços, avaliados na posição atual V_0 . O Δ da carteira pode ser computado como a soma dos Δ s individuais. A perda potencial em valor $d\Delta$ computada da seguinte maneira:

$$dV = \left. \frac{\partial V}{\partial S} \right|_0 dS = \Delta_0 \times dS, \tag{4.48}$$

O que envolve a mudança potencial nos preços dS . Por se tratar de uma relação linear, a pior perda possível para V é quando ocorre um valor extremo de S (fator de risco). Se a distribuição for normal, o VaR da carteira poderá ser calculado a partir do produto entre a exposição e o VaR da variável subjacente:

$$VaR = |\Delta_0| \times VaR_S = |\Delta_0| \times (\alpha \sigma S_0) \tag{4.49}$$

Aqui, $\sigma(dS/S)$ é o desvio-padrão das taxas de mudanças no preço. O pressuposto é que estas taxas de mudanças sejam normalmente distribuídas. Aqui o VaR foi medido computando-se o valor da carteira apenas uma vez, na posição inicial V_0 .

Para uma carteira de renda fixa, o fator de risco é a rentabilidade (*'yield'*) y , e a relação preço-lucro (*'price-yield'*) é:

$$dV = -D * V dy, \tag{4.50}$$

onde D^* é a *duration* modificada. Neste caso, o VaR da carteira é:

$$VaR = (D * V) * (\alpha \sigma), \tag{4.51}$$

onde $\sigma(dy)$ é agora a volatilidade das mudanças no nível de rentabilidade. Assim como no caso anterior do fator de risco S, supõe-se aqui que as mudanças na rentabilidade sejam normalmente distribuídas. O VaR para o lucro pode ser encontrado quando se tem a exposição e o VaR do preço subjacente.

A qualidade da aproximação proporcionada pela avaliação delta-normal depende do grau de não-linearidade da carteira, do tipo de opções existentes, de sua maturidade, da volatilidade dos fatores de risco e do horizonte temporal. Quanto menor for o horizonte, melhor será a aproximação delta-normal. Segundo Dowd [49], ao se usar a abordagem delta normal, supõe-se que a não-linearidade de algumas das posições da carteira sejam suficientemente pequenas a ponto de se poder ignorá-las e, mesmo assim, de as estimativas de VaR serem obtidas com uma precisão satisfatória.

Implementação do Método Delta-Normal

Quando a carteira é composta apenas de títulos com distribuição conjunta normal, a mensuração do VaR é simples. O retorno da carteira é:

$$R_{p,t+1} = \sum_{i=1}^N w_i R_{p,t+1} \quad (4.52)$$

Como o retorno da carteira é uma combinação linear de variáveis normais, ele também é normalmente distribuído. Em notação matricial, a variância da carteira é dada por:

$$\sigma^2(R_{p,t+1}) = w_t \sum_{t+1} w_t \quad (4.53)$$

onde \sum_{t+1} é a previsão da matriz de covariância para o horizonte de VaR selecionado. Entretanto, o VaR precisa ser medido para carteiras grandes e complexas e que se modificam com o passar do tempo. O método delta-normal simplifica o processo através da implementação dos seguintes passos Jorion [3]:

- i. especificação de uma lista de fatores de risco (renda fixa, renda variável, imóveis);
- ii. mapeamento da exposição linear de todos os ativos da carteira a estes fatores de risco (pode-se, por exemplo, considerar que todos os títulos de renda fixa que têm o mesmo indexador estejam expostos ao mesmo fator de risco);

- iii. agrupamento dos ativos que estão expostos ao mesmo fator de risco em “grupos de risco”;
- iv. estimação da matriz de covariância dos fatores de risco; e
- v. calculo do risco total da carteira.

O mapeamento produz um conjunto de exposições $x_{i,t}$, agregadas por fator de risco, incluindo todos os ativos e este conjunto é medido em unidades monetárias. O VaR da carteira é portanto:

$$VaR = \alpha \sqrt{x_t \sum_{t+1} x_t} \quad (4.54)$$

Duas metodologias podem ser usadas para se medir a matriz de covariância Σ . Ela pode ser baseada unicamente em dados históricos, usando, por exemplo, um modelo que permite a variação do risco no tempo, ou pode incluir medidas de risco implícitas em opções. Estas últimas são superiores às medidas históricas, mas não estão disponíveis para todos os ativos.

Vantagens e Desvantagens do Método VaR Delta-Normal

Alexander [62] destaca que o método delta-normal é de fácil implementação porque envolve apenas a multiplicação matricial. Além disso, é rápido em termos computacionais, mesmo havendo grande número de ativos, uma vez que ele substitui as posições nos ativos pela sua exposição linear aos fatores de risco. Por ser uma abordagem paramétrica, o VaR calculado pelo método delta-normal é de fácil decomposição e análise, pois as medidas de risco incremental e marginal são passos intermediários para o cálculo do VaR. Os únicos dados necessários para se calcular o VaR através deste método são os valores de mercado e as exposições aos fatores de risco das posições correntes, combinados com dados sobre o risco.

Dentre os problemas relacionados ao método delta-normal, um dos mais sérios é a presença de caudas gordas na distribuição dos retornos da maioria dos ativos financeiros (Jorion [3]). As caudas gordas são particularmente preocupantes pelo fato de que o VaR busca justamente captar o comportamento do retorno da carteira na cauda esquerda. Neste caso, um modelo baseado na distribuição normal subestima a proporção de pontos extremos (*‘outliers’*) e, por consequência, o VaR verdadeiro. Outro problema é que o método

delta-normal não capta as assimetrias na distribuição de instrumentos não-lineares, como as opções e, portanto, não mede adequadamente seu risco.

Dowd [49] apresenta uma breve discussão acerca da sensatez da suposição de normalidade dos retornos da carteira. Ele coloca que, até certo ponto, isto depende da distribuição dos retornos de cada ativo individual que compõe a carteira e que, em muitos casos, a suposição de normalidade é razoável, ainda que como uma aproximação. Entretanto, existem evidências de que muitos retornos individuais não são normais.

Conforme já colocado por Jorion [3], a principal inconsistência de muitas séries de retornos em relação à distribuição normal é a presença de caudas gordas (esta característica é conhecida como curtose excessiva). Além disso, é comum a presença de assimetria negativa nas séries de retornos dos ativos (mais observações na cauda esquerda do que na direita), o que é um mau sinal, pois indica a existência de mais eventos ruins do que bons.

Entretanto, Dowd [49] considera que não se deve descartar a hipótese de normalidade dos retornos da carteira, mesmo depois de se concluir que os retornos individuais dos ativos não são normais. A justificativa para isto é que o Teorema do Limite Central postula que variáveis aleatórias independentes de qualquer distribuição bem-comportada terão uma média que convergirá para a distribuição normal em grandes amostras. Isto implica que a hipótese de normalidade dos retornos da carteira funcionará bem, desde que ela seja bem diversificada e que os retornos individuais sejam suficientemente independentes entre si, mesmo que individualmente não apresentem distribuição normal.

A resposta à pergunta sobre se a distribuição normal é uma descrição apropriada da carteira, portanto, depende da composição da própria carteira. A distribuição normal é adequada se a carteira for linear nos riscos normais e pode ser ou não adequada se a carteira não for linear em tais riscos ou se estiver exposta a riscos não-normais. A adequação da normalidade como descrição do retorno da carteira depende, então, das distribuições dos retornos dos instrumentos individuais, da natureza e da extensão das não-linearidades e da maneira específica como os riscos individuais interagem para afetar o retorno final da carteira. A hipótese de normalidade pode ser plausível para uma determinada carteira e não o ser para outra.

A abordagem delta-normal pode ser extremamente inadequada em algumas situações, como, por exemplo, quando a pior perda não corresponder a valores extremos do fator de risco. É o caso de opções que estão próximas da data de vencimento e ‘at-the-money’,

as quais têm deltas instáveis, o que implica distribuições assimétricas dos retornos. Um bom exemplo dessa situação é uma posição “comprada” em um ‘straddle’ (compra concomitante de uma opção de compra e de uma opção de venda). A pior realização é a soma dos prêmios das opções, que ocorrerá se o preço do ativo subjacente não se movimentar. Neste caso, não é suficiente avaliar a carteira nos dois extremos, sendo que todos os valores intermediários precisam ser considerados (Jorion [3]).

4.6.2 Abordagem VaR por Simulação Histórica

Damodaran [2] descreve que a abordagem VaR por simulação histórica é a forma mais popular de estimar o VaR. Com essa abordagem, o VaR de uma carteira é estimado com a geração de uma série histórica hipotética de seus retornos, por sua vez obtida com a inserção de dados históricos reais e o subsequente cálculo que ocorreriam em cada período.

A idéia consiste em utilizar as variações passadas dos fatores de risco para gerar cenários, simular a função de distribuição de probabilidade para os retornos da carteira e estimar o VaR. Assim, este método surge como uma alternativa à necessidade de formular hipóteses sobre a forma como os fatores de risco se distribuem.

O valor projetado dos fatores de risco que compõem a carteira é obtido via a aplicação de cada uma das variações passadas do fator de risco sobre o seu valor atual. A única suposição deste modelo é que as tendências passadas de ganhos e perdas irão continuar no futuro. Segundo Khindanova e Rochev [63] uma das vantagens deste método é que este está livre de qualquer viés de estimação.

Jorge [60] propõe as seguintes etapas para aplicar esta metodologia:

- i. identificar os fatores de risco que afetam a carteira;
- ii. construir a base de dados com os preços e retornos dos fatores de risco identificados na etapa i;
- iii. definir uma janela de observação fixa para as observações passadas a utilizar na construção de cenários;
- iv. gerar cenários para os fatores de risco a partir da amostra de dados históricos;
- v. reavaliar o valor da carteira (completamente ou aproximadamente), obtendo uma distribuição de hipotéticos retornos para a carteira;
- vi. transformar os retornos em ganhos e perdas para a carteira;

- vii. construir um histograma para os retornos, e a partir deste selecionar o percentil correspondente ao VaR desejado.

Um dos problemas dessa metodologia é a relação tamanho da amostra e a relevância dos dados. Segundo Wiener [64] é importante usar dados históricos tão grandes quanto possível, de forma a abordar qualquer evento raro ocorrido no passado e que possa gerar perdas significantes. Ao mesmo tempo o autor afirma que quanto mais distante do presente são os dados, menos relevantes estes são para as informações presentes do mercado. Outro problema observado desta abordagem é o fato de não ser aplicável para estratégias de mercado desenvolvidas com base em dados históricos. Isto ocorre porque não se pode utilizar os mesmos dados para mensurar o VaR e para calibrar a estratégia de mercado.

Evidentemente a utilização de uma janela fixa (etapa iii) acarreta em erros de medição e enviesamento do VaR, a principal causa destes erros reside no chamado efeito roll-off, este efeito corresponde ao fato de a cada dia ser necessário descartar o último dia da amostra e substituir pela observação mais recente, o que contradiz com a observação de quanto mais melhor de Wiener [64]. Uma outra justificativa para os erros de amostragem, reside na possibilidade dos cenários gerados via uma janela de observação fixa experimentar uma tendência líquida ascendente ou descendente. Quando isto ocorre, as estimativas dos retornos da carteira irão incorporar esta tendência.

Bootstrap

O método de bootstrap consiste na geração de cenários para os fatores de risco a partir dos dados históricos. Entretanto ao invés de obedecer à ordenação histórica, adota-se a amostragem aleatória com reposição. Assim é possível obter tantos cenários quanto se deseje.

Jorion [3] mostra que uma vantagem essencial do método está no fato de poder abranger saltos, caudas grossas e qualquer divergência da distribuição normal. O método também incorpora as correlações entre as séries, uma vez que uma retirada consiste em retornos simultâneos de N séries, como preços de ações, títulos públicos e moedas.

Apesar das vantagens apresentadas, o método possui algumas limitações. Para amostras de tamanho pequeno, a distribuição obtida pode ser uma aproximação imprecisa da real distribuição, logo, deve-se ter uma base de dados ampla. Outra desvantagem é a perda da dinâmica temporal dos dados, uma vez que o bootstrap supõe que os retornos são independentes.

Jorion [3] afirma que as vantagens do método superam as desvantagens. Dado que o objetivo do VaR é capturar o comportamento da cauda esquerda e que os dados históricos apresentam caudas mais grossas que uma distribuição normal, o bootstrap se adapta idealmente ao cálculo do valor no risco.

Vantagens e Desvantagens do Método VaR por Simulação Histórica

Conforme destacam Dowd [49] e Jorion [3], este método é fácil de ser implementado, especialmente porque os dados históricos referentes aos ativos ou aos fatores de risco geralmente estão disponíveis em fontes de domínio público. Além disso, não são necessárias ferramentas sofisticadas: é possível fazer os cálculos em planilhas de cálculo simples. A simulação histórica também não depende de suposições sobre a distribuição dos retornos (sendo que não é nem necessário supor que eles sejam independentes) e elimina a necessidade de estimar a matriz de covariância e outros parâmetros (já que eles estão refletidos na série histórica), o que simplifica bastante os cálculos.

O método também trata a escolha do horizonte na mensuração do VaR de modo simples. Os retornos são simplesmente medidos em intervalos que correspondem à amplitude do horizonte escolhido. Para computar o VaR mensal, por exemplo, reconstrói-se os retornos mensais da carteira nos últimos 5 anos. Finalmente, por ser baseado em preços reais, o método permite não-linearidades e distribuições não-normais. A simulação histórica também não utiliza pressuposições específicas sobre modelos de avaliação ou sobre a estrutura estocástica implícita do mercado. Outros pontos importantes são que o método pode considerar as caudas gordas e que, por não estar atrelado a modelos de avaliação, não é suscetível ao risco de modelo (Jorion [3]). Obviamente, o método da simulação histórica também apresenta suas dificuldades. Ele supõe que exista histórico de preços suficiente para os ativos da carteira, e alguns ativos podem ter séries curtas, ou até mesmo não ter história nenhuma (neste caso será necessário recorrer a uma proxy representativa da série).

O fato de usar um único caminho amostral pressupõe que o passado represente o futuro próximo de modo razoável. Entretanto, a janela de tempo pode omitir ocorrências importantes, o que pode fazer com que as caudas não sejam bem representadas. A amostra também pode conter eventos que não se repetirão no futuro. Dado que o risco varia no tempo de maneira significativa e até certo ponto previsível, o método da simulação histórica não caracteriza apropriadamente situações onde a volatilidade é temporária-

mente elevada. Mais grave do que isto, esta técnica será lenta para incorporar quebras estruturais, que seriam mais facilmente tratadas com métodos analíticos. Outra questão é o uso da janela móvel para estimar as variâncias, que atribui o mesmo peso a todas as observações dessa janela, incluindo os pontos de dados mais remotos. A medida de risco poderá mudar significativamente quando uma observação mais antiga sair da amostra. Da mesma forma, a variação amostral do VaR obtido através da simulação histórica será bem maior do que a do VaR obtido usando-se um método analítico (Jorion [3]).

Dowd [49] chama a atenção para o dilema do tamanho da janela histórica: se o período for muito curto, não haverá observações suficientes para se fazerem inferências confiáveis, e se for muito longo, a estimativa poderá colocar muita ênfase em dados antigos, tornando-se insuficientemente sensível às informações mais recentes.

4.6.3 Abordagem VaR por Simulação de Monte Carlo

Em muitos casos as técnicas analíticas não podem ser utilizadas e os resultados da simulação histórica não são satisfatórios. Necessita-se utilizar métodos numéricos de integração. Uma das técnicas possíveis é o método de simulação de Monte Carlo. Essa abordagem é um dos métodos mais popular entre as análises sofisticadas segundo Wiener [64] e apresenta um número de semelhanças com o método de simulação histórica, a maior diferença entre os dois métodos é que a simulação por Monte Carlo utiliza as observações passadas para gerar simulações de cenários hipotéticos.

Dado que o método de Monte Carlo simula o comportamento dos fatores de risco e dos preços dos ativos pela simulação do movimento dos preços, ele constrói N possíveis valores da carteira para uma dada data futura. Assim, o VaR pode ser determinado diretamente a partir da distribuição dos valores simulados da carteira.

O método de Monte Carlo cobre grande quantidade de possíveis valores das variáveis financeiras e dão conta por completo das correlações. O método é basicamente dividido em duas etapas. A primeira corresponde à especificação de um processo estocástico para as variáveis financeiras, bem como os parâmetros deste processo. Na segunda etapa, são simuladas trajetórias fictícias de preço para todas as variáveis de interesse.

Jorion [3] descreve que a análise de Monte Carlo é o método mais potente de cálculo do VaR, pois é capaz de capturar grande variedade de risco, inclusive os não lineares, os de volatilidade e, até mesmo, os de modelo, podendo incorporar a variação temporal da volatilidade, caudas grossas e cenários extremos. Entretanto o maior inconveniente

do método é o número de simulações necessárias para se reduzir o erro da estimativa da solução procurada, o que tende, na prática, a tornar o método lento.

Jorge [60], apresenta um roteiro para implementação do método de Simulação por Monte Carlo, muito semelhante ao da simulação histórica:

- i. identificação das posições de cada ativo e fator de risco;
- ii. seleção do modelo, que se julgue melhor, para explicar o comportamento dos fatores de risco;
- iii. escolhido o modelo, deve-se estimar os parâmetros (via dados históricos);
- iv. geração, através do mecanismo de produção de números aleatórios, de cenários para os fatores de risco;
- v. reavaliar o valor da carteira (completamente ou aproximadamente), obtendo uma distribuição de hipotéticos retornos para a carteira;
- vi. transformar os retornos em ganhos e perdas para a carteira;
- vii. construir um histograma para os retornos, e a partir deste selecionar o percentil correspondente ao VaR desejado.

A metodologia de simulação de Monte Carlo consiste, em suma, na geração aleatória de cenários para os fatores de risco, cenários estes que devem ser condizentes com a matriz de variância-covariância histórica. Ou seja, a essência deste método está baseada na especificação dos processos aleatórios e na geração de números aleatórios.

Vantagens e Desvantagens do Método VaR por Simulação de Monte Carlo

A simulação de Monte Carlo é o método mais poderoso de computar o VaR. Este método pode levar em consideração muitos riscos e exposições, não-linearidades e risco de volatilidade, entre outros. O método é flexível a ponto de incorporar a variação temporal na volatilidade, caudas gordas e cenários extremos. A simulação de Monte Carlo gera toda a função distribuição de probabilidade, e não apenas um quantil, e pode ser usada para determinar, por exemplo, a perda esperada além do VaR. Este método também é capaz de incorporar a passagem do tempo, que cria quebras estruturais na carteira (Jorion [3]).

Jorion [3] destaca também que a principal desvantagem deste método é o tempo computacional necessário ao processamento das informações. Se mil caminhos amostrais forem gerados para uma carteira de mil ativos, o número total de avaliações será de um milhão. A simulação se torna muito onerosa para ser frequentemente implementada. A simulação de Monte Carlo é também a mais cara em termos de infraestrutura de sistemas e pessoal tecnicamente capacitado. Dowd [49] ressalta que as tecnologias de informação estão evoluindo rapidamente e que seus custos estão caindo, de modo que elas estão cada vez mais acessíveis e sua interface com o usuário, mais amigável.

O risco de modelo é outra fraqueza potencial deste método. A simulação de Monte Carlo parte de suposições sobre os processos estocásticos especificados para os fatores de risco e de modelos de precificação para ativos, como opções, estando, portanto, sujeita ao risco de que estes modelos estejam incorretos. Para testar a robustez dos resultados a mudanças nos modelos, os resultados da simulação devem ser complementados com análises de sensibilidade.

Por fim, as estimativas de VaR advindas da simulação de Monte Carlo estão sujeitas à variação amostral, devido ao número limitado de repetições. Entretanto, esta metodologia de cálculo do VaR é a mais abrangente para se medir o risco de mercado quando a modelagem é feita corretamente (Jorion [3]).

4.6.4 Comparação das Abordagens de VaR

Diferentes resultados do VaR são obtidos para diversas técnicas, mesmo quando os parâmetros são iguais. De uma forma geral, a escolha do método depende da composição da carteira. Telfah [65] apresenta alguns critérios, os quais são frequentemente utilizados na comparação do VaR:

- i. capacidade do VaR em capturar os fatores de risco subentendido no retorno da carteira, com a suposição que a carteira inclua opções e ativos livres de risco;
- ii. facilidade de implementação; e
- iii. velocidade de processamento.

Outra consideração usual é a facilidade explicativa do modelo. Conforme é possível visualizar na Figura 4.1, Telfah [65] apresenta um resumo da comparação entre os diversos métodos de VaR. No entanto, o mais relevante critério é a relação entre acurácia, custo computacional (tempo de processamento) e facilidade de implementação.

O método delta - normal torna-se ineficiente quando o número de posições da carteira aumenta, porque há a necessidade de calcular a matriz de covariância e a matrix de correlação da posição, a qual cresce exponencialmente com o número de posições. Na implementação do método de Monte Carlo, há um ganho em acurácia e perda no tempo de processamento, assim sendo, deve-se avaliar a relevância destes critérios em conjunto. Uma das vantagens do método de Monto Carlo é a possibilidade de alterar suposições, o que não é possível para as outras metodologias. Entretanto o método está sujeito a erros de mensuração e ao modelo de risco. Tais erros surgem porque os parâmetros devem ser calculados utilizando os dados históricos (que nem sempre representam fielmente o desempenho futuro) e a utilização de um processo estocástico pode ser mal especificado.

Critérios	Variância – covariância	Metodologia analítica	Simulação histórica	Simulação de Monte Carlo
Habilidade em capturar fatores de riscos (com dependência não linear)	Ineficiente	Pode capturar mas sua eficiência cai com o aumento de fatores não lineares	Eficiente	Eficiente
Suposições	Distribuição normal	Distribuição normal	Retornos passados continuando no futuro	Impõe modelos estocásticos aos fatores de risco
Comportam caudas grossas	Não	Não	Sim, se os retornos passados o tiverem	Sim, se o modelo de risco o incorporar
Facilidade de implementação	Fácil, mas a facilidade diminui com o aumento do número de posições	Fácil, com a disponibilidade de dados e poucas posições	Fácil, com a disponibilidade de dados	Fácil, com programas complexos
Tempo de processamento	Rápido, dependendo do número de posições	Rápido, dependendo do número de posições	Rápido	Lento
Facilidade explicativa	Não	Não	Sim	Não
Performance com diferentes suposições	Não	Não	Não	Sim
Acurácia	Pouca quando a carteira tem caudas grossas e quando o passado recente é anormal	Pouca quando a carteira tem caudas grossas e quando o passado recente é anormal	Depende da qualidade dos dados	Boa, a depender do modelo
Necessidade de distribuição de probabilidade	Sim	Sim	Não	Sim

Figura 4.1: Comparativo entre as abordagens de mensuração do VaR.

Pearson e Smithson [66] montaram outra forma de visualização (Figura 4.2) para facilitar a comparação entre as técnicas de VaR. Tal figura mostra que o método de Monte Carlo é o mais preciso e que consome mais tempo. Por outro lado, o método delta – normal apresentasse mais impreciso e mais rapidamente implementado. De acordo com Pearson e Smithson [61], o método delta – gama Monte Carlo apresenta a melhor relação precisão x tempo de processamento. Evidentemente, esta relação deve sempre ser avaliada em função do crescente aumento da velocidade dos processadores, o que torna cada vez menos relevante o aspecto tempo de processamento como indicador de desempenho das técnicas de VaR.

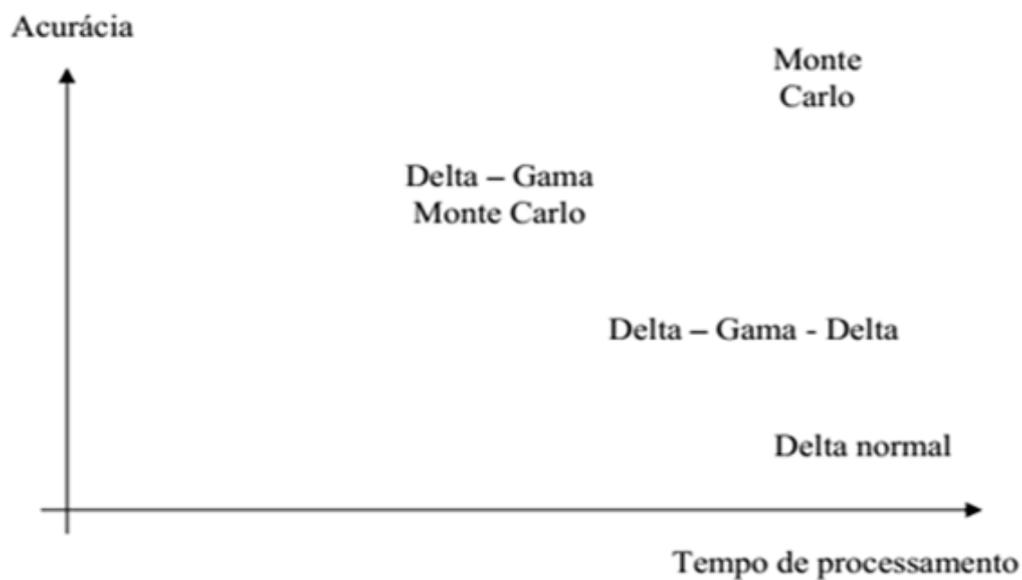


Figura 4.2: Comparativo entre as técnicas de VaR (acurácia x tempo de processamento).

4.7 *Expected Shortfall (ES)*

Bessis [17] define que o *Expected Shortfall (ES)* ou *Expected Tail Loss (ETL)* é a perda esperada condicional maior ou igual ao VaR em um determinado nível de confiança e horizonte de tempo, medido como a média ponderada da probabilidade de perda que excede o VaR.

Segundo Acerbi e Tasche [67], seja X a perda de retorno de um portfólio em um momento específico no horizonte de tempo T e seja $\alpha \in (0, 1)$ o nível de confiança. O ES do portfólio é definido como:

$$ES^{(\alpha)} = -\frac{1}{\alpha}(E[XI_{\{X \leq x^{(\alpha)}\}}] - x^{(\alpha)}(P[X \leq x^{(\alpha)}] - \alpha)) \quad (4.55)$$

Em que:

X é a série de retornos do intervalo de tempo analisado;

$I_{(condição)}$, a função condicionada, que será 1 se a condição entre chaves se verificar e 0, caso contrário;

$x^{(\alpha)}$, o quantil α superior, que será definido a seguir;

α , o nível de confiança; e

$P[X \leq x^{(\alpha)}]$, a probabilidade dos valores de X serem menores ou iguais ao quantil α superior.

O quantil α superior é o menor retorno entre todos os retornos com frequência acumulada maior que α , isto é, o ínfimo desse conjunto formado pelos retornos com frequência acumulada maior que α :

$$x^{(\alpha)} = \inf \{x \in \mathbf{R} \mid P[X \leq x] > \alpha\} \quad (4.56)$$

Em outras palavras, como salientado por Silva [67], o ES pode ser definido como a média dos $\alpha\%$ piores retornos do intervalo de tempo analisado do investimento, ou seja, pela ES , devem-se selecionar todos os retornos menores ou iguais ao quantil α superior; limitar o peso associado ao quantil α superior, até que o peso acumulado não ultrapasse o limite definido pelo nível de confiança α . Portanto, o ES é obtido pelo simétrico da média desses retornos ponderados.

Para funções de probabilidade contínuas, o ES pode ser definido como:

$$ES^{(\alpha)}(X) = -\frac{1}{\alpha} \int_0^\alpha F^{\leftarrow}(p) dp \quad (4.57)$$

Em que:

$$F^{\leftarrow}(p) = \inf \{x | F(x) \geq \alpha\} \quad (4.58)$$

$F(x) = P[X \leq x^{(\alpha)}]$ é a função de distribuição relacionada à probabilidade dos valores de X serem menores ou iguais ao quantil α superior;
 α , a probabilidade utilizada no cálculo da ES; e
 p , a variável a ser integrada na função, com limites 0 e α .

De outra maneira, a ES pode ser obtido por meio da seguinte especificação (Acerbi e Tasche [67]):

$$ES^{(\alpha)} = TCE^{(\alpha)} + (\lambda - 1)(TCE^{(\alpha)} - VaR^{(\alpha)}) \quad (4.59)$$

Em que:

$VaR^{(\alpha)}$ é o Value at Risk definido para a probabilidade α de perda;

$\lambda = \{P[X \leq x^{(\alpha)}] / \alpha\} \geq 1$, a razão entre a função de distribuição relacionada à probabilidade dos valores de X serem menores ou iguais ao quantil α superior e o próprio α ; e

$TCE^{(\alpha)}(X) = -E\{X | X \leq x^{(\alpha)}\}$, a expectativa condicional para valores de X serem menores ou iguais ao quantil α superior, ou “*tail conditional expectation*” (Artzner *et al.* [59]).

Zhu e Galbraith [68] enfatizam o efeito da perda do VaR que pode ser estimado por meio do ES em decorrência de possíveis assimetrias na distribuição dos retornos de um investimento. Pois a aplicação do ES passa a incorporar o efeito dos valores extremos na avaliação da exposição a perdas de uma carteira.

A utilização da ES na avaliação de riscos é destacada por So e Wong [69], assim como por Hoogerheide e van Dijk [70], na mensuração do capital regulatório exigido para a exposição a perdas. Tais autores sugerem a aplicação dessa técnica de análise de riscos para a constituição de provisões adequadas em instituições financeiras.

Capítulo 5

Escopo de Aplicação e Exigência de Capital

5.1 Carteira de Negociação

Conforme relatório de gestão de pilar III (BB [34]), do 2º Trimestre de 2017, a Instituição Financeira declara que sua carteira de negociação é formada por todas as operações de posições detidas pelas instituições financeiras realizadas com intenção de negociação ou destinadas a hedge da carteira de negociação, para as quais haja a intenção de serem negociadas antes de seu prazo contratual, observadas as condições normais de mercado, e que não contenham cláusula de inegociabilidade.

A Figura 5.1 apresenta de forma sucinta a visão da carteira de negociação e os fatores de riscos de mercado que são sensíveis as volatilidades de preços/índices, contemplando o escopo regulatório da exigência de capital para risco de mercado.

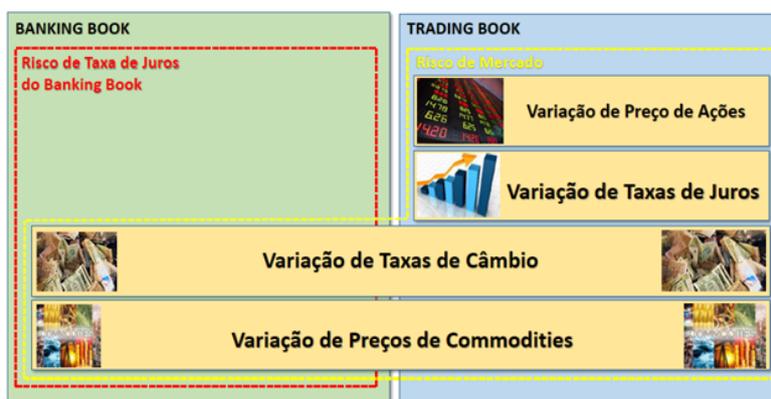


Figura 5.1: Estrutura de Carteiras e Fatores de Risco.

5.2 Exigência de Capital – Abordagem Padronizada Parcela - RWA_{JUR1}

A circular Bacen nº 3.634 (BACEN [71]), de 04.03.2013, estabeleceu os procedimentos para o cálculo do valor diário da parcela dos ativos ponderados pelo risco (RWA), relativa às exposições sujeitas à variação de taxas de juros prefixadas denominadas em real, cujo requerimento de capital é calculado mediante abordagem padronizada (RWA_{JUR1}), de que trata a Resolução CMN nº 4.193, devendo ser efetuado com base na seguinte fórmula:

$$RWA_{JUR1} = \frac{1}{F} \cdot \left\{ \begin{array}{l} \max \left[\left(\frac{M^{pre}_{t-1}}{60} \sum_{t=1}^{60} VaR_{t=i}^{Padr\tilde{a}o} \right), VaR_{t-1}^{Padr\tilde{a}o} \right] \\ + \max \left[\left(\frac{1}{60} \sum_{t=1}^{60} sVaR_{t=i}^{Padr\tilde{a}o} \right), sVaR_{t-1}^{Padr\tilde{a}o} \right] \end{array} \right\}, \quad (5.1)$$

Em que:

- a. F = fator estabelecido no art. 4º da Resolução CMN nº 4.193, de 2013, conforme citado na Tabela 5.1;

Tabela 5.1: Fator F (Implementação de Basileia III)

Fator F	Período
11%	de 01.10.2013 a 31.12.2015
9,88%	de 01.01.2016 a 31.12.2016
9,25%	de 01.01.2017 a 31.12.2017
8,63%	de 01.01.2018 a 31.12.2018
8%	a partir de 01.01.2019

- b. M^{pre} = multiplicador para o dia "t", divulgado diariamente pelo Banco Central do Brasil, determinado como função decrescente da volatilidade, cujo valor está compreendido entre 1 e 3;
- c. $VaR^{Padr\tilde{a}o}_t$ = valor em risco, expresso em reais, do conjunto das exposições sujeitas à variação de taxas de juros prefixadas para o dia "t", obtido de acordo com a seguinte fórmula:

$$VaR_t^{Padr\tilde{a}o} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n VaR_{i,t} \times VaR_{j,t} \times \rho_{i,j}}, \quad (5.2)$$

Sendo:

- i. $n = 10$ (número de vértices P_i);
- ii. $VaR_{i,t}$ = valor em risco, expresso em reais, associado a vértice P_i no dia "t", obtido de acordo com a seguinte fórmula:

$$VaR_{i,t} = 2,33 \times \frac{P_i}{252} \times \sigma_{i,t} \times VMtM_{i,t} \times \sqrt{D}, \quad (5.3)$$

Em que:

- P_i = vértice considerado para efeito de agrupamento dos fluxos de caixa, conforme o número de dias úteis remanescentes até a data de seu vencimento: i) P1, corresponde a 21 d.u; ii) P2, corresponde a 42 d.u; iii) P3, corresponde a 63 d.u; iv) P4, corresponde a 126 d.u, v) P5, corresponde a 252 d.u, vi) P6, corresponde a 504 d.u, vii) P7, corresponde a 756 d.u, viii) P8, corresponde a 1008 d.u, ix) P9, corresponde a 1260 d.u, x) P10, corresponde a 2520 d.u.
 - $\sigma_{i,t}$ = volatilidade-padrão para o prazo "i" e dia "t", divulgada diariamente pelo Bacen;
 - $VMtM_{i,t}$ = soma algébrica, positiva ou negativa, expressa em reais, dos valores dos fluxos de caixa marcados a mercado no dia "t" e alocados no vértice P_i , conforme o número de dias úteis remanescentes até a data de seu vencimento;
 - $D = 10$ (*holding period*, número de dias úteis considerados necessários para a liquidação da posição);
- iii. $\rho_{i,j}$ = correlação entre os vértices "i" e "j", utilizada para efeito de determinação do $VaR_t^{Padrão}$, obtida de acordo com a seguinte fórmula:

$$\rho_{i,j} = \rho + (1 - \rho) \left(\frac{\max(P_i, P_j)}{\min(P_i, P_j)} \right)^k, \quad (5.4)$$

Em que:

- ρ = parâmetro-base para o cálculo de $\rho_{i,j}$, divulgado no último dia útil de cada mês ou a qualquer momento, a critério do Bacen;
- k = fator de decaimento da correlação, divulgado no último dia útil de cada mês ou a qualquer momento, a critério do Bacen;

d. $sVaR^{Padr\tilde{a}o}_t$ = valor em risco estressado, expresso em reais, do conjunto das exposições sujeitas à variação de taxas de juros prefixadas para o dia "t", obtido de acordo com a seguinte fórmula:

$$sVaR_t^{Padr\tilde{a}o} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n sVaR_{i,t} \times sVaR_{j,t} \times \rho_{i,j}^s}, \quad (5.5)$$

Sendo:

- i. $n = 10$ (número de vértices P_i);
- ii. $sVaR_{i,t}$ = valor em risco estressado, expresso em reais, associado a vértice P_i no dia "t", obtido de acordo com a seguinte fórmula:

$$sVaR_{i,t} = 2,33 \times \frac{P_i}{252} \times \sigma_{i,t}^s \times VMtM_{i,t} \times \sqrt{D}, \quad (5.6)$$

Em que:

- P_i = vértice considerado para efeito de agrupamento dos fluxos de caixa, conforme o número de dias úteis remanescentes até a data de seu vencimento: i) P1, corresponde a 21 d.u; ii) P2, corresponde a 42 d.u; iii) P3, corresponde a 63 d.u; iv) P4, corresponde a 126 d.u, v) P5, corresponde a 252 d.u, vi) P6, corresponde a 504 d.u, vii) P7, corresponde a 756 d.u, viii) P8, corresponde a 1008 d.u, ix) P9, corresponde a 1260 d.u, x) P10, corresponde a 2520 d.u.
 - $\sigma_{i,t}^s$ = volatilidade-padrão atribuída ao vértice "i", utilizada para o cálculo do $sVaR(i,t)$
 - $VMtM_{i,t}$ = soma algébrica, positiva ou negativa, expressa em reais, dos valores dos fluxos de caixa marcados a mercado no dia "t" e alocados no vértice P_i , conforme o número de dias úteis remanescentes até a data de seu vencimento;
 - $D = 10$ (*holding period*, número de dias úteis considerados necessários para a liquidação da posição);
- iii. $\rho_{i,j}^s$ = correlação entre os vértices "i" e "j", utilizada para efeito de determinação do $sVaR_t^{Padr\tilde{a}o}$, obtida de acordo com a seguinte fórmula:

$$\rho_{i,j}^s = \rho^s + (1 - \rho^s) \left(\frac{\max(P_i, P_j)}{\min(P_i, P_j)} \right)^{k^s}, \quad (5.7)$$

Em que:

- ρ^s = parâmetro-base para o cálculo de correlações utilizadas no $sVaR_t^{Padrão}$;
- k^s = fator de decaimento para cálculo das correlações utilizadas no $sVaR_t^{Padrão}$.

5.3 Exigência de Capital – Abordagem Padronizada Parcela - RWA_{JUR3}

A circular Bacen nº 3.636 (BACEN [10]), de 04.03.2013, estabeleceu os procedimentos para o cálculo da parcela dos ativos ponderados pelo risco (RWA) referente às exposições sujeitas à variação da taxa dos cupons de índices de preços cujo requerimento de capital é calculado mediante abordagem padronizada (RWA_{jur3}), de que trata a Resolução CMN nº 4.193, com base na seguinte fórmula:

$$RWA_{JUR3} = \frac{M^{pco}}{F} \cdot \left[\sum_{p=1}^{p1} \left(\left| \sum_{i=1}^{11} EL_i \right| + \sum_{i=1}^{11} |DV_i| + \sum_{j=1}^3 |DHZ_j| + DHE \right)_p \right], \quad (5.8)$$

Em que:

- F = fator estabelecido no art. 4º da Resolução CMN nº 4.193, indicado na Tabela 5.1 do item 5.2. retro;
- M^{pco} = fator multiplicador por exposição sujeita à variação da taxa de cupom de índice preços, a ser divulgado pelo Banco Central do Brasil;
- $p1$ = número de índices de preços em que há exposição sujeita à variação da taxa de cupom de índices de preços;
- EL_i = exposição líquida no vértice "i" e no cupom de índice de preços "p";
- DV_i = descasamento vertical no vértice "i" e no cupom de índice de preços "p";
- DHZ_j = descasamento horizontal no cupom de índice de preços "p" dentro da zona de vencimento "j";

g. DHE_j = descasamento horizontal no cupom de índice de preços "p" entre as zonas de vencimento.

Para a apuração do valor diário da parcela RWA_{jur3} , define-se cada fluxo de caixa como o resultado líquido do valor das posições ativas menos o valor das posições passivas que vencem em um mesmo dia, referentes ao conjunto das operações mantidas em aberto no dia útil imediatamente anterior.

5.4 Exigência de Capital – Abordagem Modelos Internos - RWA_{MINT}

A circular Bacen nº 3.646 (BACEN [14]), de 04.03.2013, definiu os requisitos mínimos e os procedimentos para o cálculo, por meio de modelos internos de risco de mercado, do valor diário referente à parcela RWA_{MINT} dos ativos ponderados pelo risco (RWA), de que trata a Resolução nº 4.193, de 1º de março de 2013, devendo ser efetuado com base na seguinte fórmula:

$$RWA_{MINTt} = \max \left\{ \begin{array}{l} \left[\begin{array}{l} \frac{1}{F} \times \max \left(\left(\frac{M}{60} \times \sum_{i=1}^{60} VaR_{t-1} \right), VaR_{t-1} \right) \\ + \frac{1}{F} \times \max \left(\left(\frac{M}{60} \times \sum_{i=1}^{60} sVaR_{t-1} \right), sVaR_{t-1} \right) + RWA_{MINT(Parcial)t} \end{array} \right], \\ [S_M \times RWA_{MPADt}] \end{array} \right\}$$

Em que:

- F = fator estabelecido no art. 4º da Resolução CMN nº 4.193, indicado na Tabela 5.1 do item 5.2. retro;
- RWA_{MINTt} = valor diário referente à parcela do RWA_{MINT} , para o dia útil t;
- VaR_t = valor em risco (VaR) do dia útil t;
- $sVaR_t$ = VaR estressado do dia útil t;
- M = Multiplicador M, definido com base na seguinte fórmula:

$$M = 3 + A_{bkt} + A_{qlt}, \quad (5.10)$$

Em que:

- A_{bkt} é o adicional relativo aos testes de aderência; e
- A_{qllt} é o adicional relativo à avaliação qualitativa do banco pelo BCB, cujo valor está compreendido entre 0 e 1.

O valor do adicional A_{bkt} deve ser apurado nas datas-base de 31 de março, 30 de junho, 30 de setembro e 31 de dezembro, da seguinte forma:

- identificar, entre os últimos 250 dias úteis, o número de dias nos quais ocorreram perdas efetivas que excederam o respectivo VaR, considerando o total da carteira, com base em um intervalo de confiança unicaudal de 99% e período de manutenção de um dia;
- identificar, entre os últimos 250 dias úteis, o número de dias nos quais ocorreram perdas hipotéticas que excederam o respectivo VaR, considerando o total da carteira, com base em um intervalo de confiança unicaudal de 99% e período de manutenção de um dia; e
- considerar o máximo entre os valores identificados nas alíneas a e b, conforme Tabela 5.2:

Tabela 5.2: Valor do adicional de Backtesting

Máximo de perdas que excederam o VaR	$Abkt$
4 ou menos	0
5	0,4
6	0,5
7	0,65
8	0,75
9	0,85
10 ou +	1

f. S_M = fator de cálculo paralelo para modelos internos de risco de mercado, sendo igual a:

- 0,90 (noventa centésimos), ao longo do primeiro ano de uso do modelo interno de risco de mercado, contado a partir da data em que autorizada sua utilização;
- 0,80 (oitenta centésimos), a partir do segundo ano de uso do modelo interno de risco de mercado, contado a partir da data em que autorizada sua utilização.

g. RWA_{MPADt} = valor diário referente à soma das parcelas relativas ao cálculo do capital requerido para risco de mercado mediante abordagens padronizadas, para o

dia útil t , calculadas conforme as Circulares Bacen n.ºs. 3.634, 3.635, 3.636, 3.637, 3.638, 3.639 e 3.641, todas de 2013;

- h. $RWA_{MINT(Parcial)t}$ = valor da parcela do RWA relativa ao risco de mercado calculada por conglomerado que faz uso parcial de modelos internos de risco de mercado para o dia t .

Capítulo 6

Aspectos Metodológicos e Resultados Empíricos

6.1 A Instituição Financeira (Objeto do estudo)

A Instituição Financeira (IF), objeto do presente estudo, é constituída na forma de sociedade de economia mista, com participação da União brasileira em 54% das ações. Sua missão, segundo sua filosofia corporativa, é "Ser um banco de mercado, competitivo e rentável, atuando com espírito público em cada uma de suas ações junto à sociedade".

Segundo dados do próprio banco (BB [34]), a empresa possui mais 16 mil pontos de atendimento distribuídos pelo país, entre agências e postos, sendo que 95% de suas agências possuem salas de autoatendimento (são mais de 40 mil terminais), que funcionam além do expediente bancário. Possui ainda opções de acesso via internet, telefone e telefone celular. Está presente em mais de 24 países além do Brasil.

Conforme BB [34], a empresa ocupa posição de destaque no sistema financeiro nacional, sendo a segunda em ativos financeiros (R\$ 1.445 trilhões), e primeira em Administração de Recursos de Terceiros (R\$ 816,4 bilhões), Carteira de Crédito (R\$ 696,1 bilhões), Volume de Depósitos Totais (R\$442,8 bilhões de reais) e base de clientes pessoas total (63 milhões, clientes PF e PJ).

O foco da empresa é realizar negócios orientados à geração de resultados sustentáveis e desempenho compatível com as lideranças de mercado. O banco apoia o agronegócio, micro e pequenas empresas e o comércio exterior tanto por meio da execução de programas federais como pelo desenvolvimento de soluções que buscam simplificar as operações e serviços que atendem esses segmentos da economia.

Ressalta-se que a IF possui importante presença no agronegócio do país, financiando igualmente boa parte das exportações e contribuindo para o desenvolvimento de micro e pequenas empresas por meio de linhas de crédito de capital de giro e investimento.

Com mais de 200 anos de história, sua principal força está no varejo bancário. De maneira geral, seus negócios podem ser agrupados em seis segmentos: i) Bancário; ii) de Investimentos; iii) de Gestão de Recursos; iv) de Seguros, Previdência e Capitalização; v) de Meios de Pagamento; e vi) Outros Segmentos.

Em relação à Gestão de Riscos, segundo BB [34], a companhia considera fundamental o gerenciamento de riscos e de capital para o processo de tomada de decisão, que contribui para a otimização da relação risco versus retorno em suas operações.

O modelo de governança para gerenciamento de riscos e de capital adotado pela IF envolve estrutura de Comitês Superiores e Executivos, com composição de diversas áreas do banco, tendo participação do Presidente, dos Vice-Presidentes e de Executivos chave da IF, conforme o caso, contemplando os seguintes aspectos:

- i. segregação de funções: negócio x risco;
- ii. estrutura específica de gestão de riscos;
- iii. processo de gestão definido;
- iv. decisões em diversos níveis hierárquicos;
- v. normas claras e estrutura de alçadas; e
- vi. referência às melhores práticas de gestão.

De acordo com BB [34], o processo para identificação dos riscos faz parte do inventário de riscos e é utilizado na definição do conjunto corporativo de riscos relevantes. Este processo tem elevada importância para a gestão de riscos e de capital, bem como para a gestão dos negócios.

O inventário de riscos e o conjunto corporativo de riscos relevantes do banco são revisados anualmente, considerando os riscos incorridos nos diversos segmentos de negócios da IF que podem afetar o Capital do Conglomerado.

A classificação dos riscos relevantes é baseada em critérios quantitativos e qualitativos (BB [34]). Os riscos relacionados na Figura 6.1 compõem o conjunto corporativo de riscos relevantes do Conglomerado Prudencial da IF:

Risco	Conceito
Crédito	Possibilidade de ocorrência de perdas associadas ao não cumprimento pelo tomador ou contraparte de suas respectivas obrigações financeiras nos termos pactuados, à desvalorização de contrato de crédito decorrente de deteriorações na classificação de risco do tomador, à redução de ganhos ou remunerações, às vantagens concedidas na renegociação e aos custos de recuperação.
Concentração de Crédito	Possibilidade de perdas de crédito decorrentes de exposições significativas a uma contraparte, a um fator de risco ou a grupos de contrapartes relacionadas por meio de características comuns.
Crédito da Contraparte	Possibilidade de não cumprimento, por determinada contraparte, de obrigações relativas à liquidação de operações que envolvam a negociação de ativos financeiros, incluindo aquelas relativas à liquidação de instrumentos financeiros derivativos.
Mercado	Possibilidade de ocorrência de perdas financeiras ou econômicas resultantes da flutuação nos valores de mercado de posições detidas pela Instituição.
Taxa de Juros do <i>Banking Book</i>	Possibilidade de perda decorrente das exposições sujeitas à variação das taxas de juros das operações não classificadas na carteira de negociação.
Liquidez	Possibilidade de perda decorrente de desequilíbrios entre ativos negociáveis e passivos exigíveis – “descasamentos” entre pagamentos e recebimentos – que possam afetar a capacidade de pagamento da Instituição, levando-se em consideração as diferentes moedas e prazos de liquidação de seus direitos e obrigações.
Operacional	Possibilidade de perdas resultantes de falha, deficiência ou inadequação de processos internos, pessoas e sistemas, ou eventos externos. Esta definição inclui a possibilidade de perdas decorrentes do risco legal.
Legal	Possibilidade de perda decorrente da inadequação ou deficiência em contratos firmados pela Instituição, bem como a sanções em razão do descumprimento de dispositivos legais e a indenizações por danos a terceiros decorrentes das atividades desenvolvidas pela Instituição.
Socioambiental	Possibilidade de perdas decorrentes da exposição a danos socioambientais gerados pelas atividades do Banco do Brasil.
Estratégia	Possibilidade de perdas decorrentes de mudanças adversas no ambiente de negócios, ou de utilização de premissas inadequadas na tomada de decisão.
Reputação	Possibilidade de perdas decorrentes da percepção negativa sobre a Instituição por parte de clientes, contrapartes, acionistas, investidores, órgãos governamentais, comunidade ou supervisores que pode afetar adversamente a sustentabilidade do negócio.
EFPPS	Possibilidade de impacto negativo decorrente do descasamento entre passivos atuariais e ativos das entidades fechadas de previdência complementar e de operadoras de planos privados de saúde a funcionários.
Modelo	Possibilidade de perdas decorrentes do desenvolvimento ou uso inadequados de modelos, em função da imprecisão ou insuficiência de dados ou à formulação incorreta na sua construção.
Contágio	Possibilidade de impacto negativo no capital decorrente de eventos adversos nas participações societárias que não fazem parte do Conglomerado Prudencial
Conformidade	Possibilidade de perdas financeiras ou de reputação resultantes de falha no cumprimento de leis, regulamentos, normas internas, códigos de conduta e diretrizes estabelecidas para o negócio e atividades da organização.

Figura 6.1: Conceito dos Riscos do Conjunto Corporativo de Riscos Relevantes do Conglomerado Prudencial da IF.

6.1.1 Gestão do Risco de Mercado da Instituição Financeira

Conforme BB [34], a IF estabelece políticas e estratégias para a gestão do risco de mercado e para a gestão dos instrumentos financeiros derivativos, as quais determinam as diretrizes de atuação da empresa no processo de gerenciamento deste risco.

No processo de gestão de risco de mercado, são utilizados mecanismos expressos em sistema normativo, que detalham os procedimentos operacionais necessários à implementação das decisões organizacionais relativas aos negócios e atividades da Empresa e ao atendimento de exigências legais e de órgãos reguladores e fiscalizadores.

São utilizados, sistemas que garantem a gestão das posições registradas nas carteiras de negociação e de não negociação, bem como das operações destinadas ao cumprimento dos objetivos de hedge estabelecidos.

Conforme BB [34], o banco utiliza métodos estatísticos e de simulação para mensurar os riscos de mercado das suas exposições. Entre as métricas resultantes da aplicação destes métodos, destacam-se:

- i. análise de sensibilidades;
- ii. *Value at Risk* - VAR; e
- iii. estresse.

Por meio das métricas de sensibilidade, são simulados os efeitos no valor das exposições resultantes de variações no patamar dos fatores de risco de mercado. O VaR e o Estresse são métricas utilizadas para estimar perdas potenciais, sob condições rotineiras e extremas de mercado, respectivamente, dimensionadas diariamente em valores monetários, considerando determinado intervalo de confiança e horizonte temporal.

Os fatores de riscos utilizados para mensuração da métrica de VaR de riscos de mercado das exposições são classificados nas seguintes categorias:

- i. taxas de juros;
- ii. taxas de câmbio;
- iii. preços de ações; e
- iv. preços de mercadorias (*commodities*).

O desempenho da métrica de VaR é avaliado mensalmente mediante a aplicação de processo de *backtesting*.

6.2 Metodologia

Conforme mencionado no capítulo 4 – Mensuração e Gestão de Riscos de Mercado, o VaR depende de 03 fatores quantitativos: o horizonte de tempo, a janela de observação e o intervalo de confiança. Todos são, de certa forma, arbitrários. Por exemplo, a abordagem de modelos internos, estabelecida pelo CBSB [10], define um intervalo de confiança de 99% sobre 10 dias de horizonte de tempo como parâmetros para cálculo da exigência mínima de capital para riscos de mercado.

O CBSB escolheu, presumivelmente, período de 10 dias, por entender que reflete o trade-off entre os custos de monitoramento frequente e os benefícios da detecção antecipada de problemas potenciais nas posições de mercado. Do ponto de vista da indústria financeira, esse valor é questionável, pois há consenso nos *players* de mercado de que o horizonte de tempo poderia ser determinado pela natureza da carteira de negociação.

Usualmente, os bancos reportam o VaR de suas operações sobre um horizonte de tempo diário, devido ao giro rápido das atividades de suas carteiras. Inversamente, as carteiras de investimento, que ajustam suas exposições ao risco vagorosamente, motivo pelo qual o horizonte de tempo de 1 mês é normalmente escolhido. Dessa forma, o horizonte de tempo deveria estar relacionado à liquidez dos ativos, definido em termos de extensão de tempo necessário para volumes normais de transação.

A metodologia proposta nesta pesquisa científica encontra-se em fase de testes na mensuração do risco de mercado em carteiras trading de títulos públicos de uma grande IF nacional e seus resultados são apresentados no tópico Resultados Obtidos deste capítulo.

O desenvolvimento do modelo de cálculo do índice de giro do volume de negócios (IGN), levou em consideração o indicador de *Portfolio Turnover (Dow [1])* com base na fórmula de Looper descrita conforme fórmula 6.1. Este indicador é amplamente utilizado no mercado financeiro, em especial, no segmento de fundos de investimento. O *Portfolio Turnover* tem como principal finalidade possibilitar a análise da liquidez de fundos ou mesmo instrumentos financeiros, utilizando-se da relação entre os negócios transacionados em mercado com o tamanho da posição mantida em carteira.

$$\text{Portfolio Turnover} = \frac{\text{Total Purchases}}{\text{Average Portfolio Value}} \quad (6.1)$$

Em que:

- i. *Portfolio Turnover* = Tempo, relativo ao período utilizado, necessário para a rotatividade do portfólio;
- ii. *Total Purchases* = Volume de compra ou volume de venda do portfólio, conforme a necessidade de análise, para o prazo avaliado; e
- iii. *Average Portfolio Value* = Média de volume do portfólio, calculada para o prazo avaliado.

Diante do conceito exposto acima, pode-se afirmar que o turnover tem como principal função avaliar a liquidez de um determinado ativo ou portfólio, conforme a necessidade, bem como o tempo necessário para a sua rotatividade total.

O estudo do modelo de cálculo do indicador IGN poderia ser empregado, em substituição do parâmetro *holding period*, na mensuração do VaR para apuração da exposição a risco de mercado da Carteira de Negociação.

6.3 Carteira Teórica e Instrumentos Financeiros

Para embasar o estudo, foram construídas carteiras teóricas composta por títulos públicos federais detidas na carteira de negociação da IF com intenção de negociação ou destinadas a hedge da carteira de negociação antes de seu prazo contratual, observadas as condições normais de mercado e que não continham cláusula de inegociabilidade.

Os títulos públicos federais que compuseram essas carteiras teóricas estão destacados a seguir:

- i. Letras do Tesouro Nacional (LTN);
- ii. Notas do Tesouro Nacional - Série B (NTN-B) e Notas do Tesouro Nacional - Série F (NTN-F); e
- iii. Letras do Tesouro Nacional (LTN).

6.4 Método de Mensuração do Índice de Giro do Volume de Negócios (IGN)

Tendo em vista a finalidade da carteira de negociação que é negociar, ativa e frequentemente os instrumentos financeiros, é de se esperar que o holding period desta carteira apresente valores baixos, ou seja, a carteira deve apresentar basicamente em sua composição títulos que apresentem níveis de liquidez e concentração compatíveis com a estratégia a ser adotada.

Para a obtenção do índice é necessário verificar, considerando uma série histórica de até 252 observações, o volume líquido de negócios em mercado secundário, ou seja, o volume de negócios efetuados sem participação do Banco, por meio da fórmula 6.2:

$$Volume_{Liq} = Volume_{Total} - Volume_{Banco}, \quad (6.2)$$

Sendo:

- a. $Volume_{Liq}$ = Volume líquido transacionado do instrumento financeiro, apurado para a data d;
- b. $Volume_{Total}$ = Volume total observado em mercado, na data d, referente a negócios extragrupos do instrumento financeiro; e
- c. $Volume_{Banco}$ = Volume de negócios realizados pelo Banco, em mercado secundário, para o instrumento financeiro na data d.

Após o cálculo dos volumes líquidos, calcula-se as janelas móveis, quantas forem possíveis, até que a primeira observação de negócio seja a última a ser utilizada, conforme equação 6.3:

$$Volume_{Diário} = \frac{\sum_{d=1}^{n-9} (Volume_{Liq-d} + Volume_{Liq,d-1} + \dots + Volume_{Liq,d-9})}{\frac{n-9}{10}}, \quad (6.3)$$

Sendo:

- a. $Volume_{Diário}$ = Volume médio diário desde a data n até a data d;
- b. d = Primeira data considerada para a janela móvel, iniciando na data analisada e finalizando em n-9; e

c. n = Quantidade de dias entre a data analisada e a primeira data que apresente volume líquido para o instrumento.

Adotou-se o denominador igual a 10 da equação 6.3 para realizar a equivalência ao holding period estabelecido nos normativos previstos na regulação de risco de mercado.

Visando conservadorismo no cálculo do holding period utilizado para o instrumento, o volume terá como base o intervalo de confiança de 95%. Ou seja, após o cálculo dos volumes por meio da fórmula exposta acima, eles (os volumes) serão ordenados, do maior para o menor, e obtida a observação conforme o resultado da fórmula 6.4:

$$Ordem = T.95\%, \quad (6.4)$$

Sendo:

- a. $Ordem$ = Primeira data considerada para a janela móvel, iniciando na data analisada e finalizando em $n-9$; e
- b. n = Quantidade de dias entre a data analisada e a primeira data que apresente volume líquido para o instrumento.

A partir do volume auferido considerando-se o intervalo de confiança adotado, obtêm-se o *turnover* de mercado do instrumento financeiro a partir da aplicação da fórmula 6.5:

$$Turnover_{Mercado} = \frac{Estoque}{Volume_{95\%}}, \quad (6.5)$$

Sendo:

- a. $Turnover_{Mercado}$ = Tempo necessário, em dias, para a rotatividade do volume total do título analisado;
- b. $Estoque$ = Valor de mercado da totalidade emitida do título; e
- c. $Volume_{95\%}$ = Volume médio de negócios em mercado secundário obtido com base no índice de confiança de 95%.

Visando obter a profundidade de mercado, bem como a concentração dos instrumentos financeiros na carteira do Banco, é necessário calcular a relação entre a participação do Banco e o estoque no mercado, com base na fórmula 6.6:

$$Participação_{Líquida} = \frac{Estoque_{Banco}}{Estoque_{Total}}, \quad (6.6)$$

Sendo:

- a. $Participação_{Líquida} =$ Participação do Banco no estoque do instrumento disponível em mercado; e
- b. $Estoque_{Banco} =$ Valor do estoque do instrumento financeiro detido em carteira pelo Banco.

Como o turnover de mercado, foi obtido com base em volumes líquidos, desconsiderando-se negócios efetuados pelo Banco, o índice de giro de volume de negócios (IGN) pode ser obtido por meio da multiplicação da participação do Banco no mercado pelo turnover obtido anteriormente. Matematicamente, tem-se:

$$IGN = Turnover \cdot Participação_{Líquida}, \quad (6.7)$$

Sendo:

IGN = Índice de giro de volume de negócios, correspondente ao período de manutenção calculado para o instrumento financeiro analisado.

6.5 Experimento Realizado

O experimento foi realizado com base nas premissas e conceitos estabelecidos no projeto de pesquisa para aprimoramento da área de gestão de riscos de mercado. O intuito deste estudo foi realizar, a partir da carteira teórica de títulos públicos, um comparativo entre as abordagens padronizada e modelos internos de risco de mercado, observando e avaliando o comportamento da carteira e os resultados de consumo de capital desses instrumentos

financeiros.

No escopo do trabalho, foi mensurado também o VaR com a adoção do índice de giro do volume de negócios (IGN), que é objeto da metodologia apresentada anteriormente, e os resultados obtidos quanto à alocação de capital se mostraram bem interessantes para esse perfil de carteira como será possível perceber no item 6.6 (Resultados Obtidos) deste capítulo. Serão detalhados a seguir os tipos de instrumentos financeiros, as carteiras teóricas que foram aplicadas no estudo e os resultados obtidos dessa análise.

6.5.1 Instrumentos Financeiros – Títulos Públicos

O endividamento público é um instrumento apropriado para financiar o investimento público na construção de ativos de elevado custo e longa duração, bem como o financiamento do investimento público produtivo, e ainda é instrumento de financiamento de despesas emergenciais e extraordinárias, mesmo as não caracterizadas como investimento, como calamidades públicas ou outro tipo de choque temporário, como por exemplo, em guerras. (Silva; Carvalho; Medeiros [72]).

A evolução na gestão da dívida pública foi importante para desenvolver o mercado de títulos federais, com o intuito de gerar benefícios, tanto do ponto de vista de políticas macro como microeconômicas. Os títulos públicos são instrumentos essenciais na atuação do Banco Central para o controle da liquidez de mercado e para o alcance do objetivo de garantir a estabilidade da moeda, além de representar referencial importante para emissões de títulos privados.

A disponibilização de títulos públicos da dívida interna no mercado é capaz de tornar os compradores destes títulos em poupadores, já que pouparão sua renda no presente e irão transferir para o futuro um poder de consumo ampliado pelos rendimentos positivos de seus investimentos, de forma mais segura do que ocorre usualmente em títulos de natureza privada.

Os títulos públicos federais são instrumentos importantes para o financiamento da Dívida Pública Federal, sendo prefixados ou pós-fixados, com pagamentos ou não de cupons de juros e único fluxo de principal, compondo na maioria das vezes uma classe de ativos classificados nas carteiras de negociação das instituições financeiras.

O risco de crédito desses instrumentos é baixo dado que o emissor é Tesouro Nacio-

nal, ou seja, há a garantia de pagamento pelo Governo Federal Brasileiro. No entanto, os títulos do Tesouro sofrem oscilações de preços a mercado, exigindo uma alocação de capital para cobertura das parcelas de riscos de mercado expostas a variação de taxas de juros (RWAJur), normalmente sensibilizadas nas parcelas RWAjur1 (BACEN [71]) e RWAjur3 (BACEN [73]) das abordagens padronizada e modelos internos.

Cabe salientar, conforme Assaf Neto [24], que o Risco de Mercado envolve possibilidade de ocorrência de perdas financeiras ou econômicas resultantes da flutuação nos valores de mercado de posições detidas pela Instituição.

Como exemplo, são apresentadas as Figuras 6.2 a 6.5 demonstrando as variações de preço e taxa de compra e venda observadas ao longo do tempo em 4 tipos de títulos públicos federais usados no presente estudo:

- i. a Figura 6.2 refere-se ao título de Letra do Tesouro Nacional - LTN 010321, onde não há pagamento de cupom de juros e único fluxo de principal com vencimento para Mar/2021;
- ii. a Figura 6.3 refere-se ao título de Letra do Tesouro Nacional - LTN 010119, onde não há pagamento de cupom de juros e único fluxo de principal com vencimento para Jan/2019;
- iii. na Figura 6.4, o título de Nota do Tesouro Nacional – Série B NTN-B 010123, que é indexado pelo IPCA, paga cupom de juros semestrais e possuem um único fluxo de principal com vencimento em Jan/2023; e
- iv. a Figura 6.5 está associada a uma Nota do Tesouro Nacional – série F, NTN – F 010121, no qual pagam cupom de juros semestrais e possuem um único fluxo de principal com vencimento para Jan/2021.

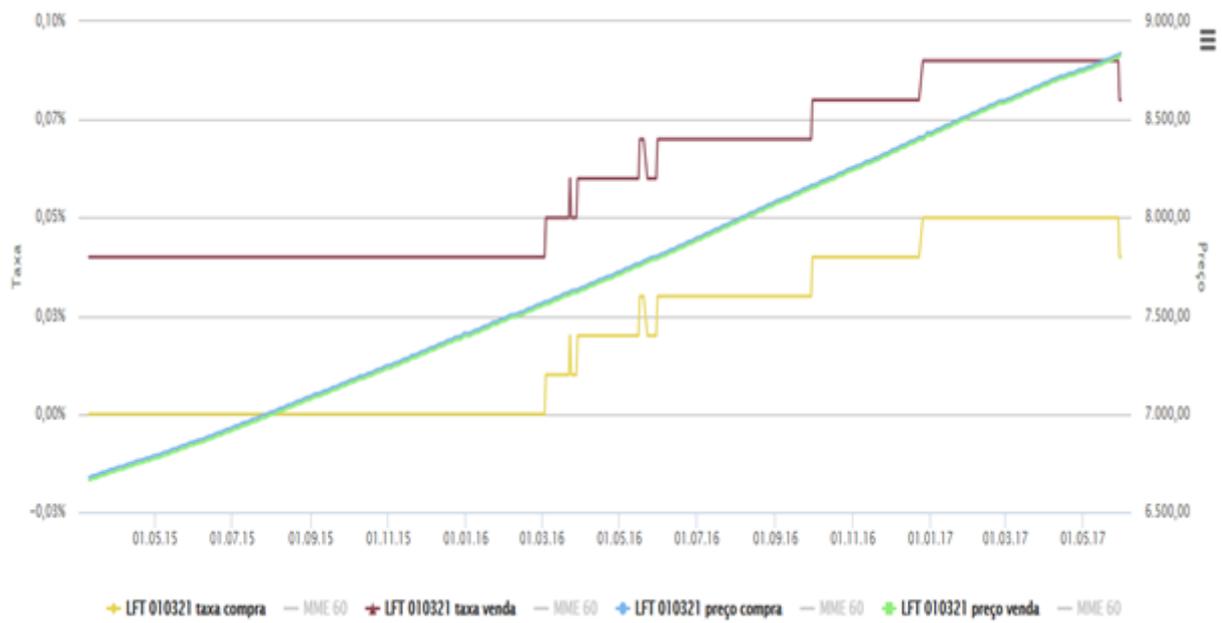


Figura 6.2: LTN 010321.

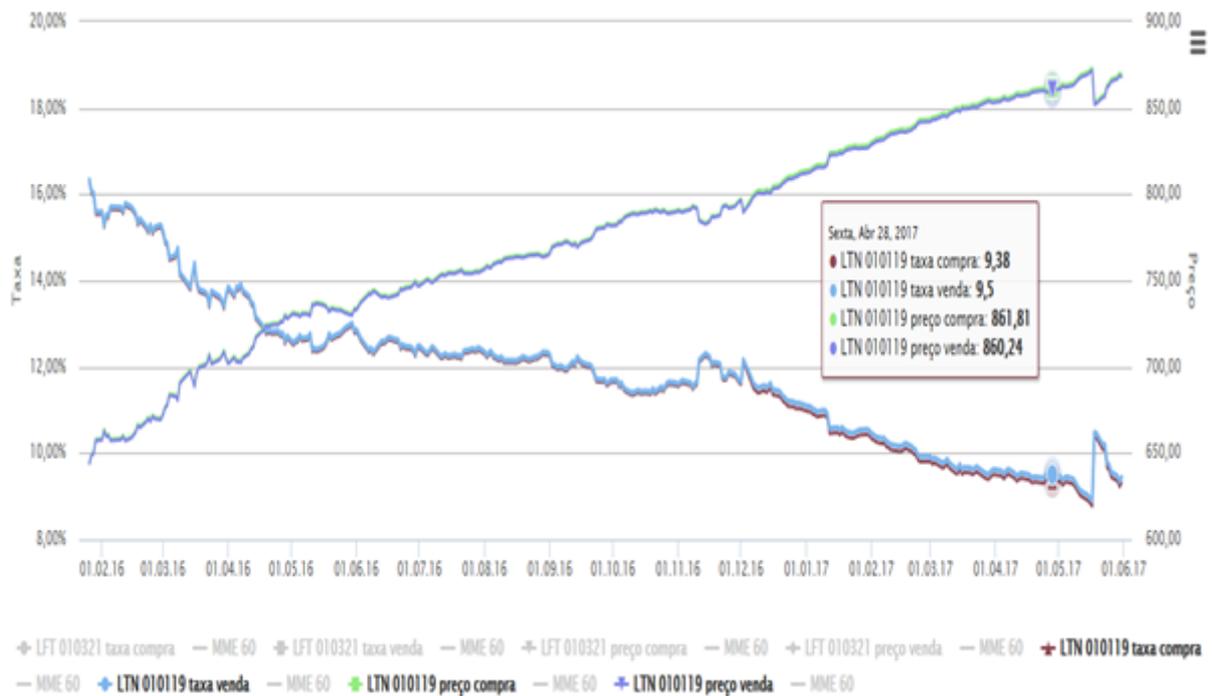


Figura 6.3: LTN 010119.

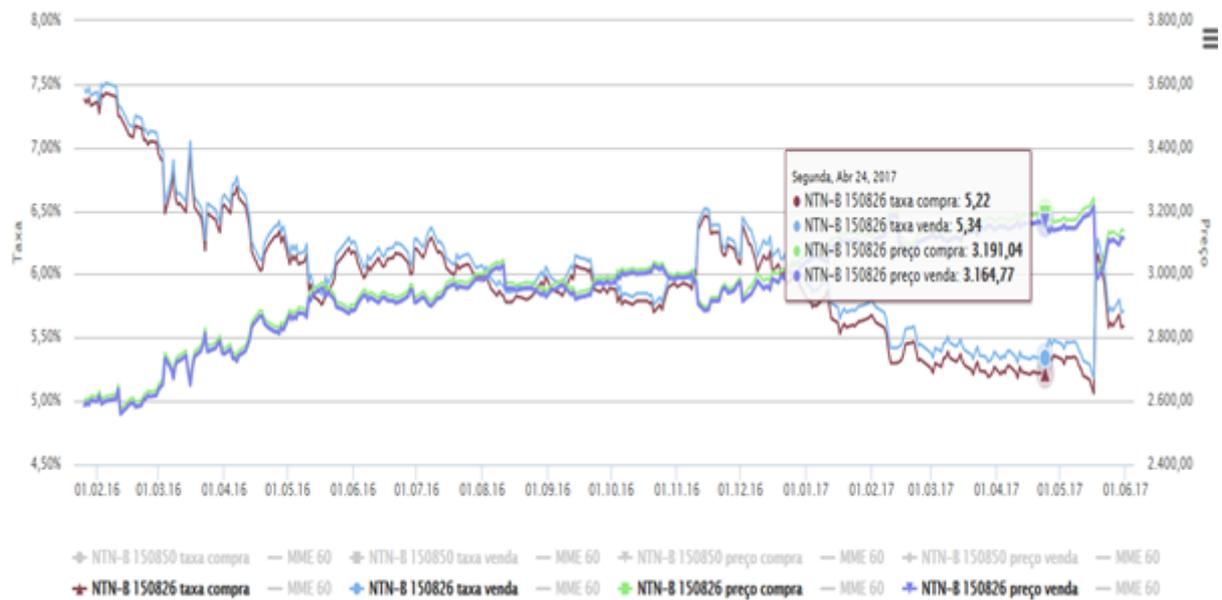


Figura 6.4: NTN-B 010123.



Figura 6.5: NTN-F 010121.

6.5.2 Carteira Teórica – Títulos Públicos

Para a composição da carteira teórica, foi capturada série histórica de dados dos últimos 252 du (dias úteis) de observações, no período de 02/2013 a 03/2017, considerando a

posição da carteira no último dia útil de cada mês, com predominâncias nos 04 tipos de instrumentos: LFT (Letras Financeiras do Tesouro), LTN (Letras do Tesouro Nacional), NTN – B e NTN – F (Notas do Tesouro Nacional – Séries B e F). São destacadas na Tabela 6.1 as características principais desses títulos, tais como: taxas de juros, fluxo de pagamento, indexadores e padrão de contagem de dia.

Tabela 6.1: Descrição das características principais dos Títulos Públicos Federais

Título	Indexador	Prazo de emissão	Principal	Juros	Padrão de contagem de dias
LTN	Prefixado	6, 12 e 24 meses	No vencimento	Não há	DU/252
NTN-F	Prefixado	3, 5 e 10 anos	No vencimento	10% a.a., pagos semestralmente	DU/252
NTN-B	IPCA	3, 5, 10, 20, 30 e 40 anos	No vencimento	6% a.a., pagos semestralmente	DU/252
LFT	Selic	3 e 5 anos	No vencimento	Não há	DU/252

Em geral, os títulos públicos federais possuem liquidez de mercado, gerando assim bons indicadores IGN diários por instrumento financeiro e que, portanto, poderiam exigir um consumo menor da alocação de capital para esses instrumentos.

A Tabela 6.2 exemplifica os tipos de instrumentos, seus vencimentos e os valores dos índices de giro de volume de negócios (IGN) calculados para os meses de 06/2016 a 08/2016.

Tabela 6.2: Títulos Públicos – Indicadores IGN

Mês: 06/2016		Mês: 07/2016		Mês: 08/2016	
Position	IGN (em d.u.)	Position	IGN (em d.u.)	Position	IGN (em d.u.)
LFT 2018/03/01	0,2928	LFT 2018/03/01	0,1966	LFT 2018/03/01	0,5938
LFT 2020/03/01	0,1251	LFT 2020/03/01	0,084	LFT 2020/03/01	0,261
LFT 2021/09/01	0,7367	LFT 2021/09/01	0,4901	LFT 2021/09/01	1,4495
LTN 2017/01/01	0,0523	LTN 2017/01/01	0,0351	LTN 2017/01/01	0,0886
LTN 2017/04/01	0,3452	LTN 2017/04/01	0,1879	LTN 2017/04/01	0,3674
LTN 2017/07/01	0,1541	LTN 2017/07/01	0,1195	LTN 2017/07/01	0,3185
LTN 2017/10/01	0,2364	LTN 2017/10/01	0,2078	LTN 2017/10/01	1,4504
LTN 2018/01/01	0,0183	LTN 2018/01/01	0,0233	LTN 2018/01/01	0,0694
LTN 2018/04/01	1,4844	LTN 2018/04/01	0,4033	LTN 2018/04/01	0,3421
LTN 2018/07/01	0,5992	LTN 2018/07/01	0,4025	LTN 2018/07/01	1,5887
LTN 2019/01/01	0,2897	LTN 2018/10/01	3,4027	LTN 2018/10/01	6,8933
LTN 2019/07/01	0,1217	LTN 2019/01/01	0,0961	LTN 2019/01/01	0,2894
LTN 2020/01/01	2,234	LTN 2019/07/01	0,0819	LTN 2019/07/01	0,2433
NTN-F 2017/01/01 10	0,0227	LTN 2020/01/01	0,7655	LTN 2020/01/01	0,4629
NTN-F 2021/01/01 10	0,0231	LTN 2020/07/01	8,7257	LTN 2020/07/01	3,3192
NTN-F 2023/01/01 10	0,5908	NTN-F 2017/01/01 10	0,0207	NTN-F 2017/01/01 10	0,0709
NTN-F 2027/01/01 10	0,4304	NTN-F 2021/01/01 10	0,0168	NTN-F 2021/01/01 10	0,06
–	–	NTN-F 2023/01/01 10	0,4643	NTN-F 2023/01/01 10	0,7319
–	–	NTN-F 2025/01/01 10	0,024	NTN-F 2025/01/01 10	0,024
–	–	NTN-F 2027/01/01 10	1,4534	NTN-F 2027/01/01 10	6,761

Encontram-se detalhados no apêndice as principais variações diárias do indicador IGN por tipo de instrumento financeiro.

6.5.3 Mensuração do VaR

Para mensurar o VaR diário da carteira, foi adotado o método de VaR por Simulação Histórica descrita no item 4.6.2 do capítulo 4, com 252 dias (dias úteis) de observação, utilizando o procedimento de avaliação plena (full valuation). A Figura 6.6 resume as etapas do processo de mensuração do VaR:

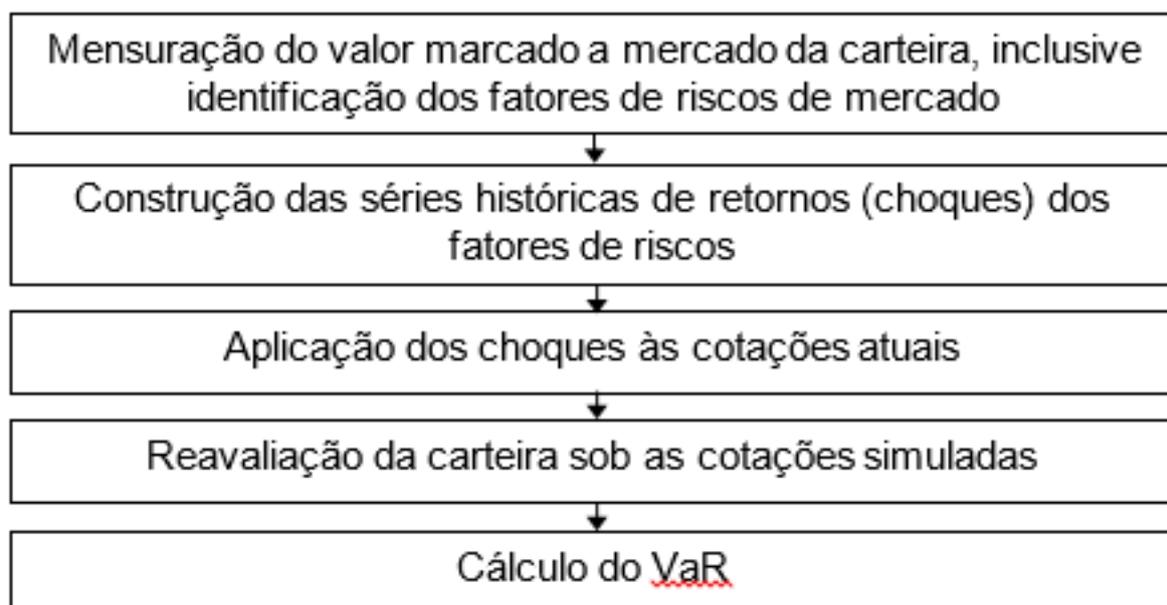


Figura 6.6: Fluxograma do Cálculo do VaR por Simulação Histórica.

Complementarmente, foi realizada a conversão de holding period por meio da Regra da Raiz Quadrada do Tempo conforme equação 4.24 citada no capítulo 4.

6.6 Resultados Obtidos

Nesta fase do estudo, são apresentados os resultados obtidos na apuração diária do índice de giro do volume de negócios (IGN), observando o comportamento de liquidação e/ou negociação dos títulos na carteira de negociação e a comparação do VaR entre as abordagens padronizada e modelos internos quanto à exigência mínima de capital. Em consequência, ponderando o uso do parâmetro uniforme de holding period igual a 10 estabelecido pelo CBSB versus ao indicador IGN calculado por modelo interno na visão gerencial da gestão de risco de mercado.

É exibido na Tabela 6.3 os valores médios diários observados do IGN para os títulos

públicos pertencentes a carteira de negociação, exemplificados em dias específicos, contidos no período de 02/2013 a 03/2017.

Tabela 6.3: Títulos Públicos – Índice de Giro do Volume de Negócios (IGN Média)

Data	Média IGN Carteira (em du)	Data	Média IGN Carteira (em du)	Data	Média IGN Carteira (em du)
01/02/2013	23,47	11/04/2016	0,61	23/09/2016	1,12
13/03/2013	22,05	12/04/2016	0,63	30/09/2016	1,1
15/03/2013	22,11	13/04/2016	0,72	21/10/2016	1,33
31/10/2013	16,51	15/04/2016	0,71	28/10/2016	1,37
31/12/2014	6,57	29/04/2016	0,56	31/10/2016	1,39
12/06/2015	2,93	31/05/2016	0,62	09/11/2016	1,43
31/12/2015	0,83	06/06/2016	0,68	28/11/2016	1,06
29/01/2016	4,74	08/06/2016	0,69	30/11/2016	1,14
29/02/2016	1,53	17/06/2016	0,66	30/12/2016	1
14/03/2016	0,76	24/06/2016	0,7	13/01/2017	0,69
31/03/2016	0,77	29/06/2016	0,76	27/01/2017	0,14
01/04/2016	0,36	30/06/2016	0,46	31/01/2017	1,05
04/04/2016	0,54	29/07/2016	0,86	24/02/2017	1,08
06/04/2016	0,55	26/08/2016	1,22	31/03/2017	1,43
07/04/2016	0,55	31/08/2016	1,27	–	–
08/04/2016	0,72	16/09/2016	1,05	–	–

De modo empírico, é possível inferir a partir da observação da Figura 6.7 que os títulos públicos passaram a ser mais negociado em mercado pela IF, demonstrando assim liquidez desses papéis no mercado secundário. O indicador IGN desses papéis saiu de um horizonte temporal de aproximadamente 23 du, em Jan/2013, para cerca de menos de 2 du, de 2016 em diante.

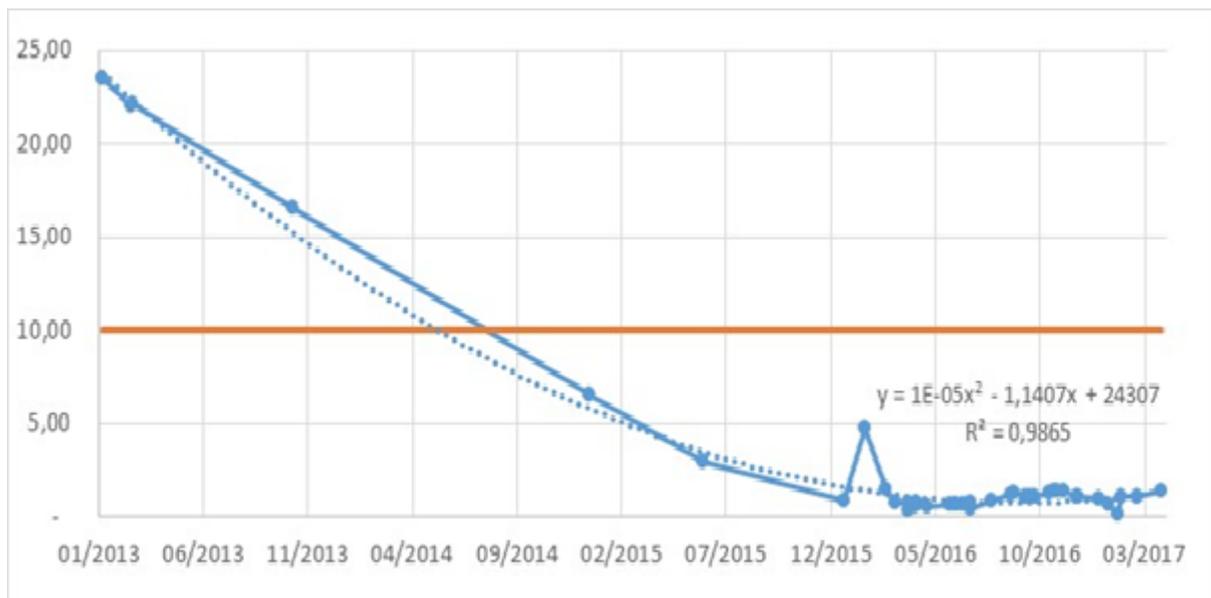


Figura 6.7: Média do indicador IGN dos títulos públicos na carteira de negociação.

Observa-se também na Figura 6.7, que a linha de tendência, criada com o intuito de avaliar qual seria a regressão e coeficiente de determinação R^2 do modelo capaz de explicar os dados coletados, indicou uma equação polinomial de segunda ordem ($y = 1E - 05x^2 - 1,1407x + 24307$) para ilustrar a relação entre tempo (períodos recentes) e o nível de giro do volume de negócios. Verifica-se que o valor de R^2 apresentado foi de 0,9865, indicando dessa forma um bom ajuste da linha para os dados.

Corroborando com a percepção de que os títulos públicos federais possuem alta liquidez no mercado secundário, é possível verificar por meio da inspeção visual da Figura 6.8, um nível de *bid-ask spread* abaixo de 0,5%.

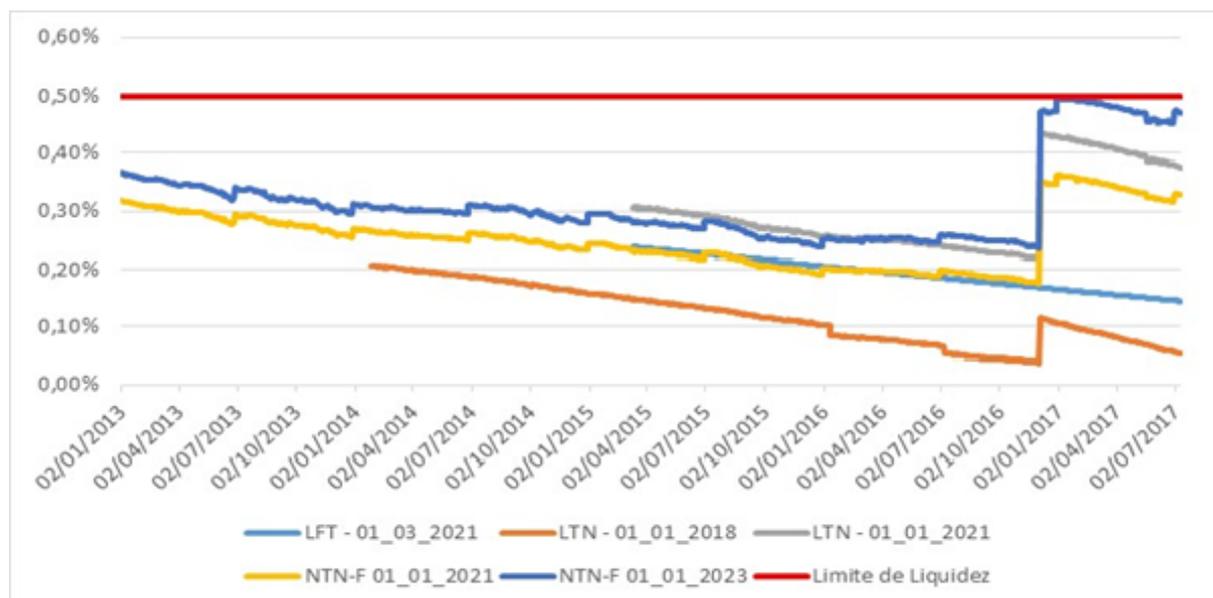


Figura 6.8: Avaliação Bid/Ask Spread dos Títulos Públicos Federais na Carteira Trading da IF.

Com suporte na Tabela 6.4, em que se encontram registradas as estatísticas descritivas sobre o comportamento da variável em análise (bid-ask spread), pode-se identificar que o intervalo de variação do bid-ask spread nos títulos públicos federais registrados na carteira de negociação, no período de Jan/2013 a Jul/2017, ficou de variando de [0,03728%, 0,49636%], denotando a alta liquidez dos instrumentos financeiros no mercado secundário.

Tabela 6.4: Estatística descritiva bid-ask spread dos Títulos Públicos Federais catalogados na carteira trading da IF

Dia	LTN -	LTN -	LFT -	NTN-F	NTN-F
	01_01_18	01_01_21	01_03_21	01_01_21	01_01_23
Média	0,12%	0,30%	0,19%	0,25%	0,31%
Mediana	0,11%	0,27%	0,19%	0,25%	0,30%
Desvio padrão	0,05%	0,07%	0,03%	0,05%	0,07%
Mínimo	0,04%	0,22%	0,14%	0,17%	0,24%
Máximo	0,21%	0,43%	0,24%	0,36%	0,50%
Contagem (mil)	865	584	584	1.132	1.133

Infere-se, a partir dos dados observados, que a IF está com mais apetite ao risco nesses tipos de instrumentos financeiros, vez que esses ativos geram rentabilidade adequada frente ao custo de capital exigido e também pela baixa demanda de crédito provavelmente em razão da crise econômica que afeta o País.

O passo seguinte foi verificar o comportamento da exigência de capital de risco de mercado nas abordagens padronizada (A - RWA(JUR (Pad))), modelos internos [B - com holding period igual 10 - (RWA(JUR (MI))) e C - holding period com o índice de giro do volume de negócios - (RWA(JUR (MI-IGN)))]], ponderando a utilização do holding period regulatório, igual a 10 du, e uma alternativa para uso na gestão com base indicador IGN.

As Tabelas 6.5 e 6.6 relacionam os valores mensais da exigência de capital de risco de mercado com base nas abordagens mencionadas no parágrafo anterior:

Tabela 6.5: Comparativo do montante de exigência de capital nas abordagens padronizada e modelos internos (com $hp = 10$ e $hp =$ índice de giro)

Data	A - Padronizado	B - Modelos Internos	C - Modelos Internos/IGN	
Valores em R\$ Mil				
(mm/aaaa)	RWAjur(Pad)	RWAjur(MI)	IGN	RWAjur(MI/IGN)
fev/13	1.675.627.545	2.310.059.091	23,47	3.538.648.548
mar/13	1.647.266.364	2.153.498.182	22,11	3.202.162.236
out/13	194.183.455	1.461.560.909	16,51	1.877.891.526
dez/14	325.085.909	1.000.414.545	6,57	810.814.463
jun/15	357.186.364	786.583.636	2,93	426.097.640
dez/15	156.787.455	533.743.636	0,83	153.349.142
jan/16	285.685.772	694.925.738	4,74	478.556.734
fev/16	307.655.089	658.677.468	1,53	257.922.029
mar/16	264.774.684	653.348.861	0,77	181.008.348
abr/16	186.642.633	619.669.873	0,56	146.085.800
mai/16	204.749.772	592.101.266	0,62	147.206.588
jun/16	229.136.810	602.851.646	0,46	128.775.413
jul/16	236.793.519	836.278.987	0,86	245.253.597
ago/16	249.356.962	993.925.570	1,27	354.103.645
set/16	282.177.215	1.132.288.101	1,1	375.305.649
out/16	601.326.582	1.030.660.759	1,39	384.441.901
nov/16	704.610.633	1.085.618.228	1,14	365.875.928
dez/16	797.883.544	1.136.206.076	1	359.515.468
jan/17	834.056.973	1.259.234.595	1,05	408.609.632
fev/17	1.043.997.297	1.212.908.649	1,08	399.211.491
mar/17	771.255.027	1.077.232.973	1,43	406.745.388

Tabela 6.6: Comparativo da variação de exigência de capital nas abordagens padronizada e modelos internos (com $hp = 10$ e $hp =$ índice de giro)

Data (mm/aaaa)	Variacao (%) B/A	Variacao(%) C/A	Variacao (%) C/B
fev/13	37,90%	111,18%	53,18%
mar/13	30,70%	94,39%	48,70%
out/13	652,70%	867,07%	28,49%
dez/14	207,70%	149,42%	-18,95%
jun/15	120,20%	19,29%	-45,83%
dez/15	240,40%	-2,19%	-71,27%
jan/16	143,20%	67,51%	-31,14%
fev/16	114,10%	-16,17%	-60,84%
mar/16	146,80%	-31,64%	-72,30%
abr/16	232,00%	-21,73%	-76,43%
mai/16	189,20%	-28,10%	-75,14%
jun/16	163,10%	-43,80%	-78,64%
jul/16	253,20%	3,57%	-70,67%
ago/16	298,60%	42,01%	-64,37%
set/16	301,30%	33,00%	-66,85%
out/16	71,40%	-36,07%	-62,70%
nov/16	54,10%	-48,07%	-66,30%
dez/16	42,40%	-54,94%	-68,36%
jan/17	51,00%	-51,01%	-67,55%
fev/17	16,20%	-61,76%	-67,09%
mar/17	39,70%	-47,26%	-62,24%

Tabela 6.7: Comparativo das variações médias de alocação de capital de risco de mercado entre as abordagens antes, durante e após 2016

Variação Média B/A antes de 2016	214,90%	Variação Média C/A antes de 2016	206,5%	Variação Média C/B antes de 2016	0,90%
Variação Média B/A em 2016	167,40%	Variação Média C/A em 2016	-11,2%	Variação Média C/B em 2016	-66,10%
Variação Média B/A 2016 em diante	35,6%	Variação Média C/A 2016 em diante	-53,3%	Variação Média C/B 2016 em diante	-65,60%

Conforme resultados empíricos apresentados na tabela 6.7, verifica-se aumento médio da alocação de capital de 167,4% e 35,6% entre a abordagem modelos internos em relação ao método padronizado, para o período de 2016 e Jan a Mar de 2017, respectivamente. Dado que ambos os métodos embutem em seus parâmetros praticamente os mesmos valores na mensuração do VaR, ou seja, período de observação 252 dias, intervalo de confiança igual a 99,21% e holding period (HP) igual 10, infere-se que a principal razão para o incremento de valor na exigência de capital esteja associada ao multiplicador M (Risco de Modelo) da fórmula de capital de modelos internos.

O fator multiplicador (M) da fórmula de cálculo da exigência de capital para modelos internos tem o seu valor mínimo fixado pelo CBSB em três, podendo ser elevado até quatro como penalidade pelo eventual mau desempenho verificado no backtest do modelo de VaR utilizado pela instituição financeira.

O multiplicador tem por objetivo fornecer uma proteção contra algumas deficiências usualmente relacionadas à modelagem do VaR, tais como a parametrização com base na distribuição normal (visto que a distribuição empírica de retornos financeiros apresenta comumente caudas pesadas), o uso de dados históricos para prever o futuro (volatilidades e correlações verificadas no passado podem sofrer fortes alterações, marcadamente em situações de stress do mercado), desconsideração das alterações de posição ao longo do dia (risco intradiário), etc.

Contudo, conforme mencionado no capítulo 1, a abordagem padronizada apresenta algumas limitações técnicas na metodologia de cálculo da exigência de capital, como exemplo, sua natureza estática, o que a torna inadequada para capturar alterações nos padrões de volatilidade e nas correlações dos fatores de risco. Esta limitação é preocupante, prin-

principalmente em se tratando de mercados sujeitos a oscilações consideráveis nos preços de seus ativos. A exigência de capital baseada em tal método, ao ser calibrada para determinado cenário, pode rapidamente se tornar excessiva, caso haja uma redução nos níveis de volatilidade, ou insuficiente em caso contrário.

Já quando avaliamos os resultados apurados entre a abordagem de modelos internos com o uso do índice de giro de volume dos negócios (IGN) em relação as demais abordagens regulatórias (padronizada e modelos internos), verifica-se uma redução (otimização) no consumo de capital de risco de mercado variando de -11% a - 66%, no período de 2016 até Mar/2017.

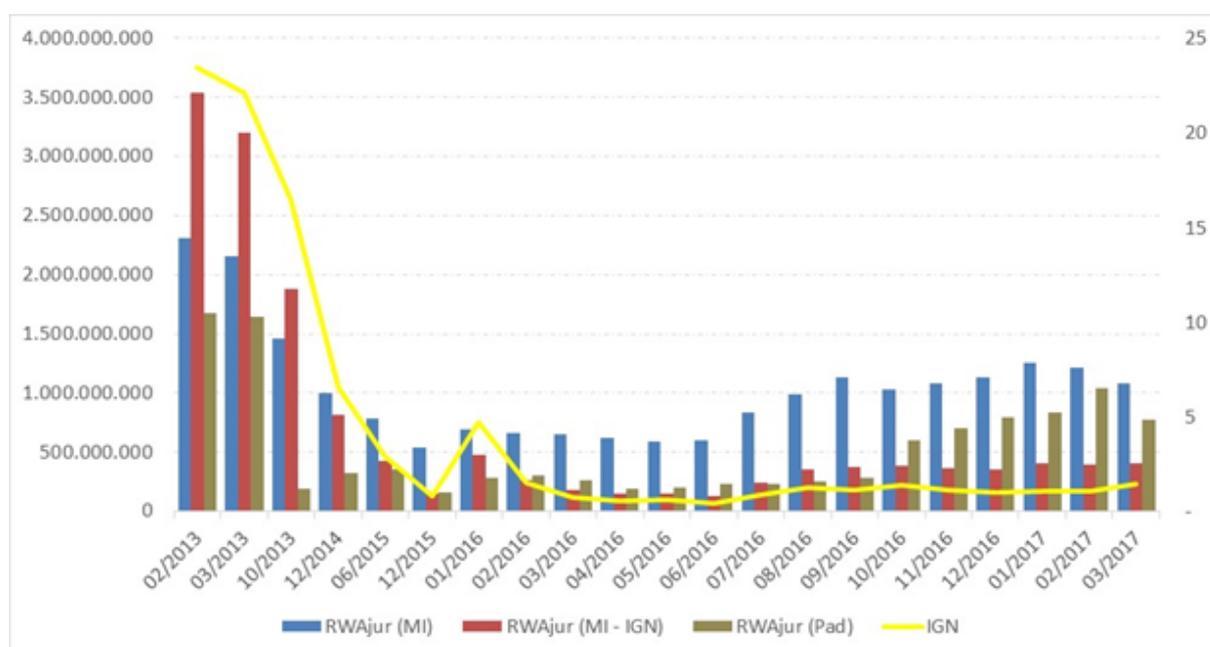


Figura 6.9: Comparativo de VaR pelos métodos: Padronizado (RWA(JUR (Pad))), Modelos Internos (RWA(JUR (MI))) e Modelos Internos com índice de giro de volume dos negócios (RWA(JUR (MI-IGN))).

Essa falta de liquidez ou desejo do Banco manter esses ativos mais tempo na carteira, aumentou a sensibilidade do VaR nas variações dos fatores de risco de taxa de juros e, conseqüentemente, na exigência de capital do Banco. A partir de 2015 em diante, o cenário se inverte, ou seja, há uma redução significativa da quantidade de dias de negociação dos títulos e, conseqüentemente, menor exigência de capital via VaR.

A principal razão observada na otimização do consumo de capital é o giro frequente dos títulos públicos pertencentes a carteira de negociação do Banco, ratificando o enten-

dimento de que as Instituições Financeiras em sua grande maioria não levam mais que 10 dias de carregamento desses tipos de instrumentos financeiros no portfólio.

Por fim, destaca-se que os resultados obtidos contribuíam para uma maior compreensão do processo de mensuração e gestão de risco de mercado, com vistas o crescimento orgânico do resultado gerencial vis-à-vis alocação ótima de capital.

Capítulo 7

Conclusão

7.1 Considerações Finais

A gestão eficiente de riscos e de capital vem se tornando uma atividade cada vez mais estratégica para a maior parte das Instituições Financeiras, ao possibilitar uma alocação ótima de capital para alavancagem dos negócios, melhor precificação dos ativos financeiros, otimização na avaliação de desempenho e auxílio à tomada de decisão.

A adequada evidenciação dos aspectos relacionados ao risco de mercado tem assumido importância relevante no sistema, por diversos fatores, como as recentes crises financeiras de amplitude global, o desenvolvimento – em variedade e complexidade – dos produtos derivativos, os colapsos empresariais decorrentes de deficiências na gestão de riscos, e a própria exigência de capital em função dos riscos assumidos pelas instituições.

Face ao crescimento da importância dos assuntos relacionados à gestão do risco de mercado, órgãos internacionais têm publicado documentos que tratam do tema, abordando as características que devem possuir os sistemas de gestão de risco das instituições financeiras e as informações que estas devem disponibilizar ao público sobre os assuntos pertinentes ao risco de mercado.

No que se refere às atividades desenvolvidas por instituições financeiras, assumem destaque as recomendações do CBSB para implementação de Basileia III. Cabe salientar que o Bacen vem adotando integralmente as recomendações de Basileia motivadas pela crise do subprime para mensuração da exigência de capital para risco de mercado.

Dentre as metodologias de mensuração do risco de mercado, destaca-se o *Value at Risk* (VaR). A principal vantagem que esta metodologia possui é a possibilidade de se apre-

sentar os riscos de mercado de uma empresa, unidade de negócio ou carteira em único número expresso em unidades monetárias. Além disso, congrega em sua essência aspectos relacionados à exposição incorrida e as condições de mercado. Registra-se que em fase que antecedeu a análise dos dados, foram realizados testes de confiabilidade que demonstraram ser adequada a consistência das informações utilizada nesta pesquisa.

Em linha com a literatura existente, ressalta-se que foi adotado o método VaR por Simulação Histórica para mensuração do risco de mercado e, conseqüentemente, alocação de capital necessária para cobertura deste risco. A metodologia de VaR por Simulação Histórica é bastante utilizada pelos agentes financeiros na apuração do risco de mercado de suas operações, fato motivado, entre outros aspectos, por se constituir em técnica bastante intuitiva e simples, que utiliza dados históricos disponíveis ao público em geral.

Dessa forma, o presente trabalho procurou dar respostas para os seguintes pontos destacados nos objetivos específicos desta dissertação:

- i. comparar os modelos de cálculo de capital para risco de mercado entre as abordagens padronizada e modelos internos (proprietários) de uma grande IF nacional;
- ii. examinar e aplicar a metodologia de cálculo do índice de giro de volume de negócios (IGN) para ativos classificados numa carteira de negociação; e
- iii. otimizar a alocação de capital na abordagem de modelos internos de risco de mercado, utilizando a metodologia de cálculo do indicador IGN em substituição ao parâmetro fixo de holding period.

Em relação ao item i., por meio de simulação de uma carteira de negociação, baseada em títulos públicos federais, calculou-se o VaR de 1 dia, extrapolado a 10 dias úteis com base na técnica de raiz quadrada do tempo e intervalo de confiança de 99%, parâmetros esses exigidos pela Regulação, para o período de Jan/2013 a Jul/2017.

Segundo esse tratamento, foi verificado em toda a amostra considerável aumento na exigência de capital de risco de mercado utilizando a abordagem de modelos internos em comparação com a padronizada. O principal indicativo para explicar esse incremento está associado ao fator M, correspondente ao risco de modelo embutido na fórmula de capital da abordagem de modelos internos.

A crítica da indústria financeira quando da utilização de um multiplicador fixo conforme sugerido pelo CBSB, é que esse parâmetro pode acarretar exigências elevadas, principalmente nos períodos posteriores às crises. Em tais períodos, a multiplicação de uma média

de VaR, que incorpora os valores mais elevados do período de crise, pelo fator três poderia gerar requisitos de capital excessivos. Em alguns determinados tipos de composição de carteira, a abordagem de modelos internos poderia gerar uma alocação tão grande, que possivelmente desestimularia o banco a manter sua carteira trading descoberta, sem uso de derivativos.

Outra crítica que pode se fazer ao framework regulatório, é que ele não traz incentivos aos bancos em manterem um modelo interno de VaR acurado. Segundo o normativo, o supervisor poderá intervir apenas quando o modelo se encontrar na zona vermelha, mas para isso este deve acumular 10 violações em apenas um ano, mais de três vezes a quantidade que seria apropriada.

Para avaliação do item ii., o estudo se baseou na métrica bid-ask spread e na fórmula de Looper para aferir a liquidez e o nível de negociabilidade desses ativos. O estudo empírico e quantitativo demonstrou que os títulos e valores mobiliários emitidos pelo Tesouro Nacional possuem liquidez no mercado de capitais.

Para realizar tal afirmação, o estudo analisou a liquidez dos títulos públicos pré-fixados (NTN – B, NTN - F, LTN e LFT), por meio da estimação da métrica bid-ask spread. Os dados utilizados neste trabalho são diários, tendo como referência para o cálculo do bid-ask spread a cotação de fechamento do mercado para cada título. Os dados de volume também são diários, calculados pela quantidade de negócios multiplicada pelo preço médio do dia para cada título.

Os resultados de medida de liquidez mostraram que a mediana e a média do bid-ask spread crescem com a maturidade dos títulos, o que é consistente com a ideia de pagamento de um prêmio de liquidez maior para títulos com maturidades (prazos de vencimentos) mais longos. Títulos com maturidades longas carregam maiores riscos financeiros em caso de alguma perturbação do mercado.

O spread dado pela oferta de um ativo pode variar de 0,05% (alta liquidez) a 5% (baixa liquidez), ou até mesmo 10%, do preço médio do mercado. Usualmente, a indústria financeira adota valores referenciais de bid-ask spread inferior a 0,5% para indicar que um ativo é líquido. Os títulos que compuseram a carteira teórica do estudo apresentaram valores históricos de bid-ask spread abaixo de 0,5%, denotando assim alta capacidade de negociação em mercado.

Para corroborar com essa assertiva, utilizando a metodologia de índice de giro do volume de negócios proposta no trabalho, foi observado decréscimo relevante no indicador IGN nos títulos públicos federais registrados na carteira de negociação durante o período de avaliação de 2013 a 2017. O indicador IGN saiu de 23 dias uteis, em 2013, para algo em torno de 1 a 2 dias uteis, em 2017.

Dessa forma, foi possível inferir a partir desse diagnóstico, que a Tesouraria da Instituição Financeira passou a negociar mais frequentemente títulos públicos em mercado. Uma hipótese a ser considerada nesse processo, é o aumento da atuação das tesourarias nos bancos para geração de resultados, uma vez que o mercado crédito para as empresas e indivíduos via bancos sofreu piora relevante a partir da crise econômica e política instalada no país no segundo semestre de 2015 em diante.

O terceiro aspecto avaliado no estudo (item iii.), foi realizar a comparação da abordagem de modelos internos com a adoção do indicador IGN na fórmula de capital em relação as demais abordagens (padronizada e modelos internos com parâmetro de holding period fixo). Os resultados apresentados no estudo indicaram possível economia na alocação de capital de risco de mercado variando de -11% a -66%, no período de 2016 até Mar/17.

Nota-se uma otimização da alocação de capital de risco de mercado para bancos que possuem em carteira ativos líquidos e com intenção de negociá-los em mercado. Isso corrobora com a ideia de que não necessariamente os bancos precisam manter suas posições em 10 dias úteis, como pressuposto estabelecido nas normas regulatórias.

Diante disso, com base nas características específicas dos instrumentos financeiros (níveis de risco x retorno e alta liquidez) registrados na carteira de negociação dos bancos, é possível inferir a percepção da indústria financeira que o horizonte de tempo (holding period) pode ser determinada pela natureza da carteira da instituição financeira.

Destaca-se que o trabalho contribuiu para uma maior compreensão do processo de mensuração e gestão de risco de mercado, com vistas o crescimento orgânico do resultado gerencial vis-à-vis alocação ótima de capital.

Registra-se também que foi publicada, em janeiro de 2016, o novo framework de risco de mercado pelo CBSB introduzindo avanços relevante na gestão desse risco dos quais destaco alguns pontos relevantes:

- i. padrões mais detalhados e prescritivos com vistas a limitar interpretações e promover consistência em as jurisdições;
- ii. revisão dos limites entre a carteira de negociação e carteira bancária considerando requisitos mais explícitos para inclusões e exclusões de posições e limitações quanto a reclassificações de ativos com o intuito de reduzir o alcance da arbitragem nas carteiras;
- iii. revisão da abordagem de modelos internos (IMA) para se concentrar no risco de cauda (introdução da métrica Expected Shortfall (ES) em substituição ao Value at Risk (VaR), horizontes variáveis de liquidez por tipos de instrumentos financeiros, restrições a diversificação e as sensibilidades dos fatores de risco;
- iv. certificação rigorosa da abordagem modelos internos (IMA), no nível da mesa de negociação, incluindo novos testes de atribuição de lucros e perdas (P & L), ou seja, avaliação do impacto das diferenças nos fatores de risco usados no gerenciamento do risco e nos modelos de apreamento; e
- v. revisão da abordagem padronizada para avaliar melhor a sensibilidade dos fatores de risco de mercado (delta, vega e curvatura), além da inclusão do risco de default (crédito) e do risco residual para instrumentos com pagamentos não-lineares, como exemplo opções.

Por fim, sugere-se para trabalhos posteriores estudo comparativo de alocação de capital das métricas de mensuração de VaR e ES, nas abordagens padronizada e modelos considerando, considerando holding period fixo e variáveis por instrumentos financeiros tanto em títulos públicos quanto privados, como também outros fatores de exposição a riscos de mercado (variações de preços em moedas, mercadores e ações).

Referências

- [1] Dow, Clifford G.: *Portfolio turnover and common stock holdings periods*. DOW Publishing Company, 2007. vi, vii, 95
- [2] Damodaran, Aswath: *Strategic risk taking: a framework for risk management*. Pearson Prentice Hall, 2008. 1, 73
- [3] Philippe, Jorion: *Value at risk: the new benchmark for managing financial risk*. NY: McGraw-Hill Professional, 2007. 1, 5, 44, 50, 55, 57, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78
- [4] Crouhy, Michel, Dan Galai e Robert Mark: *Gerenciamento de risco: abordagem conceitual e prática: uma visão integrada dos riscos de crédito operacional e de mercado*. Qualitymark, 2004. 2
- [5] Assaf Neto, Alexandre: *Finanças corporativas e valor*. São Paulo: Atlas, 7, 2014. 2, 5
- [6] Banking Supervision, Basel Committee on: *International convergence of capital measurement and capital standards*. Bank for International Settlements, 1996. 2, 5, 34, 35
- [7] Banking Supervision, Basel Committee on: *International convergence of capital measurement and capital standards: a revised framework*. Bank for International Settlements, 2004. 2, 35
- [8] Araújo, Gustavo Silva, João Maurício de Souza Moreira e Ricardo dos Santos Maia Clemente: *Avaliação de métodos de exigência de capital para risco de ações no brasil*. Revista de Administração Contemporânea, 9(2):121–144, 2005. 3
- [9] Vieira, Cleysson Ribeiro e Osvaldo Candido Silva Filho: *Modelos vars e a nova fórmula da exigência de capital da carteira trading: uma análise no mercado brasileiro*. Pesquisa e Planejamento Econômico, 42(1), 2012. 3
- [10] Banking Supervision, Basle Committee on: *Revisions to the Basel II market risk framework*. Bank for International Settlements, 2009. 3, 39, 95
- [11] Banking Supervision, Basel Committee on: *Basel iii: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems*. Basel Committee on Banking Supervision, Basel, 2010. 3, 39

- [12] Committee, Basel *et al.*: *Guidelines for computing capital for incremental risk in the trading book*, 2009. 3
- [13] BACEN, Banco Central do Brasil: *Circular bacen nr. 3478 - 478 estabelece os requisitos mínimos e os procedimentos para o cálculo, por meio de modelos internos de risco de mercado, do valor diário referente às parcelas pjur, pacs, pcom e pcam do patrimônio de referência exigido (pre), de que trata a resolução nr. 3.490 e dispõe sobre a autorização para uso dos referidos modelos*. Banco Central do Brasil, 2009. 4
- [14] BACEN, Banco Central do Brasil: *Circular bacen nr. 3646 - estabelece os requisitos mínimos e os procedimentos para o cálculo, por meio de modelos internos de risco de mercado, do valor diário referente á parcela rwamint dos ativos ponderados pelo risco (rwa), de que trata a resolução nr. 4.193 e dispõe sobre a autorização para uso dos referidos modelos*. Banco Central do Brasil, 2013. 4, 88
- [15] Committee, Basel *et al.*: *Standards - minimum capital requirements for market risk*, 2016. 4, 33, 39, 40
- [16] Hull, John: *Risk management and financial institutions,+ Web Site*, volume 733. John Wiley & Sons, 2015. 6, 18, 23
- [17] Bessis, Joel: *Risk management in banking*. John Wiley & Sons, 2015. 10, 11, 12, 14, 17, 18, 19, 22, 23, 26, 29, 30, 34, 36, 39, 80
- [18] GROPELLI, Angélico A. e Ehsan NIKBAKHT: *Administração financeira*. São Paulo: Editora Saraiva, 2010. 10
- [19] Padoveze, Clóvis Luís: *Contabilidade gerencial: um enfoque em sistema de informação contábil*. Atlas, 2010. 10
- [20] TOLEDO FILHO, Jorge Ribeiro de: *Modelo de precificação de ativos capm, apt e derivativos: os problemas para sua contabilização*. Revista de Contabilidade do CRC-SP, São Paulo, (8):20–30, 1999. 12
- [21] Amaral, Marcos: *Tipos de riscos na actividade bancária*. Revisores, 3:36–41, 2015. 12
- [22] BRASILIANO, Antonio Celso Ribeiro: *Gestão e análise de riscos corporativos: Método brasileiro avançado*. Sao Paulo: Editora Sicurezza, 2009. 13
- [23] CMN, Conselho Monetário Nacional: *Resolução bacen nr. 4557 - dispõe sobre a estrutura de gerenciamento de riscos e a estrutura de gerenciamento de capital*. Banco Central do Brasil, 2017. 13, 14, 15, 16, 22, 24
- [24] ASSAF, NETO: *Mercado financeiro*. São Paulo: Atlas, 12, 2014. 14, 101
- [25] Silva, Eduardo Sá, Carlos Mota, Mário Queirós, Adalmiro Álvaro Malheiro de Castro Pereira *et al.*: *Finanças e gestão de riscos internacionais*, 2013. 15
- [26] Committee, Basel *et al.*: *Standards - interest rate risk in the banking book*, 2016. 16

- [27] Oliveira, Marcelo Rodrigues de *et al.*: *Determinantes do bid-ask spread e efeitos dia-da-semana e fim-de-mês na bovespa: um estudo empírico no período de março a dezembro de 2012*. 2015. 17, 45
- [28] Fernando, Chitru S, Anthony D May e William L Megginson: *The value of investment banking relationships: evidence from the collapse of lehman brothers*. The Journal of Finance, 67(1):235–270, 2012. 17
- [29] Lopes, Alexsandro Broedel e Eliseu Martins: *Teoria da contabilidade: uma nova abordagem*. Editora Atlas, 2012. 20
- [30] Lustosa, Paulo Roberto Barbosa: *A (in?) justiça do valor justo: Sfas 157, irving fisher e gecon*. Revista Evidenciação Contábil & Finanças, 5(1):5–21, 2016. 20
- [31] Vale, Carla Alexandra Martins Pinheiro do: *Gestão de risco: caso da Sonae Indústria*. Tese de Doutorado, Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto, 2011. 22
- [32] Ferreira, Albertina da Cunha Couto: *A gestão de risco aplicada à auditoria interna*. Tese de Mestrado, Universidade de Aveiro, 2010. 22
- [33] Almeida, Domingos M. S.: *Gestão de risco nas organizações*. Evento Jornadas Regionais da Qualidade, 2008. 22
- [34] BB, Banco do Brasil: *Relatório de análise de desempenho, relatório de demonstrações contábeis e relatório de gestão de riscos de pilar iii – 2t17*. Banco do Brasil, 2017. 25, 83, 91, 92, 93, 94
- [35] Internal Auditors, Institute of: *Declaração de posicionamento: As três linhas de defesa no gerenciamento eficaz de riscos e controles*. 2013. 26, 27
- [36] Rodrigues, Alexandre *et al.*: *Percepção de auditores internos acerca da aplicabilidade do coso 2013 como instrumento de avaliação dos controles internos*. 2015. 27, 28
- [37] Ching, Hong Yuh: *Contribuição das boas práticas do mercado para a eficiência na gestão de risco corporativo*. REBRAE, 4(3):257–273, 2011. 29
- [38] Niyama, Jorge Katsumi e Amaro L Oliveira Gomes: *Contabilidade de instituições financeiras*. Editora Atlas, 2012. 33, 35, 37
- [39] Izaguirre, Monica: *Basileia exigirá mais capital próprio em patrimônio dos bancos*, 2013. 36
- [40] Brunnermeier, Markus K e Lasse Heje Pedersen: *Market liquidity and funding liquidity*. The review of financial studies, 22(6):2201–2238, 2008. 36
- [41] Laux, Christian e Christian Leuz: *Did fair-value accounting contribute to the financial crisis?* The Journal of Economic Perspectives, 24(1):93–118, 2010. 37
- [42] Brunnermeier, Markus K: *Deciphering the liquidity and credit crunch 2007–2008*. The Journal of economic perspectives, 23(1):77–100, 2009. 37

- [43] Longstaff, Francis A: *The subprime credit crisis and contagion in financial markets*. Journal of financial economics, 97(3):436–450, 2010. 38
- [44] Hull, John C: *Opções, futuros e outros derivativos*. Bookman Editora, 2016. 38, 48, 60
- [45] Saunders, Anthony: *Administração de instituições financeiras*. Atlas, 2000. 42, 43, 44, 46, 47
- [46] Koch, Timothy W e S Scott MacDonald: *Bank management*. Nelson Education, 2014. 43, 45, 46
- [47] Demsetz, Harold: *The cost of transacting*. The quarterly journal of economics, 82(1):33–53, 1968. 44
- [48] Hasbrouck, Joel: *Empirical market microstructure: The institutions, economics, and econometrics of securities trading*. Oxford University Press, 2007. 45
- [49] Dowd, Kevin: *Measuring market risk*. John Wiley & Sons, 2007. 49, 50, 51, 53, 56, 64, 70, 72, 75, 76, 78
- [50] Markowitz, Harry: *Portfolio selection*. The journal of finance, 7(1):77–91, 1952. 50, 51
- [51] Longerstaey, Jacques e Martin Spencer: *Riskmetricstm—technical document*. Morgan Guaranty Trust Company of New York: New York, 1996. 51, 54
- [52] Linsmeier, Thomas J e Neil D Pearson: *Value at risk*. Financial Analysts Journal, 56(2):47–67, 2000. 52, 54
- [53] Beder, Tanya Styblo: *Var: Seductive but dangerous*. Financial Analysts Journal, 51(5):12–24, 1995. 54, 56
- [54] Marshall, Chris e Michael Siegel: *Value at risk: Implementing a risk measurement standard*. The Journal of Derivatives, 4(3):91–111, 1997. 54
- [55] Hoppe, Richard: *Var and the unreal world: A value-at-risk calculation is only as good as the statistics that back it up—and they may not be as reliable as they seem*. RISK-LONDON-RISK MAGAZINE LIMITED-, 11:45–50, 1998. 54
- [56] Taleb, Nassim: *Dynamic hedging: managing vanilla and exotic options*, volume 64. John Wiley & Sons, 1997. 54
- [57] Zigrand, Jean Pierre e Jon Danielsson: *What happens when you regulate risk?: evidence from a simple equilibrium model*. 2001. 54
- [58] Basak, Suleyman e Alexander Shapiro: *Value-at-risk-based risk management: optimal policies and asset prices*. The review of financial studies, 14(2):371–405, 2001. 54
- [59] Artzner, Philippe, Freddy Delbaen, Jean Marc Eber e David Heath: *Coherent measures of risk*. Mathematical finance, 9(3):203–228, 1999. 55, 82

- [60] Jorge, B., Pires C. e Silveira C.: *Value at risk: Notas sobre o caso não linear*. ISEG Econômicas, 2001. 56, 73, 77
- [61] Jorion, Philippe *et al.*: *Financial risk manager handbook*, volume 406. John Wiley & Sons, 2007. 61
- [62] Alexander, Carol: *Market Risk Analysis, Value at Risk Models*, volume 4. John Wiley & Sons, 2009. 68, 71
- [63] Khindanova, N., Svetlozar e T. Rachev: *Value at risk: Recent advances*. Em *Handbook on Analytic-Computational Methods in Applied Mathematics*. CRC Press LLC, 2000. 73
- [64] Wiener, Zvi: *Introduction to var (value-at-risk)*. Em *Risk management and Regulation in Banking*, páginas 47–63. Springer, 1999. 74, 76
- [65] Telfah, Ahmad: *Analytical estimation of value at risk under thick tails and fast volatility updating*. 2003. 78
- [66] Pearson, Neil e Charles Smithson: *Class notes beyond var extensions of and alternatives to var*. RISK-LONDON-RISK MAGAZINE LIMITED-, 13(12):85–87, 2000. 80
- [67] Acerbi, Carlo e Dirk Tasche: *Expected shortfall: a natural coherent alternative to value at risk*. *Economic notes*, 31(2):379–388, 2002. 80, 82
- [68] Zhu, Dongming e John W Galbraith: *Modeling and forecasting expected shortfall with the generalized asymmetric student-t and asymmetric exponential power distributions*. *Journal of Empirical Finance*, 18(4):765–778, 2011. 82
- [69] So, Mike KP e Chi Ming Wong: *Estimation of multiple period expected shortfall and median shortfall for risk management*. *Quantitative Finance*, 12(5):739–754, 2012. 82
- [70] Hoogerheide, Lennart e Herman K van Dijk: *Bayesian forecasting of value at risk and expected shortfall using adaptive importance sampling*. *International Journal of Forecasting*, 26(2):231–247, 2010. 82
- [71] BACEN, Banco Central do Brasil: *Circular bacen nr. 3634 - estabelece os procedimentos para o cálculo da parcela dos ativos ponderados pelo risco (rwa) referente às exposições sujeitas à variação de taxas de juros prefixadas denominadas em real cujo requerimento de capital é calculado mediante abordagem padronizada (rwajur1)*. Banco Central do Brasil, 2013. 84, 101
- [72] Silva, Anderson Caputo, Lena Oliveira de Carvalho e Otavio Ladeira de Medeiros: *Dívida Pública: a experiência brasileira*. Banco Mundial, 2009. 100
- [73] BACEN, Banco Central do Brasil: *Circular bacen nr. 3636 - estabelece os procedimentos para o cálculo da parcela dos ativos ponderados pelo risco (rwa) referente às exposições sujeitas à variação de taxa dos cupons de índices de preços cujo requerimento de capital é calculado mediante abordagem padronizada (rwajur3)*. Banco Central do Brasil, 2013. 101

Apêndice A

Base de Títulos Públicos usados para
cálculo do Índice de Giro de Volume
de Negócios

Tabela A.1: Títulos Públicos – Indicadores IGN

Mês: 02/2013		Mês: 03/2013		Mês: 10/2013	
Position	IGN (em d.u.)	Position	IGN (em d.u.)	Position	IGN (em d.u.)
LFT 2014/03/07	86,1671	LFT 2014/03/07	86,1671	LFT 2014/03/07	23,68
LFT 2014/09/07	92,7485	LFT 2014/09/07	85,6313	LFT 2014/09/07	89,1101
LFT 2015/03/07	27,539	LFT 2015/03/07	27,539	LFT 2015/03/07	24,8533
LFT 2015/09/07	24,2484	LFT 2015/09/07	24,2484	LFT 2015/09/07	27,0328
LFT 2018/03/01	5,6968	LFT 2018/03/01	5,7578	LFT 2016/09/07	4,5531
LTN 2014/01/01	5,7483	LTN 2014/01/01	6,9335	LFT 2018/03/01	5,8092
LTN 2014/04/01	21,6362	LTN 2014/04/01	21,6362	LTN 2014/01/01	3,2801
LTN 2014/07/01	14,4514	LTN 2014/07/01	14,4514	LTN 2014/04/01	26,4433
LTN 2015/01/01	11,3337	LTN 2015/01/01	11,3337	LTN 2014/07/01	16,8379
LTN 2015/04/01	25,9733	LTN 2015/04/01	21,7398	LTN 2014/10/01	6,3336
LTN 2016/01/01	6,7918	LTN 2016/01/01	6,7918	LTN 2015/01/01	12,6753
LTN 2016/07/01	9,0331	LTN 2016/07/01	7,652	LTN 2015/04/01	15,8565
NTN-B 2015/05/15 6	3,2512	NTN-B 2015/05/15 6	3,2512	LTN 2015/07/01	23,2213
NTN-F 2014/01/01 10	17,3327	NTN-F 2014/01/01 10	17,7202	LTN 2016/01/01	9,8409
NTN-F 2021/01/01 10	0,03	NTN-F 2019/01/01 10	11,8918	LTN 2016/07/01	13,3935
–	–	NTN-F 2021/01/01 10	0,031	LTN 2017/01/01	0,4583
–	–	–	–	NTN-F 2014/01/01 10	24,4179
–	–	–	–	NTN-F 2019/01/01 10	2,232
–	–	–	–	NTN-F 2021/01/01 10	0,0186
–	–	–	–	NTN-F 2023/01/01 10	0,1221

Tabela A.2: Títulos Públicos – Indicadores IGN

Mês: 12/2014		Mês: 06/2015		Mês: 12/2015	
Position	IGN (em d.u.)	Position	IGN (em d.u.)	Position	IGN (em d.u.)
LFT 2015/03/07	12,9835	LFT 2016/09/07	3,1882	LFT 2016/09/07	5,7739
LFT 2015/09/07	17,6819	LFT 2018/03/01	3,0751	LFT 2018/03/01	0,6817
LFT 2016/09/07	4,469	LFT 2020/03/01	0,428	LFT 2020/03/01	0,1561
LFT 2018/03/01	6,2296	LFT 2021/09/01	15,8398	LFT 2021/09/01	0,1471
LFT 2020/03/01	0,2143	LTN 2016/01/01	0,024	LTN 2016/04/01	0,1309
LTN 2015/01/01	3,5789	LTN 2016/04/01	2,8943	LTN 2016/07/01	0,0117
LTN 2015/04/01	6,0506	LTN 2016/07/01	13,2123	LTN 2016/10/01	0,0191
LTN 2015/07/01	6,8962	LTN 2016/10/01	2,3927	LTN 2017/01/01	0,1418
LTN 2015/10/01	9,2689	LTN 2017/01/01	0,0635	LTN 2017/07/01	1,649
LTN 2016/01/01	14,4189	LTN 2017/07/01	0,2206	LTN 2017/10/01	2,7446
LTN 2016/04/01	8,1935	LTN 2018/01/01	2,4709	LTN 2018/01/01	0,0859
LTN 2016/07/01	15,5385	LTN 2018/07/01	1,8959	LTN 2018/07/01	0,5251
LTN 2016/10/01	7,7075	LTN 2019/01/01	0,1405	LTN 2019/01/01	0,3111
LTN 2017/01/01	2,8581	NTN-F 2019/01/01 10	3,5961	LTN 2019/07/01	0,8873
LTN 2018/01/01	5,3804	NTN-F 2021/01/01 10	0,1459	NTN-F 2017/01/01 10	0,0396
LTN 2018/07/01	2,176	NTN-F 2023/01/01 10	0,2158	NTN-F 2021/01/01 10	0,3542
NTN-F 2019/01/01 10	7,3225	NTN-F 2025/01/01 10	0,0823	NTN-F 2025/01/01 10	0,3735
NTN-F 2021/01/01 10	0,0996	–	–	–	–
NTN-F 2023/01/01 10	0,1473	–	–	–	–
NTN-F 2025/01/01 10	0,1599	–	–	–	–

Tabela A.3: Títulos Públicos – Indicadores IGN

Mês:1/2016		Mês:2/2016		Mês:3/2016	
Position	IGN (em d.u.)	Position	IGN (em d.u.)	Position	IGN (em d.u.)
LFT 2018/03/01	0,5855	LFT 2018/03/01	0,5855	LFT 2018/03/01	0,5855
LFT 2020/03/01	1,0074	LFT 2020/03/01	0,8421	LFT 2020/03/01	0,6935
LFT 2021/09/01	0,1471	LFT 2021/09/01	0,1471	LFT 2021/09/01	0,1471
LTN 2017/01/01	0,0545	LTN 2017/01/01	0,0545	LTN 2017/01/01	0,0883
LTN 2017/04/01	7,2993	LTN 2017/04/01	2,88	LTN 2017/04/01	1,1418
LTN 2017/07/01	0,4904	LTN 2017/07/01	0,4904	LTN 2017/07/01	0,3091
LTN 2017/10/01	0,1341	LTN 2017/10/01	0,1341	LTN 2017/10/01	0,0107
LTN 2018/01/01	0,0965	LTN 2018/01/01	0,0965	LTN 2018/01/01	0,0396
LTN 2018/04/01	54,1162	LTN 2018/04/01	9,0951	LTN 2018/04/01	5,3159
LTN 2018/07/01	1,2257	LTN 2018/07/01	1,2257	LTN 2018/07/01	1,2474
LTN 2019/01/01	1,9843	LTN 2019/01/01	0,5074	LTN 2019/01/01	0,9716
LTN 2019/07/01	0,7969	LTN 2019/07/01	0,2214	LTN 2019/07/01	0,2306
LTN 2020/01/01	3,1336	LTN 2020/01/01	7,1644	LTN 2020/01/01	1,8124
NTN-F 2017/01/01 10	0,0396	NTN-F 2017/01/01 10	0,0396	NTN-F 2017/01/01 10	0,0396
NTN-F 2021/01/01 10	0,0236	NTN-F 2021/01/01 10	0,0236	NTN-F 2021/01/01 10	0,0455
–	–	NTN-F 2023/01/01 10	1,9943	NTN-F 2023/01/01 10	0,1489
–	–	NTN-F 2027/01/01 10	0,5647	NTN-F 2027/01/01 10	0,2209

Tabela A.4: Títulos Públicos – Indicadores IGN

Mês:4/2016		Mês:5/2016		Mês:6/2016	
Position	IGN (em d.u.)	Position	IGN (em d.u.)	Position	IGN (em d.u.)
LFT 2018/03/01	3,8862	LFT 2018/03/01	3,8487	LFT 2018/03/01	0,2928
LFT 2020/03/01	1,365	LFT 2020/03/01	1,2581	LFT 2020/03/01	0,1251
LFT 2021/09/01	26,0763	LFT 2021/09/01	25,8597	LFT 2021/09/01	0,7367
LTN 2017/01/01	0,3913	LTN 2017/01/01	0,3898	LTN 2017/01/01	0,0523
LTN 2017/04/01	4,4656	LTN 2017/04/01	7,5823	LTN 2017/04/01	0,3452
LTN 2017/07/01	2,0517	LTN 2017/07/01	2,0517	LTN 2017/07/01	0,1541
LTN 2017/10/01	3,6578	LTN 2017/10/01	3,6578	LTN 2017/10/01	0,2364
LTN 2018/01/01	0,249	LTN 2018/01/01	0,249	LTN 2018/01/01	0,0183
LTN 2018/04/01	23,2002	LTN 2018/04/01	13,9808	LTN 2018/04/01	1,4844
LTN 2018/07/01	6,8335	LTN 2018/07/01	6,5358	LTN 2018/07/01	0,5992
LTN 2019/01/01	3,0971	LTN 2019/01/01	3,3482	LTN 2019/01/01	0,2897
LTN 2019/07/01	1,7266	LTN 2019/07/01	1,7266	LTN 2019/07/01	0,1217
LTN 2020/01/01	0,7434	LTN 2020/01/01	4,674	LTN 2020/01/01	2,234
NTN-F 2017/01/01 10	0,2417	NTN-F 2017/01/01 10	0,2658	NTN-F 2017/01/01 10	0,0227
NTN-F 2021/01/01 10	0,2934	NTN-F 2021/01/01 10	0,2934	NTN-F 2021/01/01 10	0,0231
NTN-F 2023/01/01 10	0,8651	NTN-F 2023/01/01 10	3,2754	NTN-F 2023/01/01 10	0,5908
NTN-F 2027/01/01 10	1,2487	NTN-F 2027/01/01 10	1,0953	NTN-F 2027/01/01 10	0,4304

Tabela A.5: Títulos Públicos – Indicadores IGN

Mês:7/2016		Mês:8/2016		Mês:9/2016	
Position	IGN (em d.u.)	Position	IGN (em d.u.)	Position	IGN (em d.u.)
LFT 2018/03/01	0,1966	LFT 2018/03/01	0,5938	LFT 2018/03/01	0,5456
LFT 2020/03/01	0,084	LFT 2020/03/01	0,261	LFT 2020/03/01	0,2627
LFT 2021/09/01	0,4901	LFT 2021/09/01	1,4495	LFT 2021/09/01	2,8857
LTN 2017/01/01	0,0351	LTN 2017/01/01	0,0886	LTN 2017/01/01	0,0782
LTN 2017/04/01	0,1879	LTN 2017/04/01	0,3674	LTN 2017/04/01	0,163
LTN 2017/07/01	0,1195	LTN 2017/07/01	0,3185	LTN 2017/07/01	0,3023
LTN 2017/10/01	0,2078	LTN 2017/10/01	1,4504	LTN 2017/10/01	1,6086
LTN 2018/01/01	0,0233	LTN 2018/01/01	0,0694	LTN 2018/01/01	0,0694
LTN 2018/04/01	0,4033	LTN 2018/04/01	0,3421	LTN 2018/04/01	0,3421
LTN 2018/07/01	0,4025	LTN 2018/07/01	1,5887	LTN 2018/07/01	1,4059
LTN 2018/10/01	3,4027	LTN 2018/10/01	6,8933	LTN 2018/10/01	1,2019
LTN 2019/01/01	0,0961	LTN 2019/01/01	0,2894	LTN 2019/01/01	1,1884
LTN 2019/07/01	0,0819	LTN 2019/07/01	0,2433	LTN 2019/07/01	0,2433
LTN 2020/01/01	0,7655	LTN 2020/01/01	0,4629	LTN 2020/01/01	0,4629
LTN 2020/07/01	8,7257	LTN 2020/07/01	3,3192	LTN 2020/07/01	5,9377
NTN-F 2017/01/01 10	0,0207	NTN-F 2017/01/01 10	0,0709	NTN-F 2017/01/01 10	0,0442
NTN-F 2021/01/01 10	0,0168	NTN-F 2021/01/01 10	0,06	NTN-F 2021/01/01 10	0,06
NTN-F 2023/01/01 10	0,4643	NTN-F 2023/01/01 10	0,7319	NTN-F 2023/01/01 10	1,5605
NTN-F 2025/01/01 10	0,024	NTN-F 2025/01/01 10	0,024	NTN-F 2025/01/01 10	0,0254
NTN-F 2027/01/01 10	1,4534	NTN-F 2027/01/01 10	6,761	NTN-F 2027/01/01 10	3,585

Tabela A.6: Títulos Públicos – Indicadores IGN

Mês: 10/2016		Mês: 11/2016		Mês:1/2017	
Position	IGN (em d.u.)	Position	IGN (em d.u.)	Position	IGN (em d.u.)
LFT 2018/03/01	0,6883	LFT 2018/03/01	0,5266	LFT 2018/03/01	0,6957
LFT 2020/03/01	0,2685	LFT 2020/03/01	0,2218	LFT 2020/03/01	0,227
LFT 2021/09/01	5,8298	LFT 2021/09/01	6,8418	LFT 2021/09/01	0,5678
LTN 2017/01/01	0,0545	LTN 2017/01/01	0,0545	LTN 2017/04/01	0,1124
LTN 2017/04/01	0,1489	LTN 2017/04/01	0,1124	LTN 2017/07/01	0,2884
LTN 2017/07/01	0,2911	LTN 2017/07/01	0,2911	LTN 2017/10/01	0,2067
LTN 2017/10/01	1,7674	LTN 2017/10/01	1,7674	LTN 2018/01/01	0,0684
LTN 2018/01/01	0,0694	LTN 2018/01/01	0,0684	LTN 2018/04/01	0,1258
LTN 2018/04/01	0,3421	LTN 2018/04/01	0,3421	LTN 2018/07/01	0,083
LTN 2018/07/01	1,0055	LTN 2018/07/01	1,0055	LTN 2018/10/01	1,7654
LTN 2018/10/01	6,159	LTN 2018/10/01	5,0915	LTN 2019/01/01	0,9138
LTN 2019/01/01	1,1698	LTN 2019/01/01	1,2098	LTN 2019/04/01	6,5817
LTN 2019/07/01	0,2453	LTN 2019/07/01	0,3075	LTN 2019/07/01	0,7905
LTN 2020/01/01	0,4629	LTN 2020/01/01	0,4629	LTN 2020/01/01	0,2936
LTN 2020/07/01	4,7932	LTN 2020/07/01	1,793	LTN 2020/07/01	4,1268
NTN-B 2035/05/15 6	1,1857	NTN-B 2021/05/15 6	0,14	NTN-B 2021/05/15 6	0,1354
NTN-F 2017/01/01 10	0,0436	NTN-B 2035/05/15 6	1,7785	NTN-B 2022/08/15 6	0,2348
NTN-F 2021/01/01 10	0,5123	NTN-F 2017/01/01 10	0,0341	NTN-B 2026/08/15 6	1,0892
NTN-F 2023/01/01 10	1,2703	NTN-F 2021/01/01 10	0,5123	NTN-F 2021/01/01 10	0,7127
NTN-F 2025/01/01 10	0,0267	NTN-F 2023/01/01 10	0,9026	NTN-F 2023/01/01 10	1,6201
NTN-F 2027/01/01 10	2,8836	NTN-F 2025/01/01 10	0,0267	NTN-F 2025/01/01 10	0,0345
–	–	NTN-F 2027/01/01 10	1,4978	NTN-F 2027/01/01 10	2,4913

Tabela A.7: Títulos Públicos – Indicadores IGN

Mês:2/2017		Mês:3/2017	
Position	IGN (em d.u.)	Position	IGN (em d.u.)
LFT 2018/03/01	0,8319	LFT 2018/03/01	0,7987
LFT 2020/03/01	0,2671	LFT 2020/03/01	0,2732
LFT 2021/09/01	0,7501	LFT 2021/09/01	0,719
LTN 2017/04/01	0,1124	LFT 2023/03/01	4,2419
LTN 2017/07/01	0,2884	LTN 2017/04/01	1,4031
LTN 2017/10/01	0,3042	LTN 2017/07/01	0,2735
LTN 2018/01/01	0,0684	LTN 2017/10/01	0,2913
LTN 2018/04/01	0,1762	LTN 2018/01/01	0,0694
LTN 2018/07/01	0,083	LTN 2018/04/01	0,2771
LTN 2018/10/01	0,0582	LTN 2018/07/01	0,0773
LTN 2019/01/01	0,9138	LTN 2018/10/01	0,0582
LTN 2019/04/01	61,8688	LTN 2019/01/01	0,765
LTN 2019/07/01	0,7905	LTN 2019/04/01	8,4669
LTN 2020/01/01	0,2936	LTN 2019/07/01	0,7905
LTN 2020/07/01	3,8337	LTN 2020/01/01	0,0502
NTN-B 2022/08/15 6	0,5474	LTN 2020/07/01	8,3666
NTN-B 2026/08/15 6	1,0892	NTN-B 2022/08/15 6	0,2147
NTN-F 2021/01/01 10	0,6528	NTN-F 2021/01/01 10	0,7127
NTN-F 2023/01/01 10	2,0901	NTN-F 2023/01/01 10	0,7623
NTN-F 2025/01/01 10	0,0345	NTN-F 2025/01/01 10	0,0392
NTN-F 2027/01/01 10	3,1387	NTN-F 2027/01/01 10	1,2886