

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS  
ESCOLA DE ECONOMIA DE SÃO PAULO

HENRY WILSON FERNANDES

**PRÁTICAS DE GESTÃO DE RISCO DE BANCOS EM MERCADOS ILÍQUIDOS:  
MODELO DE UMA TESOUREARIA DE UM BANCO GLOBAL**

SÃO PAULO  
2019

HENRY WILSON FERNANDES

**PRÁTICAS DE GESTÃO DE RISCO DE BANCOS EM MERCADOS ILÍQUIDOS:  
MODELO DE UMA TESOURARIA DE UM BANCO GLOBAL**

Dissertação apresentada à Escola de Economia  
de São Paulo da Fundação Getulio Vargas,  
como requisito para obtenção de título de  
Mestre em Finanças e Economia

Campo de conhecimento: Finanças e Economia

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Rochman

SÃO PAULO  
2019

Fernandes, Henry Wilson.

Práticas de gestão de risco de bancos em mercados ilíquidos : modelo de uma tesouraria de um banco global / Henry Wilson Fernandes. - 2019. 64f.

Orientador: Ricardo Ratner Rochman.

Dissertação (mestrado profissional MPFE) – Fundação Getulio Vargas, Escola de Economia de São Paulo.

1. Instituições financeiras - Finanças. 2. Administração de risco. 3. Derivativos (Finanças). 4. Instrumentos financeiros. 5. Bancos - Estudo de casos. I. Rochman, Ricardo Ratner. II. Dissertação (mestrado profissional MPFE) – Escola de Economia de São Paulo. III. Fundação Getulio Vargas. IV. Título.

CDU 658.15

HENRY WILSON FERNANDES

**PRÁTICAS DE GESTÃO DE RISCO DE BANCOS EM MERCADOS ILÍQUIDOS:  
MODELO DE UMA TESOURARIA DE UM BANCO GLOBAL**

Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, como requisito para obtenção de título de Mestre em Economia e Finanças.

Campo de conhecimento: Economia e Finanças

Professor: Prof. Dr. Ricardo Rochman

**Data de aprovação:**  
**06/02/2019**

**Banca examinadora:**

---

Prof. Dr. Ricardo Rochman  
FGV-EESP

---

Prof. Dr. Joelson Oliveira Sampaio  
FGV-EESP

---

Prof. Dr. Marcio Fernandes Gabrielli  
FGV-EAESP

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por tudo que tem me proporcionado. É mais um ciclo importante que se encerra na minha vida. Ciclo desafiador e motivador com mudança de país e nascimento do meu primogênito no decorrer do curso. Certamente esses últimos dois anos foram de muito amadurecimento, crescimento, desenvolvimento pessoal e profissional. Enfim, sonhos importantes realizados nessa evolução da vida.

Agradeço aos meus pais, João e Ana, pelo esforço, união e dedicação de uma vida em favor do meu crescimento pessoal e profissional, mesmo passando por tantos momentos difíceis durante essa jornada. Sem dúvida, eles fizeram e fazem a diferença.

Um agradecimento mais que especial a essa minha família amada, abençoada e iluminada, com destaque para a minha maravilhosa esposa e companheira Loreнна, e a nossa primeira luz da vida Martim Fernandes Cintra, que nasceu nesse segundo ano de mestrado.

Adicionalmente, gostaria de agradecer o apoio, suporte e compreensão do Prof. Dr. Ricardo Rochman desde o início. Sem a ajuda e acompanhamento próximo, nada disso seria possível. Levo para sempre com gratidão, grande carinho e como um grande exemplo de líder.

Agradeço também aos meus amigos, colegas de curso e profissão que estiveram presente participando dessa experiência única juntos.

Por fim, agradeço ao meus gestores e ao banco que trabalho pelo apoio profissional e financeiro.

## RESUMO

Os produtos de cobertura são uma importante ferramenta na gestão de riscos de mercados, garantindo uma estabilidade nas exposições e nos números dos participantes de mercado. Neste contexto, revisamos as teorias, conceitos e funcionalidades práticas dos provedores desses produtos, principalmente em relação à gestão de riscos em mercados pequenos e sem liquidez, onde não há um mercado profissional de derivativos. E, como isso de fato afeta os limites, a oferta e a posição de subsidiárias de tesouraria de bancos estrangeiros ao detalhar com um modelo de gestão baseado em um Modelo de VaR e Stress Test, dado as possíveis alterações do cenário de câmbio e juros. O artigo busca determinar e descrever as práticas de atuação de um banco estrangeiro ao criar um mercado de derivativos com contrapartes como investidores, empresas corporativas locais e internacionais, instituições financeiras e empresas do setor público em um mercado ilíquido, e consequentemente, como mensurar a gestão desse risco. Baseando-se em um modelo, cuja tesouraria atua para fazer essa gestão do portfólio criado, seus impactos, simulações, novos conceitos de mercado, discussões atuais e soluções.

**Palavras-chave:** Gestão de Risco; Mercados Ilíquidos; Risco de Liquidez; Derivativos; Tesouraria de Bancos;

## **ABSTRACT**

Hedging products are an important tool in managing market risks, ensuring stability in exposures and market participants' numbers. In this context, we review the theories, concepts and practical functionalities of the suppliers of these products, especially in relation to risk management in small and illiquid markets, where there is no professional derivatives market. And, as this in fact affects the limits, supply and position of foreign banks' treasury subsidiaries by detailing with a management model based on a VaR and Stress Test Model, given the possible changes in the exchange rates and interest rates scenarios. The article seeks to determine and describe the practices of a foreign bank by creating a derivative market with counterparts such as investors, local and international corporations, financial institutions and public sector companies in an illiquid market, and consequently how to measure the management of this risk. Based on a model, whose treasury acts to make this management of the portfolio created, its impacts, simulations, new markets concepts, current discussions and solutions.

**Keywords:** Risk Management; Illiquid Markets; Liquidity Risk; Derivatives; Bank Treasury;

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Espiral de Liquidez de acordo com Brunnermeier e Pedersen (2009) .....	17
<b>Figura 2</b> - Quadro com o Resumo das Regras de Capital e Liquidez .....	24
<b>Figura 3</b> - Evolução do Acordo de Basiléia .....	25
<b>Figura 4</b> - Tipos de Riscos.....	28
<b>Figura 5</b> - Conceito de Risco de Base .....	36
<b>Figura 6</b> - Visão Geral de um Teste de Estresse.....	39
<b>Figura 7</b> - Taxa de Câmbio nos últimos 10 anos na Costa Rica.....	42
<b>Figura 8</b> - Taxa de Juros em moeda local na Costa Rica .....	43
<b>Figura 9</b> - Taxa de Juros em dólar .....	43
<b>Figura 10</b> - Valor da Posição de Câmbio e Juros por Vértice .....	52



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Vértices da Carteira de Risco .....	38
<b>Tabela 2</b> - Suposições de Limite de Risco em Cenários de Estresse.....	40
<b>Tabela 3</b> - Suposições de Limite de Exposição ao Valor em Risco .....	41
<b>Tabela 4</b> - Características da Lista de Transações de Derivativos na Posição da Tesouraria .	45
<b>Tabela 5</b> - Posição e Risco da Carteira de Derivativos Criada.....	50
<b>Tabela 6</b> - Posição Consolidada.....	51
<b>Tabela 7</b> - Vértices para Cálculo e Mensuração de Risco .....	52
<b>Tabela 8</b> - Cálculo de MVA .....	53
<b>Tabela 9</b> - Teste de Estresse de Câmbio .....	53
<b>Tabela 10</b> - Teste de Estresse de Câmbio x Suposições Estipuladas .....	54
<b>Tabela 11</b> - Teste de Estresse de Juros no Mercado Local .....	55
<b>Tabela 12</b> - Teste de Estresse de Juros x Suposições Estipuladas.....	55
<b>Tabela 13</b> - Teste de Estresse x MVA Reservado .....	55
<b>Tabela 14</b> - Volatilidade Anual da Taxa de Câmbio .....	56
<b>Tabela 15</b> - Volatilidade Anual da Taxa de Juros por Vértice .....	56
<b>Tabela 16</b> - Resultado para a Perda Mínima do Portfólio .....	57
<b>Tabela 17</b> - Resultado para a Perda Máxima do Portfólio.....	57
<b>Tabela 18</b> - Volatilidade Anual da Taxa de Câmbio Durante Período de Crise.....	58
<b>Tabela 19</b> - Nova Volatilidade Anual da Taxa de Juros por Vértice.....	58
<b>Tabela 20</b> - Novos Resultados de Perda Mínima e Máxima do Portfólio – VaR Estressado..	58

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>DERIVATIVOS NA GESTÃO DE RISCO .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1</b>	<b>Mercado de Derivativos Não Profissionais.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2</b>	<b>Arbitragem e Derivativos Sintéticos .....</b>	<b>21</b>
<b>3.3</b>	<b>Tesouraria .....</b>	<b>22</b>
<b>3.4</b>	<b>Basileia III .....</b>	<b>23</b>
<b>3.5</b>	<b>Política de Risco .....</b>	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>GESTÃO DE RISCO .....</b>	<b>27</b>
<b>4.1</b>	<b>Risco de Liquidez.....</b>	<b>31</b>
<b>4.2</b>	<b>Risco de Fronteira.....</b>	<b>32</b>
<b>4.3</b>	<b>Risco de Taxa de Juros.....</b>	<b>33</b>
<b>4.4</b>	<b>Risco de Taxa de Câmbio.....</b>	<b>34</b>
<b>4.5</b>	<b>Risco de Base.....</b>	<b>34</b>
<b>4.6</b>	<b>Ajuste de Valor de Mercado (MVA) .....</b>	<b>37</b>
<b>4.7</b>	<b>Fator de Sensibilidade (FS ou DV01).....</b>	<b>38</b>
<b>4.8</b>	<b>Teste de Estresse .....</b>	<b>39</b>
<b>4.9</b>	<b>Modelo VaR.....</b>	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>MODELO DE GESTÃO DE RISCO – METODOLOGIA .....</b>	<b>42</b>
<b>6</b>	<b>Resultados obtidos .....</b>	<b>49</b>
<b>6.1</b>	<b>Posição e Risco da Carteira de Derivativos.....</b>	<b>49</b>
<b>6.2</b>	<b>Resultados da Simulação do Teste de Estresse .....</b>	<b>53</b>
<b>6.3</b>	<b>Resultados do Modelo VaR.....</b>	<b>56</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>59</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>61</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Há uma gama diversificada de estudos acadêmicos relacionados ao mercado de derivativos. Esse mercado vem se desenvolvendo há aproximadamente 35 anos, principalmente em mercados com sedes estruturadas nos Estados Unidos, Londres e Singapura. O desenvolvimento de modelos de precificação, controles, gestão de risco, avanço tecnológico e uma maior integração dos mercados financeiros, são razões discutidas como possíveis causas desse desenvolvimento. Embora os dados levantados, apresentem essa tal evolução, a literatura de finanças corporativas e bancária carece de estudos concretos de como funciona a utilização de derivativos e gestão de risco em tesourarias de bancos globais com casos práticos, sobretudo quanto às mudanças ocorridas nessa indústria após 10 anos da crise de 2008 e sobre as constantes modificações em regulamentação bancária de Basileia III, Lei Dodd-Frank americana e maior controle das políticas internas das instituições financeiras.

A partir dessa percepção, é importante iniciarmos com o tema liquidez, uma vez que, nos últimos anos, a liquidez do mercado tornou-se uma questão de grande preocupação na gestão de riscos em bancos globais. Em particular, as tesourarias de bancos perceberam que os modelos financeiros utilizados e a maior exposição de investidores, empresas corporativa ou empresas de setor público em negociações de grandes quantias de um ativo sem afetar seu preço (mercados perfeitamente líquidos) podem falhar miseravelmente em circunstâncias em que a liquidez do mercado desaparece ou simplesmente não existe. Este fato exige investigação adicional, através do desenvolvimento dos modelos financeiros tradicionais aos mercados que não são perfeitamente líquidos ou inexistentes.

Essa discussão intensifica-se mais a partir da crise de 2008, pois evidências empíricas apontam que os bancos estrangeiros podem transferir ou se ajustarem em relação a choques de posição, dado os ciclos econômicos da sua matriz e subsidiárias (Popov, Udell, 2010; Cetorelli, Goldberg, 2011; Cetorelli, Goldberg, 2012).

Mais especificamente, o objetivo deste artigo é determinar e descrever as práticas de atuação de uma tesouraria de bancos estrangeiros. Ao criar um mercado de derivativos em mercados ilíquidos, a pesquisa consiste em como fazer a gestão de risco através do modelo de estresse e VaR para calcular a perda máxima, dado os movimentos da taxa de câmbio e de juros em uma carteira criada com eventuais clientes.

Para entender melhor um mercado de derivativos ilíquido, a utilização deste instrumento ocorre em países que não possuem um mercado financeiro profissional de derivativos, formador

de mercado e negociado com clientes de balcão. Ou seja, ocorre em mercados em que não há um mercado central, como, por exemplo, no Brasil que funciona por meio da B3, antiga BM&F.

A motivação para esse tipo de análise está em identificar a função e a forma que os bancos estrangeiros exercem em suas subsidiárias, e de que maneira atuam na gestão de riscos financeiros que desempenham um papel fundamental no desenvolvimento econômico e na proteção de riscos de movimentos de taxas de câmbio e juros em economias pequenas, expostas a grande volatilidade, ilíquidas ou com baixa profundidade de volume. Como ocorre, por exemplo, em países da América do Sul, América Central, Caribe, África, Leste Europeu e em alguns países asiáticos pequenos.

A gestão de riscos de balanço e fluxo de caixa é um canal fundamental de atuação pelas empresas corporativas, fundos de investimentos, investidores e pelo setor público, no qual bancos estrangeiros podem suportar a economia doméstica. Os derivativos cambiais e de juros fazem parte de um importante conjunto de tecnologias para gestão de risco das empresas e investidores que são mais comumente oferecidos pelos bancos estrangeiros e ajudam a explicar os efeitos benéficos da presença desses tipos de bancos em economias emergentes ilíquidas.

Com a aplicação de Basileia III aos bancos e a maior alocação de capital regulatório, tem-se intensificado o debate no sistema bancário sobre a relação entre capital bancário e a eficiência de sua alocação, seja em empréstimos, derivativos ou posição de tomada de risco (e seus consequentes efeitos macroeconômicos).

A cobertura de derivativos em mercados que não são perfeitamente líquidos tem sido o foco de vários estudos recentes. No decorrer da pesquisa, mencionamos contribuições de Stremme (1999), Schonbuchert e Wilmott (2000), Barrieu e El Karoui (2002), França (2010), Horst e Naujokat (2011), Nagel (2012), Salvador (2013), Mancini, Rinaldo e Wrampelmeyer (2013), Hull e White (2014). Mesmo assim, estudos com a capacidade de verificar as práticas que tesourarias trabalham são menos usuais, por isso o foco da pesquisa em como criar e administrar os riscos de derivativos cambiais e de juros dada a limitações e características de mercados ilíquidos.

Os resultados mostram que os bancos estrangeiros com subsidiárias em mercado com essas características são importantíssimos. Atuam com um papel fundamental e essencial ao fornecer liquidez através de instrumentos de derivativos a contrapartes globais e locais. Embora, grandes bancos perderam espaço considerado nessas economias, o que pode ser comprovado com a diminuição desse mercado globalmente desde a última crise.

Além desta introdução, este trabalho é composto pelos seguintes capítulos: revisão de literatura; descrição de derivativos na gestão de risco, assim como os conceitos e as funções de tesourarias de bancos, as regras impostas a esse mercado, e as políticas de risco; a gestão e tipos de riscos nesse mercado; modelo de gestão de riscos nas tesourarias globais associados a movimentos na taxa de câmbio e juros com apresentação de resultados de uma carteira ao passar por teste de estresse e modelo VaR; e conclusões do trabalho por fim.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Apesar da importância do tema, a literatura disponível sobre práticas de tesourarias de bancos em mercados ilíquidos de derivativos é bastante limitada. Abaixo apresentamos os principais estudos relacionados ao tema.

Quando se trata de mercado líquidos e clientes corporativos, França (2010), apresenta uma documentação detalhada sobre a precificação e administração de riscos dos principais derivativos cambiais negociados no mercado brasileiro, dada as condições de liquidez e características de um histórico de grande regulação no mercado de câmbio, devido à escassez de divisas. O autor busca abordar algumas particularidades desse mercado e propõe alguns ajustes à literatura tradicional visando fornecer uma modelagem que seja capaz de quantificar e qualificar corretamente os riscos inerentes a uma carteira de derivativos.

Seguindo em linha com o papel de gestão de risco de balanço, Salvador (2013), aponta uma análise interessante ao avaliar a maturidade implícita dos passivos sem vencimento, focando mais em uma abordagem de depósitos de poupança. Nesse caso, o principal objetivo foi avaliar os principais depósitos ou depósitos sem vencimento estáveis, de forma a avaliar como fazer a gestão desse risco. O estudo se intensificou e ganhou importância principalmente após a crise de 2008, onde grandes instituições sofreram com problemas de insolvência por problemas nos ativos e liquidez dos passivos.

Quando se trata de opções em mercado ilíquidos, há dois estudos interessantes. Horst e Naujokat (2011) que consideraram um modelo de mercado financeiro com variáveis estrategicamente intervenientes que detêm créditos contingentes europeus e cujas decisões de negociação têm impacto na evolução dos preços do subjacente. Com isso, sugerem um quadro matemático geral em tempo contínuo dentro do qual valorizam títulos de derivativos em mercados ilíquidos sob condições estratégicas. O prêmio de liquidez pode ser visto como um impacto instantâneo que afeta os preços das transações, mas não no valor do inventário dos investidores.

Adicionalmente, Schonbuchert e Wilmott (2000) fornecem uma estrutura simples para modelar a dinâmica dos preços nos mercados financeiros sem liquidez e analisam efeitos das estratégias dinâmicas de negociação nesses mercados. Os autores analisam a influência de estratégias de negociação dinâmicas sobre os preços em mercados financeiros. Após uma discussão complexa das questões de modelagem envolvidas, deriva-se a demonstração do processo estocástico do ativo subjacente que decorre da presença de ativos em estratégias de

negociação. Dessa forma, analisam os efeitos não-lineares e a retroalimentação dos preços para a estratégia de negociação.

Encontrar esta estratégia de negociação é o passo-chave na derivação da maioria das equações de precificação de opções. Em teoria, qualquer opção em um mercado perfeitamente líquido pode ser replicada seguindo as negociações. A aplicação de estratégias de negociação dinâmicas não se restringe à opção precificação e cobertura: os gerentes de portfólio usam estratégias de negociação dinâmicas para garantir contra movimentos no preço das ações.

Ao se tratar de assimetria de informação, Stremme (1999), seguiu seu estudo onde investiga vários aspectos da interação entre o mercado de derivativos e os respectivos ativos subjacentes na presença de imperfeições de mercado. Diferente das suposições da teoria clássica de precificação de derivativos onde os mercados são considerados perfeitamente elásticos, que não há custos de transação, e todas as reivindicações contingentes podem ser replicadas. Esta tese estuda alguns efeitos do relaxamento de uma ou mais destas premissas. Mais especificamente, a tese considera casos em que os participantes do mercado implementam estratégias de negociação dinâmicas.

Os resultados mostram que o efeito causado pela retroalimentação de tais estratégias de cobertura gera excesso de volatilidade de equilíbrio quanto aos preços dos ativos, violando assim as suas próprias suposições. No entanto, demonstra-se que a cobertura é possível, embora ligeiramente com o preço mais alto.

Um pouco diferente dessa abordagem, Barrieu e El Karoui (2002) determinam uma estrutura ótima dos derivativos escritos em recurso ilíquido, como um evento catastrófico ou climático. Esta transação envolve dois agentes: um banco que quer exposição a este ativo ilíquido, e um investidor que possa comprar o contrato. Ambos os agentes também têm a oportunidade de investir sua riqueza residual em um mercado financeiro. Com base em um ponto de vista da maximização da utilidade, determina-se um perfil (e seu valor) de tal forma que maximize a utilidade do banco, considerando que o investidor decide fazer o acordo apenas se aumentar sua utilidade.

Ao se tratar de preço de ajuste em mercados ilíquidos, muitos dos estudos desde a última crise econômica, focam em modelação de ajustes em relação ao crédito do cliente como CVA ou em relação ao financiamento dos derivativos que seria FVA. Como Hull e White (2014) que examinaram se um banco deveria fazer um ajuste de valor de financiamento ao precificar derivativos. Seus escritos mostram que um FVA pode levar a conflitos entre operadores de mercado e contadores. Os tipos de transações que um banco faz com os usuários finais

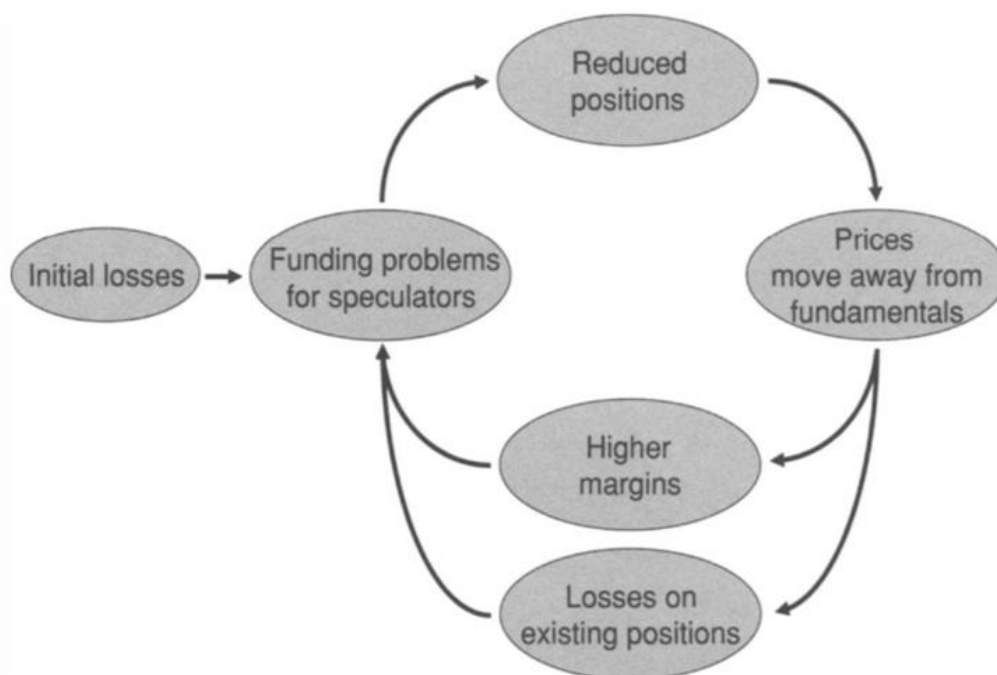
dependerão de quão alto são seus custos de financiamento, dado utilização de capital e balanço. O FVA é um ajuste adicional projetado para incorporar o custo médio de financiamento do revendedor em transações não garantidas.

A mesa de administração de risco de cada banco deveria cobrar um custo de financiamento? Os autores acreditam que a resposta é não. Esta resposta avalia como o desempenho das divisões bancárias são avaliados, e possivelmente significa que os derivativos de negociação são tratados de forma diferente de outras atividades bancárias. Como explicam, no entanto, FVA tem a grande desvantagem de criar uma arbitragem potencial de oportunidades.

Unindo o tema de liquidez e FVA, Brunnermeier e Pedersen (2009) fornecem um modelo que conecta a liquidez de mercado de um ativo e a liquidez de financiamento dos operadores, ou seja, a facilidade com que podem obter financiamento. Os operadores de mercado fornecem liquidez ao mercado e sua capacidade de fazer isso depende da sua disponibilidade de financiamento. Por outro lado, o financiamento dos agentes, os seus requisitos de capital e margem, dependem da liquidez de mercado dos ativos. Mostra-se que, sob certas condições, as margens são desestabilizadas com liquidez do mercado, e a liquidez de financiamento é reforçada, mutuamente, às espirais de liquidez. O modelo explica as características empiricamente documentadas que o mercado líquido (i) pode secar repentinamente, (ii) ter em comum os títulos, (iii) estar relacionada a volatilidade, (iv) está sujeita a "fuga para a qualidade" e (v) colabora com o mercado. O modelo fornece novas previsões testáveis, incluindo que o capital dos especuladores é um motor de mercado com liquidez e prêmio de risco.

A análise também sugere implicações políticas para os bancos centrais. Eles podem ajudar a mitigar os problemas de liquidez do mercado, controlando liquidez. Se um banco central é melhor que os financistas típicos de especuladores ao distinguir os choques de liquidez dos choques fundamentais, os bancos centrais podem transmitir esta informação e exortar os financiadores a relaxar o seu financiamento.





**Figura 1** - Espiral de Liquidez de acordo com Brunnermeier e Pedersen (2009)

Como vimos, liquidez é um tema extremamente importante nesse contexto. Nagel (2012) estudou os retornos das estratégias de curto prazo nos mercados de baixa qualidade, podem ser interpretados como um risco para os retornos da provisão de liquidez. Usando essa abordagem, os artigos mostram que a reversão da provisão de liquidez é altamente previsível com o índice VIX de volatilidade. Sua obra estuda esse segundo canal usando dados de mercados de ações. O principal objetivo é estimar até que ponto o retorno esperado da provisão de liquidez aumenta em momentos de turbulência nos mercados financeiros.

Os retornos esperados e os índices condicionais de Sharpe da provisão de liquidez aumentaram durante os períodos de turbulência nos mercados financeiros. Os resultados apontam para a retirada da oferta de liquidez e um aumento associado nos retornos esperados da provisão de liquidez, como um principal fator por trás da evaporação da liquidez durante os momentos de turbulência nos mercados financeiros, consistente com as teorias de provisão de liquidez por intermediários financeiros.

Mais especificamente, quanto a liquidez no mercado de câmbio, Mancini, Rinaldo e Wrampelmeyer (2013) iniciam o primeiro estudo sistemático de liquidez no mercado de câmbio. Através do encontro de uma variação significativa na liquidez entre as taxas de câmbio, substancial iliquidez, custos e uma forte uniformidade de liquidez entre as moedas, e com

equidade de mercados de títulos. Em seguida, estudam o impacto do risco de liquidez em aplicações financeiras que consistem em tomar dinheiro a uma taxa de juros considerada baixa em um país e aplicá-lo em outra moeda, onde as taxas de juros são maiores. A alta rentabilidade desta estratégia é um enigma de longa data no campo das finanças, alimentando a busca de risco de fatores que impulsionam esses retornos. A principal conclusão é que a baixa taxa de juros das corretoras tendem a apresentar betas de liquidez negativos, oferecendo, assim, risco de liquidez. Por outro lado, os betas de liquidez para as taxas de juros tendem a ser positivas, proporcionando exposição à liquidez. Ao analisar o impacto do risco de liquidez nesta ferramenta, mostra-se que as moedas de financiamento (investimento) oferecem seguro contra (exposição) risco de liquidez.

Os betas de liquidez refletem as características de liquidez das várias moedas. Baixos betas de moedas de taxa de juros tendem a ser mais líquidas e apresentam menor sensibilidades. Moedas de alta taxa de juros, em contraste, tendem a ser menos líquidas e têm maiores sensibilidades de liquidez.

Quando focamos em estudos de gestão de risco e métodos utilizados, Castro e Candido (2018) trabalharam nas avaliações de metodologias utilizadas por um processo de testagem de modelos matemáticos, utilizando séries temporais, para predizer o comportamento de sistemas dinâmicos para o déficit esperado do livro de negociação. Nesse sentido, utilizaram quatro metodologias. Dentre as quatro, nenhuma foi perfeita. As três de Acerbi tiveram falhas em alguns testes, e a sugerida neste trabalho, apresentou resultados melhores que o processo de testagem de modelos matemáticos do VaR.

Assim como, Ferreira (2017), que avaliou o capital requerido pelo Banco Central do Brasil das instituições financeiras por ele reguladas, para risco de mercado em comparação com métricas comumente adotadas pela indústria financeira, referentes aos modelos de VaR e Teste de Estresses.

Este estudo inova no sentido de se concentrar em um tema prático de uma tesouraria de banco global ao criar um mercado de derivativos sem ter liquidez. Com isso, inicia-se o tema de Ajuste de Valor de Mercado (MVA) em derivativos para cobrir eventuais perdas em livros de negociação dado a falta de liquidez. Além disso, a maioria dos estudos existentes no campo avaliam modelos de gestão de passivos, de liquidez ou de opções de derivativos, enquanto esta pesquisa busca descrever e entender de forma prática, com um modelo, como uma tesouraria atua diariamente em mercados pequenos gerando criação de valor econômico.

### 3 DERIVATIVOS NA GESTÃO DE RISCO

Derivativos são instrumentos financeiros que se originam (dependem) do valor de um outro ativo, tido como ativo de referência. Um contrato derivativo não apresenta valor próprio, derivando-se do valor de um bem básico (commodities, ações, taxas de juros, etc....) (Assaf, 2005).

De acordo com Chew (2000, p. 4), alegando sobre as possibilidades:

Derivativos - contratos tais como opção, swaps e operações a termo, cujo valor é originado a partir de outros ativos - podem ter um enorme impacto no bem-estar financeiro de uma empresa. Esse impacto pode ser tanto positivo quanto negativo. Dessa forma a administração de riscos de derivativos torna-se uma função de autoconhecimento e honestidade. Se um usuário final souber claramente por que ele está utilizando derivativos – hedging, tomada de posição ou ambos - ele pode administrar com maior eficiência o custo-benefício entre risco e retorno. Caso contrário, o desastre pode ocorrer na próxima esquina.

Já de acordo com Hull (2009, p.13): “Derivativos são títulos que possuem seus valores dependentes de outras variáveis mais básicas. Uma opção de ação, por exemplo, é um derivativo, uma vez que seu valor depende do preço da ação”.

Os bancos principalmente, com o propósito de atender seus clientes, têm criado uma grande variedade de produtos, sendo que esses podem ser negociados em vários mercados profissionais tais como: o mercado futuro, o mercado a termo, o mercado de opções, entre outros.

Neste contexto, há países onde existem mercados profissionais, e outros países menores onde não existem. Tal mercado formalmente estabelecido para negociar os diversos instrumentos futuros, como, no Brasil, que atua a B3, antiga Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F). A Bolsa cumpre com as suas funções básicas de oferecer facilidades para a realização dos negócios e controle das operações, permitindo a livre formação dos preços, das garantias às operações realizadas e oferecer mecanismos de custódia e liquidação dos negócios. (Assaf, 2005).

- **Contrato futuros:** acordos de compra ou venda, negociados apenas em bolsa, de certa quantidade de um ativo determinada data futura de liquidação a um preço estabelecido em contrato. Esses contratos são padronizados quanto à qualidade e quantidade do ativo, garantias, prazos de entrega, entre outros aspectos;

- **Contratos a termo:** acordos de compra ou venda de determinado ativo com preço e data futura de liquidação preestabelecida. Esse tipo de contrato pode ser negociado em bolsa ou em balcão e podem incluir garantias;
- **Swaps:** acordos privados entre duas instituições para a troca futura de um determinado fluxo de caixa, que respeita a uma fórmula preestabelecida entre as partes. Podem ser negociados em bolsa e incluir garantias;
- **Opções:** acordos negociados entre duas partes, sendo que uma delas, mediante a um pagamento inicial, tem o direito de comprar ou vender um determinado ativo em certa data a um preço preestabelecido no contrato. Como o comprador adquire direitos e o vendedor tem obrigações – caso haja garantias –, essas são exigidas desse último. As opções são geralmente negociadas em bolsa, porém podem ser negociadas em balcão;

Os derivativos são importantes no mercado financeiro, pois são utilizados como cobertura, instrumentos de especulação e arbitragem. A princípio, esse mercado foi desenvolvido como forma de proteger os agentes econômicos contra os riscos das possíveis oscilações futuras de preços das mercadorias. A ideia básica dos agentes, quando operam neste mercado, é a de obter um resultado positivo em suas operações de forma a compensar uma perda em outras atividades econômicas. Assim, os derivativos propiciam uma maior previsibilidade, pois com eles é possível se operar o futuro no presente. Em outras palavras, os derivativos possibilitam a transferência de risco entre agentes.

Podemos considerar como vantagens o uso de derivativos: a maior atração de capital de risco, permitindo uma garantia de preços futuros para os ativos; criar defesas contra variações adversas nos preços; estimular a liquidez do mercado físico; melhor gerenciamento do risco e, por conseguinte, redução dos preços dos bens; realizar negócios de maior parte com um volume de capital e nível conhecido de risco.

Como consequência, as informações de preços exercidas pelos derivativos ajudam a coordenar as expectativas dos agentes sobre a evolução futura da economia. Dessa forma, contribuem para que uma eventual instabilidade das variáveis financeiras não se espalhe por todo o sistema. Porém, com a sofisticação do mercado de derivativos e a integração entre mercados nacionais e internacionais, há um aumento da capacidade de alastramento de crises ocorridas em um mercado para o outro. Assim, pode-se verificar aspectos contraditórios nos derivativos, pois de um lado aumentam a previsibilidade dos agentes e possibilitam a

transferência dos riscos, por outro, como estão alavancados, e estão relacionados através de grandes redes de transmissão, podem aumentar a instabilidade dos mercados financeiros.

### **3.1 Mercado de Derivativos Não Profissionais**

Mercado de Balcão (OTC) é a negociação de títulos entre duas contrapartes realizadas fora de trocas formais e sem a supervisão de uma troca. A negociação é feita em mercados de balcão, (um local descentralizado, sem localização física) através das redes de revendedores.

Ao contrário da negociação em trocas formais, a negociação no mercado de balcão não exige a negociação de apenas itens padronizados (como, por exemplo, intervalo claramente definido de quantidade e qualidade de produtos). Além disso, os preços nem sempre são divulgados ao público. No entanto, os contratos OTC são bilaterais, e cada parte pode enfrentar preocupações de risco de crédito em relação à sua contraparte.

Embora os mercados de balcão continuem sendo elemento essencial das finanças globais, os derivativos de balcão apresentam significado excepcional. O menor número de limitações e regulamentações proporcionam maior flexibilidade aos participantes do mercado, o que pode ajustar os contratos de derivativos para melhor atender a sua exposição ao risco, principalmente em mercados ilíquidos e não profissionais.

Além disso, a negociação OTC aumenta a liquidez geral nos mercados financeiros, uma vez que, as empresas que não podem negociar nas bolsas formais ganham acesso ao capital através dos mercados de balcão.

No entanto, a negociação no mercado de balcão está exposta a inúmeros riscos. Um dos mais significativos é um risco de contraparte - uma probabilidade de inadimplência de outra parte antes do vencimento de um contrato. Além disso, a falta de transparência e a liquidez mais fraca em relação às trocas formais podem desencadear eventos desastrosos durante uma crise financeira. Assim, o risco de especulações e eventos inesperados, podem prejudicar a estabilidade dos mercados.

### **3.2 Arbitragem e Derivativos Sintéticos**

Arbitragem é a estratégia de aproveitar as diferenças de preço do mesmo ativo. Para que isso ocorra, deve haver uma situação de, pelo menos dois ativos equivalentes com preços

diferentes. Em essência, a arbitragem é uma situação em que um comerciante pode lucrar com o desequilíbrio dos preços dos ativos em diferentes mercados. A forma mais simples de arbitragem é comprar um ativo no mercado em que o preço é menor e, simultaneamente, vender o ativo no mercado em que o preço do ativo é maior.

Arbitragem é uma estratégia comercial amplamente utilizada e, provavelmente, uma das mais antigas estratégias de negociação existentes. Os comerciantes que participam da estratégia são chamados de arbitadores.

O conceito está intimamente relacionado com a teoria da eficiência do mercado. A teoria afirma que, para que os mercados sejam perfeitamente eficientes, não deve haver oportunidades de arbitragem, e todos os ativos equivalentes convergiriam para o mesmo preço. A convergência dos preços em diferentes mercados mede a eficiência do mercado.

Embora pareça ser uma estratégia simples, nota-se a complexidade dado o fato das dificuldades associadas à exploração e ao acesso à liquidez em mercados ilíquidos. No entanto, percebe-se um aumento da negociação eletrônica em mercados profissionais, que pode executar ordens de negociação em uma fração de segundo.

A arbitragem é geralmente explorada por grandes instituições financeiras globais porque requer recursos significativos e acesso fácil a diferentes mercados para identificar as oportunidades e executar o negócio. São frequentemente realizados com o uso de instrumentos financeiros complexos, como contratos de derivativos e outras formas de instrumentos sintéticos para encontrar ativos equivalentes, que não são necessariamente os mesmos. A negociação de derivativos envolve frequentemente a negociação de margem e uma grande quantia de dinheiro necessária para executar as negociações.

### **3.3 Tesouraria**

A Tesouraria, de acordo com Hoji (2001), é uma das áreas mais importantes de uma empresa, pois, praticamente todos os recursos financeiros transitam por ela. O autor ainda indica que a finalidade básica da Tesouraria é assegurar os recursos e instrumentos financeiros necessários para a manutenção e viabilização dos negócios da empresa.

Ross (1996), por sua vez, define a função da Tesouraria como a gestão de ativos e passivos monetários, riscos financeiros e relações com bancos. Segundo este autor a definição inclui atividades como a gestão e transferência de liquidez (caixa), a aplicação e liquidação de investimentos, a captação e liquidação de financiamentos e a gestão de exposição a taxas de

câmbio e taxas de juros. Para ele as atividades de muitas Tesourarias envolvem fluxos de caixas provenientes de recebimentos, pagamentos, investimentos e captações em moedas locais e moedas estrangeiras. Ross argumenta que esses fluxos possuem quatros aspectos: montante, moeda, tempo e local. Para ele, manter a liquidez necessária para assegurar que o montante de fundo certo, na moeda certa, esteja no local certo e na hora certa é uma das principais atribuições de uma Tesouraria.

No entanto, vemos que existem duas perspectivas no que tange à avaliação das funções de uma Tesouraria, principalmente de um banco globalizado: uma mais estreita e outra mais abrangente. A primeira tende a olhar a Tesouraria apenas como uma divisão, ou departamento, que levanta fundos e administra o caixa de uma companhia industrial ou uma instituição financeira. A segunda, que tratamos nessa dissertação, tem como foco as operações de Tesouraria como um todo, que incluem uma vasta gama de tarefas de gestão de risco com operações, com moedas estrangeiras, taxa de juros e de instrumentos de derivativos, como forwards, swaps, investimento com derivativos sintéticos, entre outros.

Certamente, uma Tesouraria moderna possui operações muito em comum e que o elo integrador e a essência entre as duas funções é a gestão de riscos.

Portanto, torna-se importante analisar o papel da Tesouraria, suas estratégias de gestão de risco e como ela pode - dentro dessas estratégias e políticas - utilizar o amplo espectro de instrumentos financeiros atualmente disponíveis para gerir (de forma eficiente) os riscos que surgem para as instituições financeiras no seu cotidiano de negócios.

### **3.4 Basileia III**

Basileia III é um conjunto de medidas internacionalmente acordadas desenvolvidas pelo Comitê de Basileia de Supervisão Bancária em resposta à crise financeira de 2008. As medidas visam fortalecer a regulação, supervisão e gestão de risco dos bancos.

Como todos os padrões do Comitê de Basileia, os padrões de Basileia III são requisitos mínimos que se aplicam aos bancos internacionalmente ativos. Os membros estão comprometidos com a implementação e aplicação de normas em suas jurisdições dentro do prazo estabelecido pelo Comitê.

A figura 2 abaixo, apresenta-se as reformas mencionadas em relação ao capital e liquidez. Assim como a figura 3, apresenta-se sua evolução da Basileia I a Basileia III.

## Basel Committee on Banking Supervision reforms – Basel III

Strengthens microprudential regulation and supervision, and adds a macroprudential overlay that includes capital buffers

Capital						Liquidity
	Pillar 1			Pillar 2	Pillar 3	
Capital	Risk coverage	Containing leverage	Risk management and supervision	Market discipline		Global liquidity standards and supervisory monitoring
All Banks	<p><b>Quality and level of capital</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Raising minimum common equity</b> to 4.5% of risk-weighted assets, after deductions.</li><li>• <b>A capital conservation buffer</b> comprising common equity of 2.5% of risk-weighted assets brings the total common equity standard to 7%. Constraints on a bank's discretionary distributions will be imposed when it falls into the buffer range.</li><li>• <b>A countercyclical buffer</b> within a range of 0–2.5% comprising common equity will apply when credit growth is judged to result in an unacceptable build-up of systematic risk.</li></ul> <p><b>Capital loss absorption at the point of non-viability</b> Allowing capital instruments to be written off or converted to common shares if the bank is judged to be non-viable. This will reduce moral hazard by increasing the private sector's contribution to resolving future banking crises.</p>	<p><b>Revisions to the standardised approaches</b> for calculating</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>credit risk;</b></li><li>• <b>market risk;</b></li><li>• <b>credit valuation adjustment risk;</b> and</li><li>• <b>operational risk</b></li></ul> <p>mean greater risk-sensitivity and comparability.</p> <p><b>Constraints on using internal models</b> aim to reduce unwarranted variability in banks' calculations of risk-weighted assets.</p> <p><b>Counterparty credit risk</b> More stringent requirements for measuring exposure; capital incentives to use central counterparties for derivatives; a new standardised approach; and higher capital for inter-financial sector exposures.</p> <p><b>Securitisations</b> Reducing reliance on external ratings, simplifying and limiting the number of approaches for calculating capital charges and increasing requirements for riskier exposures.</p> <p><b>Capital requirements for exposures to central counterparties (CCPs) and equity investments in funds</b> to ensure adequate capitalisation and support a resilient financial system.</p> <p><b>A revised output floor</b>, based on Basel III standardised approaches, limits the regulatory capital benefits that a bank using internal models can derive relative to the standardised approaches.</p>	<p>A non-risk-based <b>leverage ratio</b> including off-balance sheet exposures is meant to serve as a backstop to the risk-based capital requirement. It also helps contain system-wide build-up of leverage.</p>	<p><b>Supplemental Pillar 2 requirements</b> address firm-wide governance and risk management, including the risk of off-balance sheet exposures and securitisation activities, sound compensation practices, valuation practices, stress testing, corporate governance and supervisory colleges.</p> <p><b>Interest rate risk in the banking book (IRRBB)</b> Extensive guidance on expectations for a bank's IRRBB management process: enhanced disclosure requirements; stricter threshold for identifying outlier banks; updated standardised approach.</p>	<p><b>Revised Pillar 3 disclosure requirements</b> Consolidated and enhanced framework, covering all the reforms to the Basel framework. Introduces a dashboard of banks' key prudential metrics.</p>	<p>The <b>Liquidity Coverage Ratio (LCR)</b> requires banks to have sufficient high-quality liquid assets to withstand a 30-day stressed funding scenario that is specified by supervisors.</p> <p>The longer-term, structural <b>Net Stable Funding Ratio (NSFR)</b> is designed to address liquidity mismatches. It covers the entire balance sheet and provides incentives for banks to use stable sources of funding.</p> <p>The Committee's 2008 guidance <b>Principles for Sound Liquidity Risk Management and Supervision</b> takes account of lessons learned during the crisis. It is based on a fundamental review of sound practices for managing liquidity risk in banking organisations.</p> <p><b>Supervisory monitoring</b> The liquidity framework includes a common set of intraday and longer-term monitoring metrics to assist supervisors in identifying and analysing liquidity risk trends at both the bank and system-wide level.</p>
	SIBs	<p>The Committee identifies global systemically important banks (G-SIBs) using a methodology that includes both quantitative indicators and qualitative elements. In addition to meeting the Basel III risk-based capital and leverage ratio requirements, G-SIBs must have higher loss absorbency capacity to reflect the greater risks that they pose to the financial system. The Committee also developed principles on the assessment methodology and the higher loss absorbency requirement for domestic systemically important banks (D-SIBs).</p>				

**Figura 2 - Quadro com o Resumo das Regras de Capital e Liquidez**

A proposta foi:

- Elevar a qualidade, consistência e transparência da base de capital por meio de regras mais rígidas relacionadas à elegibilidade de instrumentos a serem consideradas no capital.
- Reduzir pró-ciclicidade por meio de parcelas adicionais de capital.
- Endereçar risco sistêmico.
- Complementar requerimento de capital baseado em risco com um índice de alavancagem.
- Aprimorar a cobertura de riscos por meio de fortalecimento das exigências de capital para riscos de crédito de contraparte existente em derivativos, operações de recompra e outros.
- Introduzir novos padrões de gestão de liquidez incluindo teste de estresse para os índices propostos.



## Evolução

	Basiléia I	Basiléia II	“Basiléia II.5”	Basiléia III
Índices e Metas de Capital				Nova definição de capital
				Novas proteções de capital
				Novo índice de alavancagem
				Índices mínimos mais altos
				Risco sistêmico
Requisitos de RWA		Pilar 3 - Divulgação		
		Pilar 2 - ICAAP		Risco de contraparte
		Pilar 1 - Risco operacional	<i>Incremental risk</i>	
	Risco de mercado	Pilar 1 - Risco de mercado	Revisões na carteira de negociações	
	Risco de crédito	Pilar 1 - Risco de crédito	Revisões em securitização	Revisões em securitização
Padrões de Liquidez				Índice de cobertura ( <i>liquidity coverage ratio</i> )
	Definições para Tier 1 e Tier 2			Índice de financiamento líquido estável (NSFR)

**Figura 3** - Evolução do Acordo de Basiléia

### 3.5 Política de Risco

O processo de globalização das últimas décadas possibilita uma maior interconexão entre os mercados financeiros e estimula, cada vez mais, a livre mobilidade de capitais mundo afora, e que tem contribuído bastante para o aumento da complexidade dos mercados financeiros. Consequentemente, instituições financeiras globais estão expostas a riscos e grandes possibilidades de perdas financeiras potencialmente vultuosas. Isso ocorre porque a crescente interconexão entre os mercados financeiros faz com que qualquer movimento no mercado de um determinado país crie um efeito que faça com que ele seja sentido, de maneira praticamente imediata, em qualquer outro país do mundo.

Com isso, principalmente após a última crise, fez com que as instituições financeiras focassem no desenvolvimento de políticas internas de gestão de riscos de tesouraria.

À medida que aumenta a exposição das instituições financeiras ao risco de mercado, torna-se muito importante a sua mensuração. Saunders (2000) aponta pelo menos cinco motivos pelos quais o risco de mercado deve ser medido: Em primeiro lugar, para fornecer informação à alta administração a respeito da exposição ao risco de mercado. Em segundo lugar, para

fixação de limite máximo ao qual a instituição financeira poderá se expor. Em terceiro lugar, para alocar os recursos da instituição nos mercados onde são maiores os retornos vis-à-vis o risco apresentado. Em quarto lugar, para obter uma correta avaliação de desempenho possibilitando o desenho de remuneração variável mais adequada. Por último, a mensuração de risco de mercado é importante para atender as exigências das autoridades reguladoras no que tange à exigibilidade de capital.

A Tesouraria deve manter-se atenta ao risco de mercado ao qual seu balanço se expõe e fazer o possível para mantê-lo em níveis adequados dentro de sua política, pois esta fonte de risco pode levar a instituição à falência, caso não seja administrado de forma responsável e diligente com um acompanhamento diário pela área de risco de mercados.

Quer percebamos ou não, as regras de engajamento para conduzir negócios internacionais mudaram nos últimos anos nesta área - os riscos associados a transações internacionais são altos e a aversão ao risco também é alta, mas a margem de erro é baixa. Isso significa que os empregos dos gerentes de risco se tornaram mais desafiadoras diante das políticas utilizadas por cada instituição financeira.

Nesse sentido, tesourarias possuem acompanhamento periódicos, usualmente mensais de administração de riscos de mercados. Principalmente com o objetivo de identificar, medir, vigilar, limitar, controlar e informar os riscos enfrentados pela instituição em suas operações.

Sejam risco de crédito, risco país, risco de preço, risco de taxa de juros, risco de taxa de câmbio, de liquidez, operativo, de tecnologia de informação e risco de reputação.

## 4 GESTÃO DE RISCO

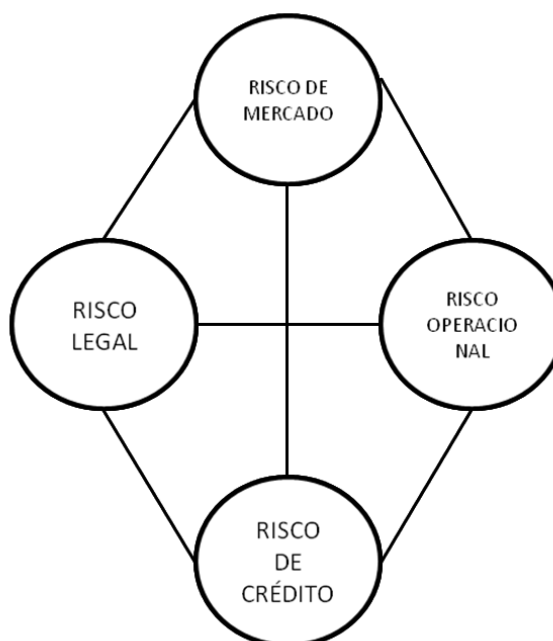
De acordo com Caouette, Altman e Narayanan (2000, p. 1):

O risco de crédito é a mais antiga forma de risco nos mercados financeiros. Se podemos definir crédito como a expectativa de uma quantia em dinheiro, dentro de um espaço de tempo limitado, então o risco de crédito é a chance de que esta expectativa não se compra.

Caouette, Altman e Narayanan (2000) *apud* Global Derivatives Study, Grupo dos Trinta, define risco de crédito como o risco de perda em que se incorre quando há inadimplência de uma contraparte num contrato de derivativos. A perda devida à inadimplência é o custo de substituir o contrato menos o valor recuperado. O valor de substituição é o valor, no momento da inadimplência, do fluxo futuro de dinheiro esperado. Enfatiza que uma perda de crédito ocorrerá apenas se uma contraparte for inadimplente e o contrato de derivativo tiver valor de mercado positivo para a contraparte que não foi inadimplente. Para que haja perda, é preciso que ambas as condições sejam preenchidas simultaneamente.

Carnelos (2007) *apud* Jorion, o risco de inadimplência e o risco de mercado são os principais fatores que compõe o risco de crédito, sendo que ambos sofrem a influência de eventos relacionados a determinados setores econômicos, ou mesmo a influência da conjuntura econômica em vigência. Geralmente, em um período de expansão da economia, a inadimplência tende a ser menor que em um período de retração econômica.

O risco financeiro pode ser definido como medida da incerteza em relação ao valor de ativos e passivos. De modo geral, essas fontes de incerteza podem ser classificadas como risco de mercado, de crédito, operacional e legal (Dias, 2009 *apud* Prado, 2000). Como apresenta-se na figura 4 abaixo.



**Figura 4 - Tipos de Riscos**

O risco de crédito é o risco de perda em que se incorre quando há inadimplência de uma contraparte em um determinado contrato. Esse risco existe em toda operação entre duas partes onde o custo de reposição dos fluxos de caixa em caso de inadimplência de uma delas é diferente de zero para a outra. Essa perda engloba a exposição, ou montante de risco, e a taxa de recuperação, definida como montante pago ao credor.

Pode-se verificar dessa forma que o evento de inadimplência ocupa atualmente uma posição fundamental na precificação e proteção do risco de crédito. Entretanto, perdas devidas ao risco de crédito podem ocorrer antes mesmo da própria inadimplência. De modo geral o risco de crédito deve ser definido como perdas potenciais em valores marcados à mercado, que seriam incorridos caso houvesse um evento de crédito. Esse evento ocorre quando há mudança na capacidade da contraparte honrar com suas obrigações. Portanto, mudanças nos preços de mercado relacionados a dívida, em resposta a mudanças de classificação de risco ou de percepção do mercado sobre inadimplência, podem também ser vistas como risco de crédito, criando uma sobreposição entre risco de mercado e risco de crédito.

Sendo dividido em três grupos:

- **Risco do País:** trata dos impactos que riscos macroeconômicos e políticos possuem na atividade de um país. Para entrar mais no detalhe, é o risco que se assume ao

manter ou comprometer recursos em algum país estrangeiro, por eventuais impedimentos para obter sua recuperação devido a alguns fatores que afetam globalmente ao país respectivo. Nesse risco engloba o risco soberano e o risco de transferência.

- **Risco de Fronteira:** quando existem restrições ao fluxo livre de capitais entre países, estados, municípios. Este pode ser originário de golpes militares, novas políticas econômicas, resultados de novas eleições, etc. O Risco de Fronteira engloba basicamente o Risco de Convertibilidade, quando existe uma transação onde a fonte pagadora pode não estar apta a converter sua moeda local em moeda estrangeira para pagamento de suas obrigações, e o Risco de Transferência onde a fonte pagadora já converteu a moeda, entretanto, não é capaz de realizar a transferência dos recursos.
- **Risco de Contraparte:** quando uma das partes não pode ou não quer mais honrar seus compromissos.

Para os Caouette, Altman e Narayanan (2000, p. 118) a respeito de derivativos de crédito:

Derivativos de crédito são instrumentos usados para negociar risco de crédito, que, no processo, é separado de outras características do instrumento financeiro. Foram introduzidos pelos bancos na década de 90 para ajudá-los com seu desejo paradoxal de aproveitar os benefícios da concentração de ativos sem precisar encarar o risco correspondente. A solução depende de o banco achar uma contraparte assumirá o risco de crédito na troca de uma taxa, enquanto o próprio banco mantém o ativo em seus livros. Um derivativo de crédito é assim chamado porque é derivado da existência de um ativo subjacente, por exemplo, um empréstimo. Os derivativos de crédito podem ser feitos para repassar qualquer parte da exposição ao risco de crédito: quantia, taxa de cobertura e vencimento.

Inicialmente os derivativos eram abordados entre as instituições financeiras como um instrumento com uma classificação de crédito muito boa e as margens eram grandes o suficiente para absorver as poucas inadimplências desse mercado. Entretanto, com a evolução do mercado, maiores volumes expuseram os participantes a carteiras de crédito que se deterioraram. Isso gerou a necessidade de medir os riscos de créditos desse instrumento com uma maior precisão.

Essa mensuração é importante para o mercado por diversas razões, das quais a precificação é a mais importante. Somente através de uma precificação adequada uma

instituição financeira pode ter certeza que está sendo adequadamente compensada por assumir risco presente e risco futuro da contraparte.

Não apenas os derivativos, mas empréstimos, câmbio e diversos outros instrumentos financeiros possuem exposição a risco de crédito. Tradicionalmente, as exposições podiam ser medidas facilmente como valor de face da operação. Entretanto, com derivativos, como swap, a exposição a risco de crédito é muito menor porque o valor inicial do swap geralmente é nulo e não há certeza sobre o montante que uma contraparte irá dever a outra no momento da liquidação, inadimplência ou antecipação. Portanto, medir risco de crédito do swap envolve análise detalhada da interação entre os riscos de mercado e de crédito.

Como se pode imaginar um dos fatores mais significativos na gestão de portfólio de crédito é o processo que utiliza os fatores de risco. Esse processo determina a evolução da exposição no decorrer do período. São necessários modelos, corretamente calibrados, uma vez que, quanto maior for a incerteza maior será o risco da carteira.

Seguindo o contexto, segue abaixo uma lista parcial das variáveis que podem entrar no cálculo do valor intrínseco na avaliação de derivativos de crédito:

- Probabilidade realista de inadimplência do crédito subjacente e do vendedor de proteção.
- Probabilidade pessimista de inadimplência.
- Probabilidade conjunta de inadimplência do crédito subjacente e do vendedor de proteção.
- Tempo de inadimplência.
- Distribuição da taxa de recuperação.
- Distribuição do custo de elaboração.
- Prioridade do ativo.
- Tempo de recuperação.
- Taxa de juros.
- Distribuição da probabilidade de pagamento antecipado.
- Base de precificação - fixo ou flutuante.
- Estrutura da amortização.
- Primeiro nível de perda (“dedutível” no jargão de seguros).
- Estrutura de correlação para a inadimplência, pagamento antecipado, taxas de juros de recuperação.

## 4.1 Risco de Liquidez

Como sabemos, durante a “fase de liquidez” inicial da crise financeira com princípio em 2007, muitos bancos - apesar dos níveis adequados de capital - ainda enfrentavam dificuldades por não administrar sua liquidez de maneira prudente. A crise levou à importância da liquidez ao bom funcionamento dos mercados financeiros e do setor bancário. Antes deste evento, os ativos de mercado estavam flutuantes e o financiamento estava prontamente disponível a baixo custo. A rápida reversão em que as condições do mercado ilustram a rapidez com que a liquidez pode evaporar e que a iliquidez pode durar por um longo período de tempo. O sistema bancário ficou sob estresse severo, que necessitava de medidas do banco central para apoiar o funcionamento dos mercados monetários e, em alguns casos, até das instituições individualmente.

Como visto durante o trabalho, o risco de liquidez abordado em uma tesouraria dá-se através de múltiplas dimensões: incapacidade de obter recursos a custos normais, risco de liquidez de ativos e risco de liquidez de mercado. Esse último risco diz respeito a momentos de falta de liquidez no mercado de forma mais geral, ou seja, não se refere a nenhuma instituição em particular e resulta num aumento generalizado dos preços pagos pelas captações. Em resumo, seria a incerteza a respeito dos lucros de uma instituição financeira, resultante de mudanças nas condições de mercado, tais como o preço de um ativo, taxas de juros, volatilidade de mercado e liquidez.

O risco de mercado, que será mais estudado durante o trabalho, pode ser medido em termos absolutos, ou seja, em valor monetário ao qual uma instituição está exposta, ou em termos relativos, em comparação com determinado padrão referencial conhecido no mercado financeiro como marcação a mercado (MtM).

Também vale considerar como visto acima, instituições financeiras que operam em mercados internacionais possuem o risco país de fronteira, isto é, o risco soberano, como outro fator que pode aumentar o risco de liquidez. E, como grande parte das instituições financeiras estão, cada vez mais, focando em investimentos e instrumentos que podem ser comprados e vendidos no mercado secundário, ao invés de mantê-los em carteira até seu vencimento, o risco de mercado se torna um elemento bastante importante para estas instituições, pois à medida que os mercados financeiros se tornam mais líquidos e complexos, aumenta a perda potencial estimada sob condições adversas.

## 4.2 Risco de Fronteira

Segundo Saunders (2000, p. 107), este é uma espécie de risco de crédito que ocorre quando uma empresa estrangeira é incapaz de pagar uma obrigação em outro país. Começou-se a dar mais importância ao risco soberano após a década de 80, quando algumas economias emergentes como o Brasil e o México, anunciaram as moratórias de suas dívidas externas o que implicou com que os maiores bancos americanos, que detinham considerável exposição às dívidas externas desses países, fossem obrigados a criar reservas significativas para enfrentar esses créditos em liquidação. Na década de 90, o México novamente só não impôs outra moratória por causa da ajuda financeira governamental norte-americana. No passado mais recente foi vez da Argentina impor a moratória e a estabelecer perdas significativas a algumas instituições financeiras internacionais. Desta maneira, têm-se dado, atualmente, muito mais importância ao risco soberano.

Entre os muitos desafios que os gerentes de risco enfrentam no que se tornou a nova normalidade, está a maneira eficaz de gerenciar o risco de fronteiras.

Uma instituição financeira que opera ativamente no mercado internacional está continuamente sujeita ao risco soberano. Ela possui tanto aplicações como obrigações no exterior que podem não ser honradas devido a, por exemplo, uma centralização cambial.

A aritmética simples de risco / retorno não serve mais como base para a tomada de decisões de investimento de fronteiras, ou para administrar os muitos riscos enfrentados pelos investimentos internacionais existentes. O panorama dinâmico de hoje exige não apenas uma orientação de longo prazo para o risco, - às vezes décadas após o investimento ser feito - também requer uma compreensão qualitativa das opções de curto prazo, caso o pior ocorra.

Com base nisso, o risco de fronteira descreve a volatilidade dos retornos de investimentos internacionais causada por eventos associados a um determinado país, em oposição a eventos associados exclusivamente a um agente econômico ou financeiro específico. Ou seja, o risco de que um governo estrangeiro altere significativamente suas políticas ou outras regulamentações de modo a impactar negativamente o clima de negócios naquele país ou os retornos de um determinado setor, empresa ou projeto. O risco macro lida com mudanças de políticas que prejudicam, digamos, exportadores ou empresas de propriedade estrangeira em geral, enquanto o risco micro implica que um governo deliberadamente visará uma empresa ou um modo de ganhar a vida.



A tesouraria também deve ficar atenta a essa fonte de risco. Atualmente, existem instrumentos derivativos de crédito que também possibilitam a mitigação desse risco soberano.

### **4.3 Risco de Taxa de Juros**

Todos instrumentos praticados em uma tesouraria global, costumam-se descascar os prazos de vencimento de suas operações. Após concluir as operações, as tesourarias se expõem ao risco de taxa de juros. Impossível seria uma instituições financeiras operar totalmente casadas, principalmente em mercados não profissionais de derivativos. Onde tem apenas mercado de câmbio spot e títulos do governo para comprar no mercado primário, e sem tanta liquidez no mercado secundário. A curva de juros é usada como referência para outras dívidas no mercado, como taxas hipotecárias ou taxas de empréstimos bancários, e é usada para prever mudanças na produção econômica e no crescimento.

A Estrutura a Termo da Taxa de Juros está compostas por um conjuntos de taxas de juros referenciais para cada prazo. Fatores subjacentes que afetam essa estruturas são: liquidez, expectativa de crescimento econômico e inflação.

A forma da curva de juros dá uma ideia das mudanças futuras na taxa de juros e da atividade econômica. Existem quatro tipos principais de formas de curva de rendimento: normal, invertida, plana e acentuada. Uma curva de rendimento normal é aquela em que títulos de prazo mais longo têm um rendimento mais elevado em comparação com títulos de prazo mais curto devido aos riscos associados ao tempo. Uma curva de rendimento invertido é aquela em que os rendimentos a curto prazo são mais elevados do que os rendimentos a longo prazo, o que pode ser um sinal da próxima recessão. Em uma curva de juros plana, os rendimentos mais curtos e mais longos estão muito próximos uns dos outros, o que também é um preditor de uma transição econômica. Já em uma curva acentuada indica que os rendimentos de longo prazo estão subindo a um ritmo mais rápido do que os rendimentos de curto prazo. Curvas de juros acentuadas indicaram historicamente o início de um período econômico expansionista. As curvas normal e acentuada são baseadas nas mesmas propriedades, mas a única diferença é que uma curva mais acentuada tem uma diferença maior entre as expectativas de retorno a curto e longo prazo

#### **4.4 Risco de Taxa de Câmbio**

O processo de globalização faz com que as instituições financeiras estejam cada vez mais expostas ao risco de câmbio, principalmente em tesourarias globais onde oferecem uma gama de produtos elevada em diversas moedas. De fato, grande parte dos instrumentos de derivativos envolvem o risco de câmbio.

A exposição de uma determinada instituição financeira ao risco cambial, geralmente pode ser positiva ou negativa. Uma instituição financeira que possui uma exposição líquida positiva está comprada em moeda estrangeira e corre o risco de que a moeda nacional se valorize em relação à moeda estrangeira. Por outro lado, uma instituição financeira que possui uma exposição líquida negativa está vendida em moeda estrangeira e corre o risco de que essa moeda se valorize frente à moeda nacional.

Vale ressaltar que as instituições financeiras podem expor-se ao risco cambial por duas importantes razões: a primeira com o objetivo de realizar ganho através da tomada de posições em aberto em determinada moeda estrangeira, ou seja, por razões puramente especulativas, e a segunda pela própria natureza funcional das instituições financeiras que atuam como agentes de intermediação de recursos financeiros. Ao realizarem suas atividades de intermediação de recursos financeiros as instituições financeiras, da mesma forma que não operam casadas em relação a prazos de aplicações e captações, também nem sempre operam casadas em relação a moedas, ou seja, não é incomum que elas realizem aplicações numa determinada moeda e façam captações para financiar esta aplicação em outra moeda para se aproveitarem de eventuais diferenças de taxa de juros reais entre as moedas. Ao fazerem isto, as instituições financeiras expõem-se ao risco cambial. O risco cambial, assim como o da taxa de juros, pode ser perfeitamente contrabalançado através da utilização de instrumentos de derivativos, o que será analisado posteriormente neste trabalho.

#### **4.5 Risco de Base**

O Risco de Base é o risco financeiro de que a compensação de investimentos em uma estratégia de cobertura não experimente mudanças de preço em direções totalmente opostas uma da outra. Essa correlação imperfeita entre os dois investimentos cria o potencial para ganhos ou perdas em excesso em uma estratégia de derivativos, adicionando assim risco à posição. Também pode ser definido como o risco inerente que um negociante assume ao

proteger uma posição ao tomar uma posição contrária em um derivativo do ativo, como um contrato futuro. O risco de base é aceito na tentativa de reduzir o risco de preço.

No caso de mercado profissionais de derivativos, o mercado spot nem sempre varia na mesma magnitude e direção que o mercado futuro, e por esse motivo nem sempre o ganho em um mercado compensa a perda no outro. Isto torna a cobertura imperfeita e o agente fica sujeito a este risco.

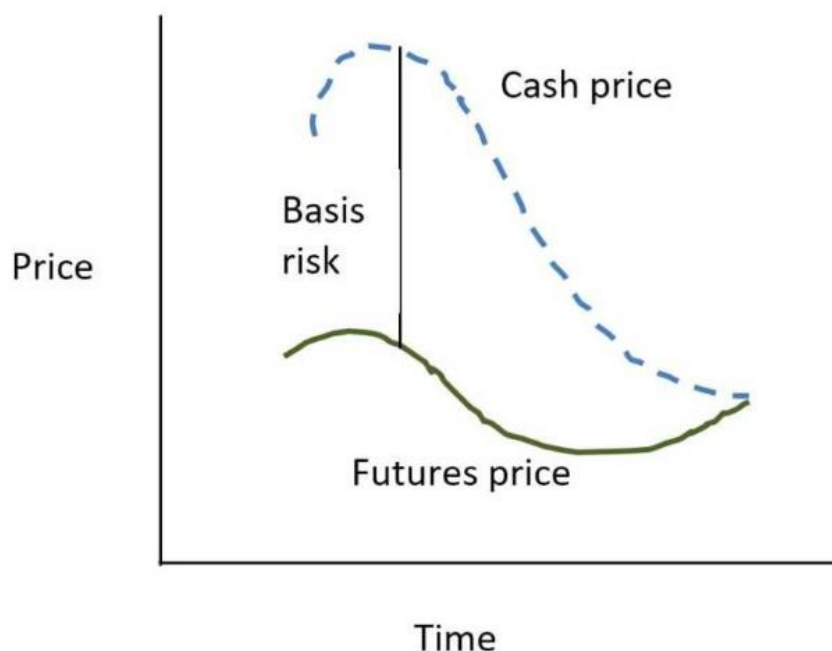
Hull (2009) enumera que ao menos três fatos aumentam a incerteza sobre o valor da base ou risco de base:

1. O comprador da cobertura pode não ter certeza da data exata em que a commodity será comprada ou vendida.
2. A cobertura pode requerer que o contrato futuro seja liquidado bem antes da sua data de expiração.
3. O ativo subjacente sobre a qual será realizado a cobertura pode não ser exatamente o mesmo especificado no contrato futuro.

O risco nunca pode ser totalmente eliminado em investimentos. No entanto, pode-se adquirir um risco de assumir outra forma, ou seu impacto pode ser, pelo menos, um pouco mitigado. Assim, quando um agente entra em um contrato futuro para se proteger contra possíveis oscilações de preço, eles estão, pelo menos parcialmente, alterando o “risco de preço” inerente para outra forma de risco, conhecida como “risco de base”. O risco básico é considerado um risco sistemático ou de mercado. Risco sistemático é o risco decorrente da incerteza inerente aos mercados (em oposição ao risco sistemático, ou não sistemático, que é o risco associado a um investimento específico). O risco de uma crise econômica geral, ou depressão, é o risco sistemático.

Como dito acima, entre o momento em que uma posição de futuros é iniciada e o momento em que decide fechar a posição, há uma chance de que o spread entre o preço futuro e o preço à vista possa aumentar ou diminuir. Como mostra a representação visual abaixo na figura 5, a tendência normal é que o diferencial base se estreite, com o preço futuro aproximando-se mais do preço do mercado à vista, à medida que o contrato futuro se aproxima do vencimento. Isso logicamente acontece quando o contrato futuro se torna cada vez menos "futuro" na natureza.

No entanto, esse estreitamento comum do diferencial básico não é garantido.



**Figura 5** - Conceito de Risco de Base

Diferentes tipos incluem:

1. **Risco de base de preço:** O risco que ocorre quando os preços do ativo e seu contrato futuro não se movem em conjunto um com o outro.
2. **Risco de base de localização:** O risco que surge quando o ativo subjacente está em um local diferente daquele onde o contrato de futuros é negociado.
3. **Risco de base de calendário:** A data de venda da posição de mercado à vista pode ser diferente da data de vencimento de um contrato de mercado futuro.
4. **Risco de base da qualidade do produto:** quando as propriedades ou qualidades do ativo são diferentes do ativo, conforme representado pelo contrato de futuros.

Como conclusão, o risco básico é o risco inerente sempre que um profissional tenta proteger uma posição de mercado em um ativo adotando uma posição contrária ou oposta em um derivativo do ativo, como um contrato futuro. O risco básico é aceito na tentativa de reduzir o risco de preço. Se a base permanecer constante até que o negociador feche ambas as suas posições, então ele terá conseguido com sucesso sua posição no mercado. Se a base mudou significativamente no momento em que o trader fecha suas posições, então ele provavelmente experimentará lucros extras ou maiores perdas. Os produtores que procuram proteger sua

posição de mercado lucrarão com um spread de base mais estreito, enquanto os compradores lucrarão com base no aumento.

#### **4.6 Ajuste de Valor de Mercado (MVA)**

Primeiramente, para introduzir o tema de Ajuste de Valor de Mercado, vale comentar a importância e o conceito de Ajuste de Valor de Crédito (CVA) em operações de derivativos com clientes. Nesse caso, CVA é um ajuste ao valor justo (ou preço) de instrumentos de derivativos para contabilizar risco de crédito de contraparte. Este preço depende dos spreads de crédito das contrapartes, bem como os fatores de risco de mercado que regem os valores dos derivados (Basel Committee on Banking Supervision, 2013). O objetivo do encargo de capital da CVA de Basiléia III é capitalizar o risco de mudanças no CVA. Durante a última crise financeira, os bancos sofreram perdas significativas de risco de crédito de contraparte em suas carteiras de derivativos de balcão. A maioria dessas perdas não veio de inadimplência da contraparte, mas de ajustes de valor justo em derivativos. O valor dos ativos derivativos em circulação foi baixado quando ficou claro que as contrapartes tinham menos probabilidade do que o esperado de cumprir suas obrigações.

As ponderações de risco de supervisão baseadas em ratings são usadas para calcular o encargo de capital de risco do CVA. Com isso, cada banco indica as entradas para a fórmula, onde incluem as exposições de default usados na estrutura do risco de crédito de contraparte, os ratings das contrapartes e os valores de coberturas CVA elegíveis.

Além desse conceito, em cada transação de derivativos em mercado ilíquidos, os bancos globais começaram a introduzir o recente conceito de Ajuste de Valor de Mercado. Nada mais é do que um ajuste ao valor justo (ou preço) de instrumentos de derivativos para contabilizar a gestão de risco de mercado de taxa de juros, sendo mais sensível no longo prazo. MVA é sempre um encargo financeiro a receita da operação. De acordo a quantidade de transações no livro, esse encargo pode diminuir o aumentar. Em geral, pode variar de mercado ilíquido para mercado líquido.

Por ser um tema recente na indústria bancária de mercados ilíquidos, há uma limitação em estudos acadêmicos.

#### 4.7 Fator de Sensibilidade (FS ou DV01)

Fatores de Mercado são variáveis de mercado que faz com que o preço de um instrumento de negociação se modifique. Já o Fator de Sensibilidade é a mudança na marcação a valor de mercado de uma posição devido a um aumento unitário em um fator de mercado independente. Ou seja, é a diferença entre o valor da posição nos preços atuais mais 0.01% de variação em um fator de mercado. Para trazer ao nosso exemplo de forma a gerar mais clareza, verifica-se este fator no risco da posição de taxa de câmbio e taxa de juros. Os operadores de mercado mensuram seu portfólio de risco com mudanças de 0.01% na variação do câmbio ou na curva de juros, ou seja, quanto vai afetar positivamente ou negativamente em valor presente o resultado de sua posição.

A tabela 1 apresenta-se os vértices para cálculo e mensuração do risco do Fator de Sensibilidade. Nota-se que possui o curto prazo até 12 meses dividido entre 1, 2, 3, 6, 9 e 12. A porção média de curva, com 2, 3, 4 e 5 anos. E, a parte mais longa com 6, 7, 8, 9 e 10 anos.

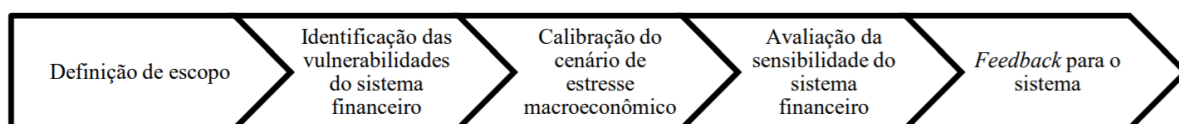
Vértices para Cálculo e Mensuração do Risco de FS	
Vértices	Prazos
M1	1 mês
M2	2 meses
M3	3 meses
M6	6 meses
M9	9 meses
M12	12 meses
Y2	2 anos
Y3	3 anos
Y4	4 anos
Y5	5 anos
Y6	6 anos
Y7	7 anos
Y8	8 anos
Y9	9 anos
Y10	10 anos

**Tabela 1** - Vértices da Carteira de Risco

## 4.8 Teste de Estresse

O Teste de Estresse é uma técnica de simulação frequentemente usada no setor bancário. Também é usado em carteiras de ativos e passivos para determinar suas reações a diferentes situações financeiras. Além disso, testes de estresse são usados para avaliar como determinados fatores de estresse afetarão uma empresa, uma indústria ou um portfólio específico. Os testes de estresse geralmente são modelos de simulação gerados por computador que testam cenários hipotéticos. No entanto, a metodologia de teste de estresse altamente personalizada também é utilizada com frequência.

A figura 6 abaixo apresenta uma visão geral dos passos para a construção de um teste de estresse.



**Figura 6** - Visão Geral de um Teste de Estresse

Após a crise financeira de 2008, os relatórios regulamentares para o setor financeiro e, especificamente, os bancos foram significativamente expandidos com um enfoque mais amplo nos testes de estresse e na adequação de capital, principalmente devido à Lei Dodd-Frank de 2010. A partir de 2011, novas regulamentações nos Estados Unidos exigiram a apresentação da documentação de Análise de Capital Abrangente (CCAR) para o setor bancário. A documentação exige que os bancos relatem seus procedimentos internos para administrar o capital, e os bancos devem incluir vários cenários testados em casos de estresse.

Atualmente, dado o acordo de Basileia III que está em vigor para os bancos globais, este é um teste global de estresse de relatórios que requer documentação de relatórios sobre os níveis de capital dos bancos, com requisitos específicos para o teste de estresse de vários cenários de crise.

Para essa dissertação, vamos simular um teste de estresse de forma a medir o potencial impacto de mudanças severas na curva de juros e na taxa de câmbio, baseado na posição de derivativos do livro de risco.

Usualmente este teste é anual e de responsabilidade da tesouraria em conjunto com a gerência, independente da área de Risco de Mercado estabelecer provas apropriadas com base em cada mercado local. A tabela 2, apresenta-se as suposições de limites de risco em cenários de estresse. O limite inferior considera-se até 7,5 milhões de dólares, alerta amarelo entre 7,5 e 12 milhões. E, limite superior (vermelho), maior que 12 milhões.

Suposições de Limites de Risco em Cenários de Estresse			
Estresse nos Resultados	Limite Inferior	Alerta Amarelo	Limite Superior
Impacto em Milhões de USD	Menor que 7,5	Entre 7,5 e 12	Maior que 12

**Tabela 2** - Suposições de Limite de Risco em Cenários de Estresse

Neste presente trabalho, consideraremos o teste de estresse em que afeta a exposição ao fator de taxa de câmbio e taxa de juros, assumindo correlação 1 como cenário mais conservador.

A somatória de todos os impactos será igual ao impacto nos resultados esperados do portfólio no período.

#### 4.9 Modelo VaR

VaR (Value at Risk) é uma técnica de estatística que combina análise de sensibilidade e probabilidade. Com isso, pode-se determinar a perda máxima que um portfólio pode sofrer em um determinado período de tempo com um determinado nível de confiança estipulado. Assim, define-se três parâmetros básicos.

1. **Significância:**  $\alpha$
2. **Período de tempo:** T
3. **Valor Máximo de Perda:** X

A significância define o nível de confiança, isto é,  $1 - \alpha$ . Quanto maior o nível de confiança mais conservador é o resultado, com um valor absoluto do VaR maior. É comum nas instituições financeiras a determinação do VaR para diferentes níveis de confiança, muitas vezes os reguladores exigem a estimação em determinado nível, agências de risco sugerem outros. Esses modelos também podem divergir em relação ao que as instituições consideram mais adequado para o seu gerenciamento interno.



Em outras palavras, estimar o VaR para um horizonte de T dias, significa estimar a perda máxima do portfólio de derivativos para esse horizonte. Todos os modelos de estimação do VaR se baseiam nesse princípio e, em algum momento, farão alguma suposição sobre o comportamento da carteira.

Atualmente os principais modelos se enquadram na seguinte classificação:

1. **Modelos Paramétricos:** baseados em distribuições de fatores de risco multivariada, a qual assume-se ter comportamento normal.
2. **Modelos de Simulação Histórica:** baseado em dados históricos de mercado, assume que a distribuição futura pode ser estimada pelo passado.
3. **Modelos de estimação por Monte Carlo:** na sua forma básica assume o mesmo comportamento dos modelos paramétricos, isto é, a distribuição tem comportamento normal.

Para essa finalidade, utilizaremos o Modelo Paramétrico para determinadas mudanças em fatores de risco de mercado de taxa de câmbio e taxa de juros. Esses fatores de mercado com 99% de intervalo de confiança, e perda mínima e máxima em um período de 1 dia para o portfólio de derivativos no livro da tesouraria, de acordo com a matriz de covariância dos fatores de risco.

Um ponto negativo é que sua utilização é restrita a portfólios lineares. Ou em outras palavras, os fatores de risco serão todos os fatores que implicam na variação do valor de uma posição.

Assim como nos cenários de estresse, apresenta-se abaixo na tabela 3 as suposições definidas para o Modelo VaR. O limite inferior considera-se até 0,25 milhões de dólares, alerta amarelo entre 0,25 e 0.75 milhões. E, limite superior (vermelho), maior que 0,75 milhões.

Suposições de Limites de Exposição ao Valor em Risco			
Valor em Risco	Limite Inferior	Alerta Amarelo	Limite Superior
VaR em Milhões de USD	Menor que 0,25	Entre 0,25 e 0,75	Maior que 0,75

**Tabela 3** - Suposições de Limite de Exposição ao Valor em Risco

## 5 MODELO DE GESTÃO DE RISCO – METODOLOGIA

Nos dois capítulos anteriores foram descritos os riscos envolvidos em uma tesouraria de banco, além dos produtos envolvidos e como efetuar a gestão desses riscos. No presente capítulo, serão apresentados os procedimentos práticos para obtenção de uma carteira de derivativos a partir de entradas de mercado e métodos numéricos, com conseguinte aplicação em um mercado ilíquido.

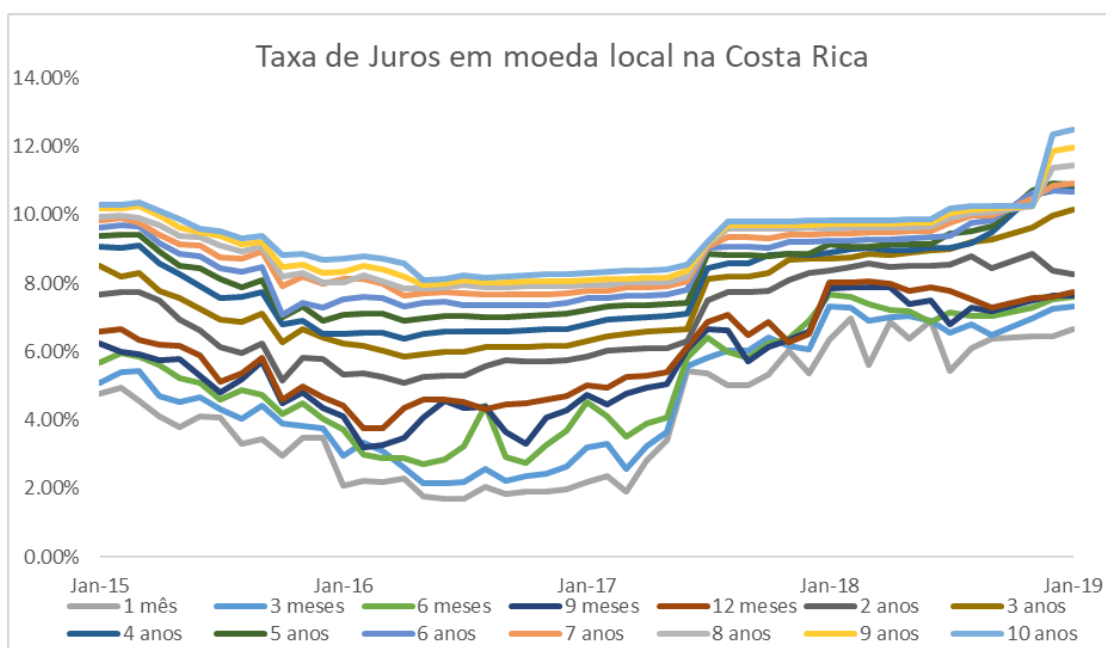
Nesse sentido, foram avaliadas 30 transações de derivativos efetuadas pelo time de vendas de tesourarias com os clientes do portfólio entre corporativos importadores e exportadores, empresas do setor público que possuem passivo e ativos em moeda estrangeira, e investidores que buscam alguma posição específica nesse mercado.

O estudo analisou as curvas de câmbio, de taxa de juros local e taxa de juros em dólar para as maturidades  $(t) = 0.08, 0.17, 0.25, 0.5, 0.75, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$  (em anos). Utilizou-se uma base de dados histórica de elaboração própria com dados dos últimos 10 anos para o câmbio e 5 anos para taxa de juros de um mercado ilíquido como a Costa Rica.

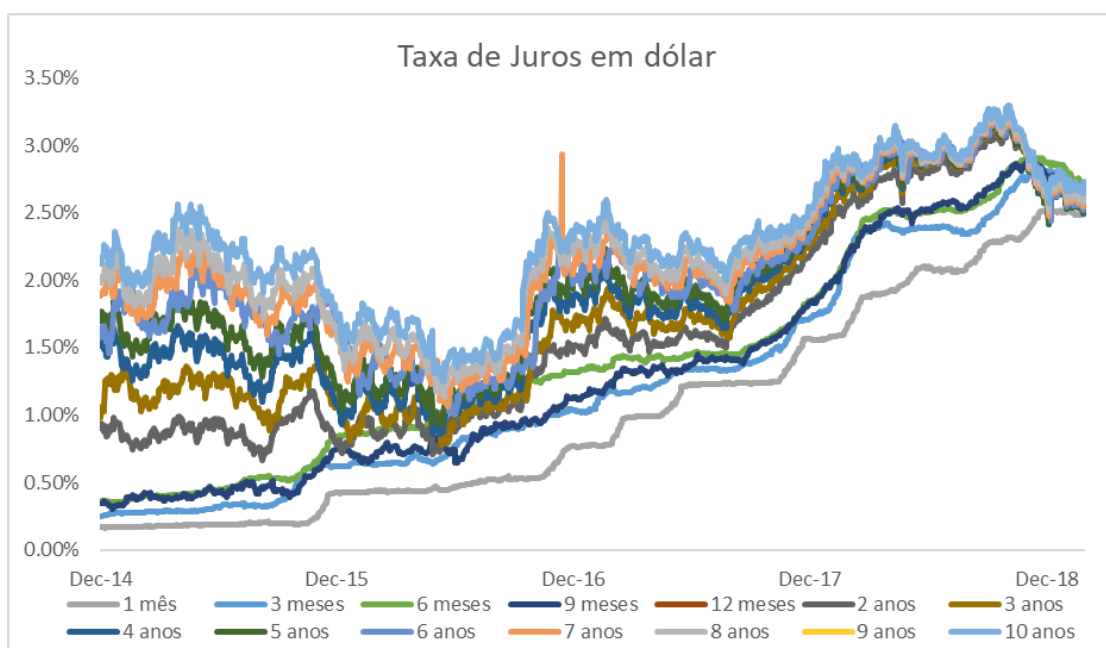
A dinâmica do mercado selecionado da Costa Rica caracteriza-se de acordo as três figuras 7, 8 e 9 abaixo.



**Figura 7** - Taxa de Câmbio nos últimos 10 anos na Costa Rica



**Figura 8 - Taxa de Juros em moeda local na Costa Rica**



**Figura 9 - Taxa de Juros em dólar**

Os critérios desta seleção serão descritos a seguir:

- 1. Produto (Estrutura):** Foram selecionados produtos de derivativos mais vendidos por tesourarias de bancos globais, como Contrato a Termo de Moeda e Swap de Taxa de Câmbio, casos que possuem fluxos de pagamento de juros e principal, só

juros e só principal. Esses casos atendem a liquidez aos mercados considerados pequenos.

2. **Posição:** Em busca de criar esse produto, há casos de compra ou de venda. Nos baseamos sempre na posição do banco. No caso de importadores, o banco está vendendo dólar, e no caso de exportadores, o banco está comprando dólares.
3. **Prazo:** Dado o horizonte de tempo de emissões do governo de um país ilíquidos, vamos trabalhar para a nossa análise produtos com maturidade menor do que 10 anos.
4. **Risco da Posição em Tipo de Câmbio:** Cada transação possui um risco de posição de taxa de câmbio que o banco acaba incorrendo.
5. **Risco da Posição em Taxa de Juros:** Cada transação de derivativo possui um risco de taxa de juros que o banco acaba incorrendo.

Todas as suposições são efetuadas partindo do pressuposto que a moeda local exista no mercado onshore e offshore, e que seja conversível, baseado em um mercado ilíquido, onde não há um mercado profissional de derivativos para gestão desses riscos. Apresenta-se abaixo na tabela 4, as características da lista de transações do portfólio.

Características da Lista de Transações de Derivativos na Posição da Tesouraria		
Produto	Posição Banco	Prazo
Contrato a Termo de Moeda	Comprado	3 anos
Contrato a Termo de Moeda	Vendido	2 anos
Contrato a Termo de Moeda	Vendido	2 anos
Contrato a Termo de Moeda	Comprado	1 ano
Contrato a Termo de Moeda	Comprado	6 meses
Contrato a Termo de Moeda	Vendido	6 meses
Contrato a Termo de Moeda	Vendido	3 meses
Contrato a Termo de Moeda	Comprado	2 anos
Contrato a Termo de Moeda	Vendido	9 meses
Contrato a Termo de Moeda	Comprado	9 meses
Contrato a Termo de Moeda	Comprado	6 meses
Contrato a Termo de Moeda	Comprado	2 anos
Swap de Moeda (P + J)	Vendido	5 anos

<b>Características da Lista de Transações de Derivativos na Posição da Tesouraria</b>		
<b>Produto</b>	<b>Posição Banco</b>	<b>Prazo</b>
Swap de Moeda (P + J)	Comprado	2 anos
Swap de Moeda (P + J)	Comprado	10 anos
Swap de Moeda (P + J)	Vendido	4 anos
Swap de Moeda (P + J)	Comprado	6 anos
Swap de Moeda (P + J)	Comprado	3 anos
Swap de Moeda de Principal	Vendido	3 anos
Swap de Moeda de Principal	Comprado	5 anos
Swap de Moeda de Principal	Comprado	7 anos
Swap de Moeda de Principal	Vendido	1 ano
Swap de Moeda de Principal	Comprado	7 anos
Swap de Moeda de Principal	Vendido	8 anos
Swap de Moeda de Juros	Vendido	10 anos
Swap de Moeda de Juros	Comprado	5 anos
Swap de Moeda de Juros	Vendido	2 anos
Swap de Moeda de Juros	Comprado	8 anos
Swap de Moeda de Juros	Vendido	4 anos
Swap de Moeda de Juros	Vendido	3 anos

**Tabela 4** - Características da Lista de Transações de Derivativos na Posição da Tesouraria

Inicialmente, calcula-se o risco de cada transação do portfólio. No caso dos NDFs, temos três riscos diferentes a se considerar: variação na taxa de câmbio, variação na taxa de juros em dólar e variação sobre taxa de juros da moeda local. Com o cálculo abaixo, obtêm-se o Valor Presente em dólares do produto, para posterior cálculo de Teste de Estresse.

$$V_{ndf}(t) = \frac{N_{ndf,usd} \cdot [USD(T) - USD_{ndf,pac}]}{[1 + y_{cPRE}(t \rightarrow T)]}$$

Onde:

$Vndf(t)$  – Valor Presente do NDF

$t$  – Data base qualquer

$T$  – Data de vencimento

$Nndf, usd$  – Valor futuro do NDF em dólares

$USDndf, pac$  – Taxa pactuada no Swap

Para os casos de Swap, segue-se o mesmo raciocínio ao trazer a curva em dólares e moeda local a valor presente. Na primeira parte, relaciona-se ao valor presente em taxa prefixada da moeda local. Já na segunda parte, obtêm-se a curva em dólares.

$$VSWPre(t) = NSWPre, lccy \cdot \frac{\{(1 + TXSWP, pre)(T - t_0)\}}{[1 + ycPRE(t \rightarrow T)]}$$

$$VSWDol(t) = \frac{NSWPre, lccy \cdot \left\{ \frac{USD(T)}{USDSDol, pac} \cdot (1 + TXSWD, dol \cdot (T - t_0)) \right\}}{[1 + ycPRE(t \rightarrow T)]}$$

Onde:

$VSWPre(t)$  – Valor Presente do Swap prefixada

$VSWDol(t)$  – Valor Presente do Swap em USD

$NSWPre, lccy$  – Nocional do Swap

$NSWPre, lccy$  – Nocional do Swap

$TXSWP, pre$  – Taxa prefixada pactuada no Swap

$TXSWD, dol$  – Taxa em dólar pactuada no Swap

$t$  – Data Base Qualquer

$t_0$  – Instante Inicial

$T$  – Data de Vencimento

Depois de efetuado os cálculos acima para chegar na posição de câmbio ou à marcação a mercado (MtM). Busca-se encontrar os riscos de taxa de juros. Como visto no capítulo anterior, seria o Fator de Sensibilidade (FS ou DV01) de cada transação. Ou seja, qual seria o

impacto no valor presente de cada transação dado uma variação de 0.01% nas taxas de juros em dólar e moeda local.

$$V_{ndf}(t) = \frac{N_{ndf,usd} \cdot [USD(T) - USD_{ndf,pac}]}{[1 + y_{cPRE} + 0.01\%(t \rightarrow T)]}$$

$$V_{SWPre}(t) = N_{SWPre,lccy} \cdot \frac{\{(1 + TX_{SWP,pre})(T - t_0)\}}{[1 + y_{cPRE} + 0.01\%(t \rightarrow T)]}$$

$$V_{SWDol}(t) = \frac{N_{SWPre,lccy} \cdot \left\{ \frac{USD(T)}{USD_{SWDol,pac}} \cdot (1 + TX_{SWD,dol} \cdot (T - t_0)) \right\}}{[1 + y_{cPRE} + 0.01\%(t \rightarrow T)]}$$

Posteriormente, calcula-se o Ajuste de Valor de Mercado (MVA), nesse caso utiliza-se a hipótese de 75 pontos base ou 0,75% para a diferença entre posição positiva e negativa de cada vértice da curva de juros local de 10 anos,

$$MVA(t) = FS(t_0) \cdot 0.75\%$$

Após descobrir e mensurar corretamente os riscos das transações de derivativos no livro da tesouraria, e o saldo de MVA reservado da receita das transações, simula-se através de um Teste de Estresse e um método de VaR, para assim a tesouraria poder descobrir diariamente a Perda Máxima do portfólio dado um nível de confiança preestabelecido.

Para o Teste de Estresse, considera-se o tanto que pode afetar a exposição ao fator de taxa de câmbio e taxa de juros, assumindo correlação 1 como cenário mais conservador. Como visto, a somatória de todos os impactos será igual ao impacto nos resultados esperados do portfólio no período. Para posterior análise, dependendo dos critérios selecionados de sinal verde, amarelo ou vermelho. Para chegar no  $TE$  basicamente, multiplica-se o risco  $FS$  da taxa de juros local pela porcentagem definida de variação do ativo  $Vol_k$  no período  $k$ .

$$TE_k = FS \cdot Vol_k$$

Com base de comparação, verifica-se o nível de volatilidade no período comparado a reserva de valor de mercado - MVA.

Por fim, já no caso do VaR, utilizamos o Modelo Paramétrico com uma distribuição normal onde estipulou-se um parâmetro de nível de confiança de 99%. Com isso, considera-se a perda mínima e máxima em um período de 1 dia para o portfólio de derivativos no livro da tesouraria.

O VaR é geralmente definido como uma função que representa um percentil  $1 - \alpha$ , dado que a volatilidade do portfólio  $Vol_k$  possui uma função de distribuição  $Z_{1-\alpha}$ , com nível de confiança  $\alpha$ , pode ser definir como:

$$VaR_{k,\alpha} = Z_{1-\alpha} \cdot Vol_k$$

Para chegar nessa possível perda, precisa-se encontrar a volatilidade anualizada dos ativos, nesse caso do câmbio e das taxas de juros.

$$Vol_k = \sqrt{((sd_k \otimes FS)^T) \cdot C_k \cdot (sd_k \otimes FS)}$$

Onde:

$sd_k$  – Vetor de Desvio Padrão em um período k

$C_k$  – Matriz de Correlação em um período k

$FS$  – Fator de Sensibilidade do Vetor

$\otimes$  – Elemento por Elemento do Produto

O vetor de contribuições de componentes é dado por:

$$C_{Vol\ k} = \frac{\{C_k \cdot (sd_k \otimes FS)\} \otimes (sd_k \otimes FS)}{Vol_k}$$

Para finalizar, verifica-se se o Ajuste de Valor de Mercado (MVA) é suficiente para cobrir a possível perda diária no resultado do VaR.

Outra análise interessante para deixar o modelo mais amplo, seria aplicá-lo a níveis de volatilidade mais extremos, ou seja um modelo VaR estressado.



## 6 RESULTADOS OBTIDOS

Com base na metodologia descrita anteriormente, vamos analisar os resultados obtidos em conjunto. E assim, revisar as dificuldades a serem enfrentadas pela Tesouraria deste mercado em administrar os risco dado as políticas aprovadas de tomada de risco, e contemplar esta parcela de exposição em suas computações de provisões e capital econômico conforme determinado pelos Ajustes de Valor de Mercado (MVA).

### 6.1 Posição e Risco da Carteira de Derivativos

Dentro da tesouraria como visto anteriormente, possui uma equipe de gestão de risco que está em conexão com o mercado profissional dando liquidez para que a área de vendas de derivativos possam buscar clientes, seja corporativos, setor público ou instituições financeiras, como, bancos, fundos e seguradoras. Vamos supor que essa equipe de vendas durante um certo período encontrou e realizou esses derivativos abaixo durante um período de tempo, dados às condições de mercado específicas. Vale ressaltar que antes do fechamento, os vendedores devem revisar e garantir que tenha linha de crédito aprovada, dada as políticas de cada instituição financeira. Usualmente, as transações devem gerar uma receita positiva a instituição, excluindo o ajuste do valor de crédito de cada transação.

Apresenta-se na tabela 5, os riscos de posição de câmbio, e os riscos de FS para a taxa de juros local e em dólar por transação.

<b>Posição e Risco da Carteira de Derivativos Criada</b>					
<b>Produto</b>	<b>Posição Banco</b>	<b>Prazo</b>	<b>Posição de Câmbio (USD)</b>	<b>Risco de FS da Curva Local</b>	<b>Risco de FS da Curva de Dólares</b>
Contrato a Termo de Moeda	Comprado	3 anos	+ 50 milhões	11,0 mil	- 13.9 mil
Contrato a Termo de Moeda	Vendido	2 anos	- 5 milhões	- 0,8 mil	0.95 mil
Contrato a Termo de Moeda	Vendido	2 anos	- 2 milhões	- 0,2 mil	0.3 mil
Contrato a Termo de Moeda	Comprado	1 ano	+ 25 milhões	2,1 mil	- 2.4 mil
Contrato a Termo de Moeda	Comprado	6 meses	+ 7 milhões	0,3 mil	- 0.4 mil

<b>Posição e Risco da Carteira de Derivativos Criada</b>					
<b>Produto</b>	<b>Posição Banco</b>	<b>Prazo</b>	<b>Posição de Câmbio (USD)</b>	<b>Risco de FS da Curva Local</b>	<b>Risco de FS da Curva de Dólares</b>
Contrato a Termo de Moeda	Vendido	6 meses	- 17 milhões	- 0,6 mil	0.7 mil
Contrato a Termo de Moeda	Vendido	3 meses	- 23 milhões	- 0,5 mil	0.55 mil
Contrato a Termo de Moeda	Comprado	2 anos	+ 10 milhões	1,7 mil	1.9 mil
Contrato a Termo de Moeda	Vendido	9 meses	-3 milhões	- 0,5 mil	0.27 mil
Contrato a Termo de Moeda	Comprado	9 meses	+ 2 milhões	0,2 mil	-0.15 mil
Contrato a Termo de Moeda	Comprado	6 meses	+ 5 milhões	0,2 mil	- 0.25 mil
Contrato a Termo de Moeda	Comprado	2 anos	+ 9 milhões	1,2 mil	- 1.3 mil
Swap de Moeda (P + J)	Vendido	5 anos	- 27 milhões	- 11,5 mil	12.8 mil
Swap de Moeda (P + J)	Comprado	2 anos	+ 15 milhões	2,9 mil	- 2.3 mil
Swap de Moeda (P + J)	Comprado	10 anos	+ 30 milhões	20,6 mil	- 25.4 mil
Swap de Moeda (P + J)	Vendido	4 anos	- 21 milhões	- 7,3 mil	8.1 mil
Swap de Moeda (P + J)	Comprado	6 anos	+ 15 milhões	8,6 mil	- 8.2 mil
Swap de Moeda (P + J)	Comprado	3 anos	+ 18 milhões	5,6 mil	- 5.3 mil
Swap de Moeda de Principal	Vendido	3 anos	- 33 milhões	- 9,0 mil	9.2 mil
Swap de Moeda de Principal	Comprado	5 anos	+ 15 milhões	4,3 mil	- 6.5 mil
Swap de Moeda de Principal	Comprado	7 anos	+ 40 milhões	13,0 mil	- 22.9 mil
Swap de Moeda de Principal	Vendido	1 ano	- 7 milhões	- 0,6 mil	0.07 mil
Swap de Moeda de Principal	Comprado	7 anos	+20 milhões	6,5 mil	- 11.45 mil
Swap de Moeda de Principal	Vendido	8 anos	-30 milhões	- 9,9 mil	19.34 mil
Swap de Moeda de Juros	Vendido	10 anos	-10 milhões	- 1,7 mil	0
Swap de Moeda de Juros	Comprado	5 anos	+4 milhões	0,4 mil	- 0.01 mil
Swap de Moeda de Juros	Vendido	2 anos	-10 milhões	- 0,1 mil	0,02 mil
Swap de Moeda de Juros	Comprado	8 anos	+12 milhões	2,3 mil	-0.02 mil
Swap de Moeda de Juros	Vendido	4 anos	-40 milhões	- 1,7 mil	0,08 mil
Swap de Moeda de Juros	Vendido	3 anos	-80 milhões	- 2,0 mil	0,14 mil

**Tabela 5** - Posição e Risco da Carteira de Derivativos Criada

Assim como nos Contratos a Termo, nos casos dos contratos de swap de taxas de câmbio, não envolvem a troca do principal no início da operação, dado às restrições regulamentárias que sofrem mercados pequenos, e dificuldades na obtenção de dólares (liquidez). Vamos considerar apenas o diferencial calculado com base nas variáveis contratadas, na data de vencimento.

Além disso, a variável envolvida nos contratos de swaps são dólar e taxa de juros pré-fixada com fluxos semestrais sem amortizações, para facilitar o entendimento.

Como pode ser visto na tabela 6, consolida-se a posição de câmbio resultando em \$31.000.000,00, o fator de sensibilidade da curva de moeda local em \$34.500,00 e da curva de dólares em \$46.300,00.

<b>Posição Consolidada</b>	
<b>Câmbio em USD</b>	-31,0 milhões
<b>FS de Moeda Local em USD</b>	34,5 mil
<b>FS da Curva de Dólar em USD</b>	- 46,3 mil

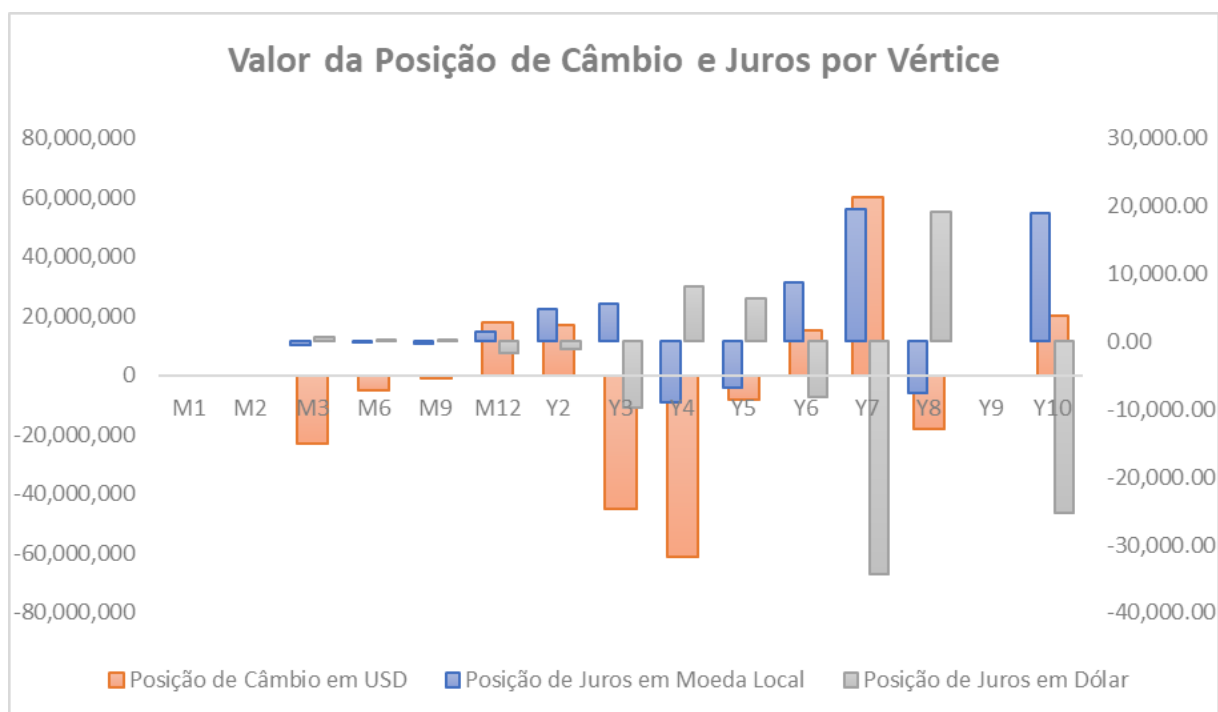
**Tabela 6** - Posição Consolidada

No intuito de analisar a posição da tesouraria mais no detalhe, vale analisarmos por vértices de risco desde o curto prazo de 1 mês até o longo prazo de 10 anos, como exemplifica-se na tabela 7, e no gráfico da figura 10.

<b>Vértices para Cálculo e Mensuração de Risco</b>				
<b>Vértice</b>	<b>Prazo</b>	<b>Posição de Câmbio em USD</b>	<b>Risco de FS da Curva Local</b>	<b>Risco de FS da Curva de Dólares</b>
M1	1 mês	0	0	0
M2	2 meses	0	0	0
M3	3 meses	- 23 milhões	- 0,5 mil	0,56 mil
M6	6 meses	- 5 milhões	- 0,1 mil	0,06 mil
M9	9 meses	- 1 milhões	- 0,3 mil	0,12 mil
M12	12 meses	18 milhões	1,5 mil	- 1,75 mil
Y2	2 anos	17 milhões	4,7 mil	- 1,1 mil
Y3	3 anos	- 45 milhões	5,6 mil	- 9,8 mil

Y4	4 anos	- 61 milhões	- 9,0 mil	8,1 mil
Y5	5 anos	- 8 milhões	- 6,8 mil	6,3 mil
Y6	6 anos	15 milhões	8,6 mil	- 8,1 mil
Y7	7 anos	60 milhões	19,5 mil	- 34,5 mil
Y8	8 anos	- 18 milhões	- 7,6 mil	19,1 mil
Y9	9 anos	0	0	0
Y10	10 anos	20 milhões	18,9 mil	- 25,3 mil

**Tabela 7** - Vértices para Cálculo e Mensuração de Risco



**Figura 10** - Valor da Posição de Câmbio e Juros por Vértice

Depois de efetuado o cálculo da posição de fator de sensibilidade (FS ou DV01), consideraremos esses valores para mensurar o MVA – Valor de Ajuste de Mercado para o risco da curva de mercado local. Como visto no capítulo anterior, utilizaremos a hipótese de 75 pontos base ou 0,75% na posição de juros até 10 anos.

Em resumo, esses valores abaixo na tabela 8 serão reservados para eventuais cenários negativos de estresse nas curvas de mercado por vértice. No total como pode ser visto, chegamos em \$2.182.500,00.

<b>Cálculo de MVA</b>		
<b>Vértice</b>	<b>Prazo</b>	<b>Valor em USD</b>
M1	1 mês	0
M2	2 meses	0
M3	3 meses	172,5 mil
M6	6 meses	37,5 mil
M9	9 meses	7,5 mil
M12	12 meses	135 mil
Y2	2 anos	127,5 mil
Y3	3 anos	337,5 mil
Y4	4 anos	457,5 mil
Y5	5 anos	60 mil
Y6	6 anos	112,5 mil
Y7	7 anos	450 mil
Y8	8 anos	135 mil
Y9	9 anos	0
Y10	10 anos	150 mil

**Tabela 8** - Cálculo de MVA

## 6.2 Resultados da Simulação do Teste de Estresse

<b>Teste de Estresse de Câmbio</b>	
<b>Movimento de Estresse</b>	<b>Impacto do Estresse</b>
<b>Variação de 1%</b>	310 mil
<b>Variação de 5%</b>	1,55 milhões
<b>Variação de 7,5%</b>	2,325 milhões
<b>Variação de 10%</b>	3,1 milhões
<b>Variação de 25%</b>	7,75 milhões
<b>Variação de 50%</b>	15,5 milhões
<b>Variação de 100%</b>	31 milhões
<b>Variação de 200%</b>	62 milhões

**Tabela 9** - Teste de Estresse de Câmbio

Ao analisarmos os números acima da tabela 9, pode-se observar que movimentos bruscos na taxa de câmbio de mercado, resultam-se em perdas ou ganhos expressivos ao valor de mercado da posição da respectiva tesouraria.

De acordo com as suposições de limite de risco em cenários de estresse, conclui-se que uma variação no câmbio inferior a 24,2% (perda de 7,5 milhões de dólares) contrário a posição, considera-se sinal verde. Entre 24,2% e 38,8% (perda até de 12,0 milhões de dólares) considera-se sinal amarelo. E de 38,8% em diante, sinal vermelho exemplificado abaixo na tabela 10.

<b>Teste de Estresse de Câmbio x Suposições Estipuladas</b>	
<b>Movimento de Estresse</b>	<b>Impacto do Estresse</b>
<b>Variação negativa de 24,2%</b>	-7,5 milhões
<b>Variação negativa entre 24,2% e 38,8%</b>	- 7,5 e 12 milhões
<b>Variação negativa superior a 38,8%</b>	12 milhões

**Tabela 10** - Teste de Estresse de Câmbio x Suposições Estipuladas

Caso o mercado esteja à caminho do limite superior, os operadores de mercado da tesouraria junto a área de risco de mercado precisam tomar uma estratégia de como diminuir esse risco de perda, seja encontrando clientes dispostos a aproveitar desse preço para entrar em novas posições ou diminuir esse risco via compra ou venda de moeda no mercado de câmbio.

Neste exemplo, o fator juros local é muito mais sensível comparado ao fator taxa de câmbio dado o valor alto do fator de sensibilidade, como pode ser visto na tabela 11 abaixo.

<b>Teste de Estresse de Juros no Mercado Local</b>	
<b>Movimento de Estresse</b>	<b>Impacto do Estresse</b>
<b>Variação de 0,1%</b>	345 mil
<b>Variação de 0,15%</b>	517,5 mil
<b>Variação de 0,25%</b>	862,5 mil
<b>Variação de 0,50%</b>	505 mil
<b>Variação de 0,75%</b>	1,725 milhões
<b>Variação de 1%</b>	2,587 milhões
<b>Variação de 1,5%</b>	5,175 milhões
<b>Variação de 2%</b>	6,9 milhões
<b>Variação de 5%</b>	17,25 milhões

<b>Variação de 10%</b>	34,5 milhões
<b>Variação de 50%</b>	172,5 milhões

**Tabela 11** - Teste de Estresse de Juros no Mercado Local

Ao compararmos os números da tabela acima com as suposições definidas ao teste, chegamos no resultado da tabela 12, onde observa-se movimentos bruscos da curva inferior a 2,18% resulta em sinal verde. Ou entre 2,18% e 3,48% como sinal amarelo. E superior a 3,48% como sinal vermelho.

<b>Teste de Estresse de Juros x Suposições Estipuladas</b>	
<b>Movimento de Estresse</b>	<b>Impacto do Estresse</b>
<b>Variação negativa de 2,18%</b>	-7,5 milhões
<b>Variação negativa entre 2,18% e 3,48%</b>	- 7,5 e 12 milhões
<b>Variação negativa superior a 3,48%</b>	12 milhões

**Tabela 12** - Teste de Estresse de Juros x Suposições Estipuladas

Por fim, vamos comparar esses cenários de possíveis perdas estipuladas com o Ajuste de Mercado (MVA) reservado para essas perdas na tabela 13 abaixo.

<b>Teste de Estresse x MVA Reservado</b>	
<b>MVA em USD</b>	2,1825 milhões
<b>Variação no Câmbio</b>	7,04%
<b>Variação no Juros Local</b>	0,64%

**Tabela 13** - Teste de Estresse x MVA Reservado

Ao considerar o valor reservado de MVA de \$ 2.182.500,00 pode-se cobrir eventuais perdas em até 7,04% de variação na taxa de câmbio negativa a posição, ou 0,64% na variação da curva de juros.

Vale ressaltar a importância na condução e responsabilidade da posição. Esses limites são revisados diariamente pela área de risco de mercado. A decisão de usá-lo ou não fica a critério das áreas envolvidas.

### 6.3 Resultados do Modelo VaR

Como visto no capítulo anterior, utilizamos o Modelo Paramétrico considerando um mercado ilíquido como exemplo. Nesse sentido, criaremos uma volatilidade da taxa de câmbio e de juros de forma a mensurar o modelo. Adicionalmente, estipulamos um parâmetro de nível de confiança de 99% para o modelo. Este intervalo de confiança foi escolhido pelo mesmo motivo do prazo máximo das séries (10 anos), onde os reguladores usualmente se baseiam.

Para fins desse trabalho, consideraremos a perda mínima e máxima em um período de 1 dia para o portfólio de derivativos no livro da tesouraria, de acordo com a matriz de covariância dos fatores de risco. Como foi citado acima, foi estipulado a volatilidade histórica da taxa de câmbio e da taxa de juros de um mercado ilíquido, como pode ser visto abaixo nas tabelas 14 e 15.

Volatilidade Anual da Taxa de Câmbio	
<b>Volatilidade Anualizada</b>	6,4146%

**Tabela 14** - Volatilidade Anual da Taxa de Câmbio

Volatilidade Anual da Taxa de Juros por Vértice		
Vértice	Volatilidade Anualizada em Dólares	Volatilidade Anualizada em Moeda Local
M1	11,78%	1,90%
M2	14,66%	1,71%
M3	11,99%	1,67%
M6	19,34%	1,46%
M9	24,22%	1,62%
M12	29,27%	1,37%
Y2	45,64%	1,11%
Y3	55,75%	0,89%
Y4	62,16%	0,99%
Y5	65,93%	1,01%
Y6	67,51%	0,97%
Y7	69,41%	0,84%
Y8	69,84%	0,83%
Y9	70,33%	0,91%
Y10	70,76%	0,94%

**Tabela 15** - Volatilidade Anual da Taxa de Juros por Vértice



Como base de estudo, utilizaremos dois cenários de correlação entre as variáveis que compõe o VaR. Primeiro, um cenário positivo ao extremo com correlação igual a 1, e outro com correlação mínima de -1. Nesse sentido, a ideia seria verificar a perda mínima e máxima dessa carteira de derivativos em relação a volatilidade anualizada da taxa de juros em moeda local e em dólar. Ambos, considerando o risco da posição de Câmbio, detalhado abaixo nas tabelas 16 e 17.

<b>Resultado para a Perda Mínima do Portfólio</b>	
<b>Taxa de Juros em USD</b>	<b>156.560,45</b>
<b>Taxa de Juros em Moeda Local</b>	<b>16.771,30</b>

**Tabela 16** - Resultado para a Perda Mínima do Portfólio

Como entendimento da tabela acima, a perda máxima no melhor cenário seria de \$156.560,45 em um dia com 99% de intervalo de confiança, dado essa volatilidade de mercado de juros em dólar, e \$16.771.30 em relação a variação na taxa de juros em moeda local.

Já para o cenário de perda máxima no caso de correlação negativa máxima, chegamos ao resultado abaixo.

<b>Resultado para a Perda Máxima do Portfólio</b>	
<b>Taxa de Juros em USD</b>	<b>735.719,12</b>
<b>Taxa de Juros em Moeda Local</b>	<b>688.340,26</b>

**Tabela 17** - Resultado para a Perda Máxima do Portfólio

Nesse sentido a perda máxima diária seria \$735.719,12 para a curva de dólar e \$688.340,26 para a moeda local. Com base nas suposições de limites de exposição do VaR, percebemos que a perda máxima do portfólio ficaria em alerta amarelo próximo ao limite superior.

Para uma análise mais ampla, utilizaremos o mesmo exercício com dados mais extremos como períodos de crises econômicas, onde a volatilidade dos ativos foram mais agudas que outros períodos utilizados anteriormente. Para isso no nosso modelo de VaR estressado, consideraremos o dobro da volatilidade anual da moeda e 10% de incremento para as taxas de juros, como pode ver na tabela 18 e 19.

<b>Volatilidade Anual da Taxa de Câmbio Durante Período de Crise</b>	
<b>Volatilidade Anualizada</b>	12,8292%

**Tabela 18** - Volatilidade Anual da Taxa de Câmbio Durante Período de Crise

<b>Nova Volatilidade Anual da Taxa de Juros por Vértice</b>		
<b>Vértice</b>	<b>Volatilidade Anualizada em Dólares</b>	<b>Volatilidade Anualizada em Moeda Local</b>
M1	12,96%	2,09%
M2	16,13%	1,88%
M3	13,19%	1,84%
M6	21,27%	1,61%
M9	26,64%	1,78%
M12	32,20%	1,51%
Y2	50,20%	1,22%
Y3	61,33%	0,98%
Y4	68,38%	1,09%
Y5	72,52%	1,11%
Y6	74,26%	1,07%
Y7	76,35%	0,92%
Y8	76,82%	0,91%
Y9	77,36%	1,00%
Y10	77,84%	1,03%

**Tabela 19** - Nova Volatilidade Anual da Taxa de Juros por Vértice

Após utilizar os novos dados, chegamos nos resultados descrito abaixo na tabela 20. Pode-se concluir que ao alterar os cenários considerando possíveis crises econômicas, chegamos em incrementos de 42% a 45% negativamente. Com base nas suposições de limites de exposição do VaR, percebemos que a perda máxima do portfólio já passaria do limite superior, o que precisaria de ajustes na posição da tesouraria.

<b>Novos Resultados de Perda Mínima e Máxima do Portfólio – VaR Estressado</b>	
<b>Taxa de Juros em USD (Mínima)</b>	<b>65.888,36</b>
<b>Taxa de Juros em USD (Máxima)</b>	<b>1.067.494,32</b>
<b>Taxa de Juros em Moeda Local (Mínima)</b>	<b>276.651,72</b>
<b>Taxa de Juros em Moeda Local (Máxima)</b>	<b>977.952,95</b>

**Tabela 20** - Novos Resultados de Perda Mínima e Máxima do Portfólio – VaR Estressado

## 7 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve o objetivo de descrever o comportamento de uma tesouraria de banco, ao identificar as melhores práticas de gestão de risco onde não há liquidez e não possui um mercado profissional de derivativos, como grande países possuem. Utilizando-se de um modelo, demonstrou-se as medidas e os limites de posição de acordo com as regras de capital definidos pela Basileia III. Simularam-se também situações diferentes de mercado em períodos de duração de curto e longo prazo, para identificar os possíveis riscos na gestão dos ativos e os melhores momentos para entrar e sair das operações de coberturas. Dos resultados obtidos neste estudo podem-se extrair importantes conclusões.

O crescente e importante uso dos instrumentos derivativos contribuiu para o aumento da importância das Tesourarias no que tange a gestão de riscos, pois apesar de haver uma grande controvérsia em relação ao tema, - sobretudo depois da crise de 2008 - verifica-se que funcionam como poderosos e importantes instrumentos financeiros de gestão de risco, caso bem utilizados.

Certamente, as Tesourarias tornaram-se então, centros de grande importância estratégica no âmbito das instituições financeiras, pois elas são as responsáveis por garantir a melhor relação de risco versus retorno para essas instituições. O gerenciamento eficaz dos riscos aos quais as instituições financeiras estão expostas é fundamental para o alcance de resultados positivos e para o aumento do retorno para os acionistas, ou minimizar a perda em cenários de estresse.

Considerando que o principal objetivo de um agente de mercado que recorre aos produtos de cobertura é o de neutralizar os eventuais prejuízos decorrentes da alta volatilidade do mercado e que se possível agregar ganho a operação. Não se pode desconsiderar a importância de calcular e mensurar o comportamento da base na elaboração da estratégia dos derivativos sintéticos, sem comprometer a efetividade da cobertura.

Levando isto em conta, os diferentes agentes de mercado ilíquidos podem beneficiar-se do presente estudo, principalmente, no tema de gestão de posições ao planejar suas ações para coincidir com os momentos favoráveis de cada economia. Pelos resultados obtidos, conclui-se que existem diversas oportunidades para a estruturação de operações de derivativos sintéticos tanto de venda como de compra. Os agentes de mercado podem maximizar suas posições e seus resultados em buscas de ganhos ao assumir riscos.

Analisando-se o modelo e as simulações, verifica-se que a perda máxima do portfólio criado com essas características ficou em alerta amarelo dentro das suposições criadas, muito próximo do limite superior. Por outro lado, no VaR estressado ultrapassou o limite superior. Já os cenários de estresse estipulados, obteve-se como resultado uma variação 24,2% a 28,8% na taxa de câmbio, e 2,18% a 3,48% na curva de juros para entrar no alerta amarelo.

Além disso, também é importante destacar o Ajuste de Valor de Mercado (MVA) estipulado de \$2.182.500,00 para assegurar movimentos bruscos de mercado, em relação a variação no câmbio de até 7,04%, e de 0,64% na curva de juros.

A continuidade natural deste trabalho está na confrontação do modelo aqui proposto com outros modelos de tesouraria em mercados ilíquidos. Assim como, métodos diferenciados de gestão de risco. O maior obstáculo e limitação para estudos dessa natureza está na obtenção de dados e informações práticas de outros modelos. Além da limitação de estudos acadêmicos com o conceito de Ajuste de Valor de Mercado (MVA) em derivativos.

Como conclusão final, recomenda-se um monitoramento efetivo e criterioso das possíveis operações de cobertura realizadas, verificando-se os resultados e riscos frequentemente durante sua duração. Dessa forma, os resultados do presente estudo podem servir como referência para a tomada de decisões de tesourarias de mercados ilíquidos. Outra importante recomendação direciona-se aos reguladores de cada país, em busca de profissionalizar os mercados de derivativos locais através de ferramentas eletrônicas transparentes. Para que assim gere profundidade de liquidez com instrumentos palpáveis aos agentes de mercado, de forma a evitar grandes perdas por movimentos bruscos de mercado as tesourarias de bancos formadoras de mercado.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, F., HRYCKIEWICZ, A., KOWALEWSKI, O., & TUMER-ALKAN, G. (2012, January) Transmission of bank liquidity shocks in loan and deposit markets: the role of interbank borrowing and market monitoring. Wharton Financial Institutions Center, 2013.

AVELLANEDA, M.; A. LEVY; A. PARAS (1995): "Pricing and Hedging Derivative Securities in Markets with Uncertain Volatilities," *Applied Mathematical Finance*, 2, 73–88.

BARRIEU, P., KAROUI, N. (2002). Optimal design of derivatives in illiquid markets. Institute of Physics Publishing. *Quantitative Finance* Volume 2, 2002, 181–188.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION - BCBS. A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems (revised version June 2011). Disponível em: <https://www.bis.org/publ/bcbs238.pdf>. Acesso em: 6 set. 2018.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION - BCBS. The Liquidity Coverage Ratio and liquidity risk monitoring tools. January 2013. Disponível em: <https://www.bis.org/publ/bcbs238.pdf>. Acesso em: 5 set. 2018.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION - BCBS. Review of the Credit Valuation Adjustment Risk Framework. September 2008. Disponível em: <https://www.bis.org/bcbs/publ/d325.pdf>. Acesso em: 3 set. 2018.

BOLLEN, N. (1997). "Derivatives and the price of risk." *Journal of Futures Markets* 17.7, 1997, 839-854.

BRUNNERMEIER, M., PEDERSON, L. (2009). Market Liquidity and Funding Liquidity. *The Review of Financial Studies*, Vol. 22, No. 6 (2009), 2201-2238.

CAOQUETTE, J. B., ALTMAN, E. I., NARAYANAM, P. (2000). *Gestão do Risco de Crédito: O Próximo Grande Desafio Financeiro*. Serie Serasa, Dinâmica do Conhecimento, 2000.

CARNELOS, M. R. (2007). *Derivativos de Crédito: Aplicação para o Mercado Brasileiro*. 2007. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

CASTRO, L. C., CANDIDO, O. (2018). Backtesting para o Expected Shortfall do Trading Book. *Rev. Bras. Finanças (Online)*, Rio de Janeiro, 16, No. 1, 2018, pp. 123-155..

CETORELLI, N., GOLDBERG, L. S. (2011). Global banks and international shock transmission: evidence from the crisis. *International Monetary Fund Economic Review*, 59(1), 2011, 41-76.

CETORELLI, N., GOLDBERG, L. S. (2012). Banking globalization and monetary transmission. *Journal of Finance*, 67(5), 2012, 1811-1843.

CHAVA, S., PURNANANDAM, A. (2011). The effect of banking crisis on bank-dependent borrowers. *Journal of Financial Economics*, 99(1), 2011, 116-135.

CHEW, L. (2000). *Gerenciando os Riscos de Derivativos: O Uso e o Abuso da Alavancagem*. Primeira edição. Editora, 2000.

CLAESSENS, S. VAN HOREN, N. (2009). Being a Foreigner Among Domestic Banks: Asset or Liability? Working Paper 09/273. International Monetary Fund.

CLAESSENS, S. VAN HOREN, N. (2012). Being a Foreigner Among Domestic Banks: Asset or Liability? *Journal of Banking and Finance*. 16(5), 2012, 1255-1576.

CULL, R., MARTINEZ P. M. S. (2010). Foreign bank participation in developing countries: what do we know about the drivers and consequences of this phenomenon? The World Bank, 2013.

DETRAGIACHE, E., TRESSEL, T., & GUPTA, P. (2008) Foreign banks in poor countries: theory and evidence. *The Journal of Finance*, 59(5), 2008, 2123-2160.

DIAS, M. A. P. (2009). *Reserva de Crédito: Administração do Risco de uma Carteira de Derivativos*. Instituto Educacional BM&FBOVESPA, 2009, São Paulo.

FERREIRA, J. (2017). *Risco de mercado segundo implementação do acordo de Basiléia no Brasil: uma comparação da abordagem padronizada com métricas de VaR e Stress-Testing*. Dissertação - Fundação Getulio Vargas, 2017, Rio de Janeiro.

FREY, R. (2000): Market Illiquidity as a Source of Model Risk in Dynamic Hedging, in *Model Risk*, ed. by R. Gibson, pp. 125–136. Risk Publications, 2000, London.

FREY, R., P. PATIE (2001): Risk management for derivatives with market illiquidities, Discussion paper, RiskLab, Department of Mathematics, ETH Zürich, in preparation.

FREY, R., A. STREMME (1997): Market Volatility and Feedback Effects from Dynamic Hedging, *Mathematical Finance*, 7 (4), 351–374.

GATEV, E., STRAHAN, P. E. (2006). Banks' advantage in hedging liquidity risk: theory and evidence from the commercial paper market. *The Journal of Finance*, 61(2), 867-892.

HENNART, F.H., SHENG, H.H., LEE, S.E. & BRUSCATO, A. (2017). Factoring and the Liability of Foreignness of MNEs in Emerging Markets. Presented at European International Business Academy Conference.

HOJI, M. (2001). *Práticas de Tesouraria: cálculos financeiros de Tesouraria, operações com derivativos e hedge*. São Paulo, Atlas, 2001.

HORST, U. NAUJOKAT, F (2011). On derivatives with illiquid underlying and market manipulation. *Quantitative Finance*, Vol. 11, No. 7, July 2011.

HUGHES, J.P. MESTER, L.J. (1998). Bank Capitalization and Cost: Evidence of Scale Economies in Risk Management and Signaling. *Review of Economic and Statistics*, 80(2), 314-325.

HULL, J. (2009). *Introdução aos Mercados Futuros de Opções*. Quarta Edição. Revista e Ampliada. BMEF, 2009.

HULL, J., WHITE, A. (2012). Collateral and Credit Issues in Derivatives Pricing. Working paper, University of Toronto, 2012.

HULL, J., WHITE, A. (2014). Valuing Derivatives: Funding Value Adjustments and Fair Value. *Financial Analysts Journal*. Volume 70. Number 3, 2014.

KRAFT, H., K' UHN, C. (2009). Large traders and illiquid options: Hedging vs. manipulation. Working Paper, 2009.

KRONBORG, D. THOMSEN, S. (2009). Foreign Ownership and Long Term Survival. *Strategic management Journal*. 30(2), 207-219.

MANCINI, L., RANALDO, A., and WRAMPELMEYER, J. (2013). Liquidity in the Foreign Exchange Market: Measurement, Commonality, and Risk Premiums. *The Journal of Finance*, Vol. 68, No. 5 (2013), pp. 1805-1841.

MARTINEZ P., M. S., MODY, A. (2004). How foreign participation and market concentration impact bank spreads: evidence from Latin America. *Journal of Money, Credit and Banking*, 36(1), 511-537.

MICCO, A., PANIZZA, U. YANEZ-PAGANS, M. (2007). Bank Ownership and Performance. Does Politics Matter? *Journal of Banking & Finance*. 31(1), 219-241.

NAGEL, S. (2012). *Evaporating Liquidity*. Published by Oxford University Press on behalf of The Society for Financial Studies, 2012.

NETO, A. A. (2005). Mercado Financeiro. Sexta Edição. Editora Atlas, 2005.

OLIVEIRA, R. F., SCHIOZER, R. F., LEÃO, S. (2014). Atuação de bancos estrangeiros no Brasil: mercados de crédito e derivativos de 2005 a 2011. *Revista de Administração Mackenzie*, 15(2), 162-198.

POPOV, A., UDELL, G. F. (2010). Cross-border banking and the international transmission of financial distress during the crisis of 2007-2008. European Central Bank. 2013.

ROGERS, L.C.G., SINGH, S. (2010). The cost of illiquidity and its effects on hedging. *Math. Finance*, 2010, 20(4), 597–615.

ROSS, D. (1996). *International Treasury Management* 3ed. London: Euromoney Publications, 1996.

SALVADOR, J.C.M (2013). Avaliação da Maturidade Implícita de Passivos sem Vencimento: uma Abordagem Empírica para Depósitos de Poupança. Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getulio Vargas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia e Finanças. São Paulo, 2013.

SAUNDERS, A. (2000). *Administração de Instituições Financeiras*. São Paulo: Atlas, 2000.

SCHIED, A., SCHONEBORN, T. (2007). Liquidation in the face of adversity: Stealth vs. sunshine trading, predatory trading vs. liquidity provision. Working Paper, 2007.

SCHIED, A., SCHONEBORN, T. (2008). Risk aversion and the dynamics of optimal liquidation strategies in illiquid markets. *Finance Stochast.*, 2008, 13(2), 181–204.

SCHONBUCHER, P., P. WILMOTT (2000): “The feedback-effect of hedging in illiquid markets,” *SIAM Journal of Applied Mathematics*, 61, 232–272.

STREMME, A. (1999). *Pricing and Hedging of Derivative Securities: Some Effects of Asymmetric Information and Market Power*. London School of Economics and Political Science, 1999.

VANHOOSE, D. (2007). Theories of bank behavior under capital regulation. *Journal of Banking & Finance* 31.12 (2007): 3680-3697.