

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE E**  
**GESTÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS – FACE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO – PPGA**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: FINANÇAS E MÉTODOS QUANTITATIVOS**

**TESE DE DOUTORADO**

**METÁFORAS ORGANIZACIONAIS E SISTEMAS DE**  
**ALERTA ANTECIPADO PARA SUPERVISÃO BANCÁRIA:**  
**DA MÁQUINA À COMPLEXIDADE**

**PAULO SÉRGIO ROSA**

**BRASÍLIA, 2018**

**PAULO SÉRGIO ROSA**

**METÁFORAS ORGANIZACIONAIS E SISTEMAS DE  
ALERTA ANTECIPADO PARA SUPERVISÃO BANCÁRIA:  
DA MÁQUINA À COMPLEXIDADE**

Documento apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Administração – Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de Brasília.

**Orientador: Prof. Dr. Ivan Ricardo Gartner**

**BRASÍLIA, 2018**

**PAULO SÉRGIO ROSA**

**METÁFORAS ORGANIZACIONAIS E SISTEMAS DE  
ALERTA ANTECIPADO PARA SUPERVISÃO BANCÁRIA:  
DA MÁQUINA À COMPLEXIDADE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Administração (PPGA) da  
Universidade de Brasília.

**Aprovada em 15 de Fevereiro de 2018**

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Ivan Ricardo Gartner  
Presidente – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Osvaldo Cândido da Silva Filho  
Membro Externo – Universidade Católica de Brasília

Prof. Dr. José Alves Dantas  
Membro Interno – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Otávio Ribeiro de Medeiros  
Membro Interno – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos André de Melo Alves  
Membro Suplente – Banco Central do Brasil

Aos meus pais,

Ivaldo Rosa (*in memoriam*) e Gemma Formentini,

dedico o esforço para realizar este trabalho, sempre em busca do ideal.

## AGRADECIMENTOS

Devo a oportunidade de me dedicar a esta pesquisa ao Banco Central do Brasil, que dentre seus ativos estratégicos conta com o Programa de Pós-Graduação como incentivo à capacitação de seu quadro de servidores, com vistas à consecução de sua missão institucional de proteção do poder de compra da moeda e de manutenção da estabilidade do Sistema Financeiro Nacional.

Agradeço ao Professor Ivan Ricardo Gartner, pela recepção em seu grupo de pesquisa e pelas sessões de orientação, com profissionalismo e dedicação, ao longo de minha formação neste curso no Programa de Pós-graduação em Administração da Universidade de Brasília. Agradeço-lhe, ainda, pelos valiosos préstimos e incentivos para a experiência de docência em disciplinas das turmas de graduação.

Ciente de que a lista a seguir está incompleta, pois foram muitos os colegas de trabalho que contribuíram para esta pesquisa, eu gostaria de agradecer, em especial, ao colega Edson Bastos e Santos pelo prestativo apoio na concepção e na investigação do problema de pesquisa apresentado no Capítulo 1 desta tese; aos colegas Valdemir Fortes de Sousa, Adriano Gave da Silva, Fábio Lacerda Carneiro e Paulo Sérgio Neves de Souza, pelo suporte imprescindível para a realização do estudo detalhado no Capítulo 2.

Agradeço, também, à Profa. Célia Ghedini Ralha, do Departamento de Ciências da Computação, pela contribuição metodológica referente ao Capítulo 3, e aos revisores anônimos de eventos acadêmicos e de periódicos, pelas críticas formuladas para o aprimoramento dos *working papers* submetidos.

Sou muito grato aos membros das bancas de avaliação do ensaio teórico, do projeto de qualificação e da tese, pelo tempo dedicado e pelos relevantes pontos observados. Contudo, ressalto que eventuais erros e omissões continuam sendo de minha inteira responsabilidade.

Meu muito obrigado aos membros do corpo docente do PPGA, bem como aos colegas de turma, pelo período de convivência e estudos em conjunto. Agradeço, também, ao corpo técnico da Universidade, pelo suporte semestre a semestre.

À Meg, ao Pedro e ao André – eles já em seus cursos universitários – que compartilharam os custos sociais da jornada até o alcance deste ponto final, não sem antes elevar o pensamento a Deus.

Teeteto: *Não sei ao certo, Sócrates, pois tenho dúvidas se expões, de fato, tua maneira de pensar ou se pretendes apenas experimentar-me.*

Sócrates: *Já te esqueceste, amigo, que eu não só não conheço nada disso como não presumo conhecer? Nesses assuntos sou estéril a conta inteira. O que faço é ajudar-te no trabalho do parto; daí, recorrer a encantamentos e oferecer ao teu paladar as opiniões dos sábios, até que, com o meu auxílio, venha à luz tua própria opinião. Uma vez isso conseguido, decidirei se se trata de um ovo sem gema ou de algum produto legítimo. Anima-te, pois; não desistas e declara com independência e decisão o que pensas a respeito do que te perguntei.*

Teeteto: *Podes falar.*

Sócrates: *Então, dize-me, uma vez mais, se aceitas que nada existe e que tudo se acha num perpétuo devir: o bem, o belo e tudo o mais que enumeramos há pouco.*

Trecho de Teeteto, Platão (427 – 347 a.C.)

## RESUMO

Tipicamente funções de Estado, a regulação e a supervisão bancária, em conjunto, buscam entregar à sociedade um sistema financeiro sólido, estruturando processos de acompanhamento regular e contínuo das entidades supervisionadas. Função relevante à estabilidade financeira, a supervisão bancária serve-se de mecanismos para a antecipação de potenciais fontes de estresse financeiro no sistema, como os sistemas de alertas antecipados, que, em geral, são baseados em medidas econômico-financeiras – dados de balanço e de mercado. Em virtude da inexistência de estudos sobre modelagem de alertas antecipados para instituições bancárias brasileiras, esta tese desenvolve três ensaios teórico-empíricos complementares entre si, que compartilham questões de estabilidade financeira, nos níveis de análise organizacional (bancos), individual (gestores) e sistêmico. Os três ensaios podem ser vistos, respectivamente, conforme as metáforas das organizações como máquinas, como organismos e em suas relações de fluxo e transformação no ambiente. Desta forma, o estudo possui como objetivos específicos: verificar a suficiência de informações públicas de balancetes bancários para a modelagem de alertas antecipados; avaliar a importância da incorporação de novas dimensões de análise, como governança corporativa; e avançar para a perspectiva organizacional como um problema complexo. No primeiro estudo, apresenta-se um modelo de alerta antecipado para situações de estresse financeiro, baseado na análise de literatura sobre indicadores econômico-financeiros de gestão de riscos e em dados de balancetes bancários mensais. A partir de uma amostra contendo nove casos no grupo de tratamento, o modelo alcança taxas de verdadeiros-positivos de 89% nas sinalizações de alerta antecipado, para um horizonte de 12 meses. O segundo estudo trabalha as relações entre indicadores de risco estratégico em bancos e medidas de risco de default, como o Z-score. Utilizando uma amostra de dados oriunda de trabalhos de campo de supervisão bancária pelo Banco Central do Brasil, os quais avaliam, presencialmente, questões qualitativas de gestão em bancos, o estudo evidencia o impacto positivo do constructo de governança corporativa na atenuação de medidas de riscos de default/estresse financeiro bancário. O terceiro estudo consiste em uma simulação estocástica baseada em agentes, no contexto da espiral crítica da dívida soberana pública e da escassez de ativos livres de risco. A proposição em teste nesse estudo é de que a atitude ótima de investimento, em função da seleção de carteiras pelo *trade-off* risco/retorno, constitui um gatilho para a iniciação da espiral que envolve *downgrades* sucessivos de riscos de créditos soberano e bancário, por conta da sua importante inter-relação no sistema, com externalidades à economia e ao risco sistêmico. Assim, como conclusão geral, o trabalho sustenta o argumento de que políticas públicas de estabilidade financeira tendem a ganhar eficácia ao considerarem, ao lado de características microprudenciais das entidades, medidas de gestão estratégica nas organizações, bem como ao aplicar técnicas de modelagem de problemas complexos, como a baseada em comportamento de agentes. Desta forma, o trabalho contribui para as discussões acerca de risco de crédito de intermediários financeiros, sobretudo sob a ótica dos agentes supervisores bancários com ações voltadas para a estabilidade financeira.

**Palavras-chave:** estabilidade financeira, supervisão bancária, modelo de alerta antecipado, governança corporativa, risco sistêmico.

**Classificação JEL:** G21, G28, G11, G17, G34

## **ABSTRACT**

As typical State functions, banking regulation and supervision seek together to deliver to society a solid financial system, structuring processes of regular and continuous monitoring of supervised entities. As a relevant function to financial stability, banking supervision uses mechanisms to anticipate potential sources of financial stress in the system, such as early warning systems, which are generally based on economic and financial measures – balance sheet and market data. Due to the lack of studies on early warning modeling of Brazilian banking institutions, this thesis develops three complementary theoretical-empirical essays that share financial stability issues at the levels of organizational analysis (banks), individual (managers), and systemic. The three essays can be seen, respectively, according to the metaphors of organizations as machines, as organisms and in their relations of flux and transformation in the environment. In this way, the study has as specific goals: to assess the adequacy of public information of bank balance sheets for the modeling of anticipated alerts; to evaluate the importance of incorporating new dimensions of analysis, such as corporate governance; and the organizational perspective as a complex problem. In the first study, we present an early warning model for situations of financial distress, based on the analysis of the literature on economic-financial risk management and of monthly bank balance-sheet data. From a sample containing nine cases in the treatment group, the model achieves true-positive rates of 89% on early warning signs for a 12-month horizon. The second essay deals with the relationships between strategic risks indicators in banks and measures of default risk, such as Z-score. Based on a sample of data from the field of banking supervision by the Central Bank of Brazil, which assess face-to-face qualitative management issues in banks, the study shows the positive impact of the corporate governance construct on mitigating measures of default risks / banking financial distress. The third study consists of an agent-based stochastic simulation, in the context of the critical public sovereign debt spiral and the scarcity of risk-free assets. The proposition being tested is that the optimal investment behavior, as a function of portfolio selection by the risk / return trade-off, constitutes a trigger for the initiation of the spiral that involves successive downgrades of sovereign and banking credit risks, due to its important interrelationship in the system, with externalities to the economy and to systemic risk. Thus, as a general conclusion, the research supports the argument that public policies of financial stability tend to gain effectiveness by considering, along with microprudential characteristics of the entities, strategic management measures in organizations, as well as applying techniques of modeling complex problems, such as the one based on agent behavior. In this way, the study contributes to the literature on credit risk of financial intermediaries, especially from the perspective of banking supervisors concerned with financial stability.

**Keywords:** financial stability, banking supervision, early warning model, corporate governance, systemic risk.

**JEL Classification:** G21, G28, G11, G17, G34



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 – Estudos Clássicos e Contemporâneos sobre Estresse Financeiro .....	9
Quadro 1.2 – Descrição da Amostra por Atributos Categóricos .....	21
Quadro 1.3 – Amostra de Instituições Financeiras com Pressupostos de Financial Distress .....	21
Quadro 1.4 – Variáveis do Estudo .....	22
Quadro 2.1 – Síntese da Revisão de literatura .....	41
Quadro 2.2 – Risco de Estratégia – Elementos do SRC .....	62
Quadro 2.3 – Risco de Estratégia – Amostra de Avaliações .....	63
Quadro 2.4 – Risco de Estratégia – Extensão das Observações de Campo .....	64
Quadro 2.5 – Variáveis do Estudo .....	65
Quadro 3.1 – Parametrização do modelo .....	107

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Função de Sobrevivência e Função <i>Hazard</i> .....	14
Figura 2.1 – Cadeia de controle .....	48
Figura 2.2 – Cadeia de controle .....	49
Figura 2.3 – Análise Fatorial Confirmatória .....	74
Figura 2.4 – Modelo de Equações Estruturais .....	75
Figura 3.1 – Estoque da dívida pública .....	96
Figura 3.2 – A espiral crítica da dívida soberana .....	97
Figura 3.3 – Fronteira eficiente com ativo livre de risco .....	102
Figura 3.4 – Modelo baseado em agentes .....	104
Figura 3.5 – Tipos de investidores e proporções de ativos de risco .....	105
Figura 3.6 – Procedimento principal da simulação e ciclo de vida dos agentes .....	107

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Estatística Descritiva das Variáveis do Estudo .....	23
Tabela 1.2 – <i>Variance Inflation Factor</i> .....	23
Tabela 1.3 – Médias Amostrais, por Grupos (Normal, Estresse) .....	26
Tabela 1.4 – Análise Univariada com Regressões Logit <i>pooled</i> .....	26
Tabela 1.5 – Desempenho dos Modelos .....	27
Tabela 1.6 – Estimação do Modelo .....	28
Tabela 1.7 – Tabela de Contingência (Estimação do Modelo) .....	28
Tabela 1.8 – Testes na Amostra e Fora da Amostra .....	30
Tabela 1.9 – Tabela de Contingência (Sinalizações) .....	31
Tabela 1.10 – Testes na Amostra, Fora da Amostra e Sinalizações .....	31
Tabela 2.1 – Estatística Descritiva das Variáveis do Estudo .....	67
Tabela 2.2 – Análise Fatorial com Rotação <i>Varimax</i> .....	72
Tabela 2.3 – Cargas Fatoriais .....	72
Tabela 2.4 – Equações Estruturais – Modelo de Mensuração .....	73
Tabela 2.5 – Equações Estruturais – Modelo de Mensuração e Estrutural .....	75
Tabela 2.6 – Modelo de Regressão em Dois Estágios .....	76
Tabela 2.7 – Regressões sobre a medida de risco longitudinal Z-score .....	77
Tabela 2.8 – Regressões sobre a medida de risco longitudinal Y_CAMELS .....	78
Tabela 2.9 – Regressões sobre a medida de risco transversal Z-score .....	79
Tabela 2.10 – Impactos das categorias de avaliações (notas) sobre a variável dependente .....	80
Tabela 2.11 – Impactos conjunto de governança corporativa e gestão de capital .....	81
Tabela 3.1 – Sumário do 1º estágio de simulação .....	113
Tabela 3.2 – Correlações entre os retorno médios das carteiras .....	114
Tabela 3.3 – Teste de hipótese .....	117

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1 – Resíduos de Pearson .....	30
Gráfico 1.2 – Curva ROC ( <i>Receiver Operating Characteristic</i> ) .....	30
Gráfico 1.3 – PD Média, por Tipo de Controle .....	32
Gráfico 1.4 – PD Média, por Porte .....	33
Gráfico 2.1 – Histograma de Variáveis do SRC .....	68
Gráfico 2.2 – Histograma de Variáveis Dependentes e Endógena (RE – Risco de Estratégia) .....	68
Gráfico 3.1 – Função de densidade de probabilidade do investidor avesso a risco .....	111
Gráfico 3.2 – Função de densidade de probabilidade do investidor neutro a risco .....	111
Gráfico 3.3 – Função de densidade de probabilidade do investidor propenso a risco ...	111
Gráfico 3.4 – Distribuições de probabilidade do experimento .....	112
Gráfico 3.5 – Retorno esperado ( $\mu$ ) e risco ( $\sigma$ ) de carteiras avessa, neutra e propensa a risco .....	112
Gráfico 3.6 – Histórico do desempenho das carteiras .....	114
Gráfico 3.7 – Histórico do desempenho das carteiras, por período de entrada .....	115
Gráfico 3.8 – Aumento do apetite a risco .....	116
Gráfico 3.9 – Diminuição do apetite a risco .....	116
Gráfico 3.10 – Emissões de títulos pelo tesouro e índice de risco (EMBI+Br)	119

## **SUMÁRIO**

INTRODUÇÃO .....	1
------------------	---

### **CAPÍTULO 1**

#### *Financial Distress* em Bancos Brasileiros: Um Modelo de Alerta Antecipado

1.1	Introdução .....	5
1.1.1	Problemática Básica .....	6
1.1.2	Objetivos Geral e Específicos .....	7
1.1.3	Justificativas do Estudo .....	7
1.2	Referencial Teórico .....	8
1.2.1	Modelagens Inferenciais de Estresse Financeiro .....	8
1.2.2	Abordagens Comparativas .....	11
1.2.3	Análise de Sobrevivência e <i>Hazard Models</i> .....	13
1.2.4	Instituições Financeiras e o Sistema CAMELS .....	17
1.3	Metodologia de Pesquisa .....	20
1.3.1	Fontes de Dados, Seleção da Amostra e Apoio Computacional .....	20
1.3.2	Variáveis do Estudo .....	22
1.3.3	Modelagem .....	24
1.3.3.1	Sinalizações de Alerta Antecipado .....	25
1.4	Análise dos Resultados .....	25
1.4.1	Testes Preliminares .....	25
1.4.2	Ajustamento, Adequação e Validação do Modelo .....	27
1.4.3	Sinalizações .....	31
1.5	Conclusão .....	33
	Referências do capítulo .....	35

### **CAPÍTULO 2**

#### Z-score Bancário: Reflexos de Medidas de Governança Corporativa e de Gestão de Riscos

2.1	Introdução .....	39
2.1.1	Problemática Básica .....	42
2.1.2	Objetivos Geral e Específicos .....	43
2.1.3	Justificativas do Estudo .....	43
2.2	Referencial Teórico .....	44
2.2.1	Estrutura de capital e estrutura de propriedade .....	45
2.2.2	Direito de controle e direito de propriedade .....	46
2.2.3	Risco Moral e Monitoramento .....	50
2.2.4	Governança Corporativa .....	53
2.2.4.1	Governança de Riscos .....	57

2.2.5	Aspectos Legais .....	60
2.3	Metodologia de Pesquisa .....	61
2.3.1	Fontes de Dados e Seleção da Amostra .....	61
2.3.2	Sistema de Avaliação de Riscos e Controles .....	61
2.3.3	Variáveis do Estudo .....	64
2.3.4	Hipóteses da Pesquisa .....	68
2.3.5	Modelagem .....	69
2.3.5.1	Análise Fatorial .....	69
2.3.5.2	Modelo Estrutural e Modelo de Dois Estágios (2SLS) .....	70
2.3.5.3	Estimação de Equações Generalizadas (GEE) .....	71
2.4.	Apresentação dos Resultados .....	72
2.5	Conclusão .....	83
	Referências do capítulo .....	84

### **CAPÍTULO 3**

#### Risco Sistêmico e Seleção de Carteiras com Abordagem Multiagente: um Estudo Aplicado ao Contexto da Espiral da Dívida Soberana

3.1	Introdução .....	90
3.1.1	Problemática de Pesquisa .....	92
3.1.2	Objetivos Geral e Específicos .....	93
3.1.3	Justificativas do Estudo .....	93
3.2	Referencial Teórico .....	94
3.2.1	Pesquisas Correlatas .....	94
3.2.2	Dívida Soberana, Estabilidade Financeira e Risco Sistêmico .....	95
3.2.2.1	A Espiral Crítica da Dívida Soberana .....	97
3.2.2.2	Estabilidade Financeira e Risco Sistêmico .....	98
3.2.3	Seleção de Carteiras .....	100
3.3	Modelagem Baseada em Agentes .....	102
3.3.1	Modelo de Pesquisa .....	103
3.3.2	Dados e Configuração da Simulação .....	106
3.3.3	Algoritmos e Implementação .....	108
3.3.4	Hipótese de Pesquisa .....	110
3.4	Apresentação dos Resultados .....	110
3.4.1	Primeiro Estágio: pesos fixos do ativo livre de risco .....	110
3.4.2	Segundo Estágio: agentes adaptativos .....	114
3.4.3	Teste de hipótese e avaliação de conjectura de pesquisa .....	117
3.5	Conclusão e Trabalhos Futuros .....	119
	Referências do capítulo .....	121
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS DA PESQUISA .....</b>	<b>125</b>

## INTRODUÇÃO

A estabilidade financeira constitui um bem público, beneficiando o desenvolvimento econômico e social de um país, com impactos regionais e mesmo globais. Sua conquista é objeto de discussões perenes em organismos multilaterais, como o Comitê de Basileia para Supervisão Bancária e o Comitê de Estabilidade Financeira, os quais estabelecem recomendações de boas práticas para adoção em sistemas financeiros interconectados.

Estabilidade financeira se refere à robustez do sistema para suportar choques externos, independentemente dos comportamentos individuais, ou à resiliência a choques originados dentro do próprio sistema, relativo ao comportamento coletivo dos agentes. No cerne de seu conceito estão decisões de investimento e de consumo, alocação de recursos entre poupadores e investidores, geração de crédito no setor financeiro e impactos nas políticas monetária e fiscal.

Atuando de forma a prevenir tempestivamente a ocorrência de eventos que possam prejudicar a estabilidade financeira, a supervisão bancária estrutura processos de acompanhamento regular e contínuo das entidades supervisionadas. Nesse escopo encontram-se os sistemas de alertas antecipados, que, conforme constatado na revisão bibliográfica deste trabalho, utilizam medidas econômico-financeiras das entidades supervisionadas para a modelagem.

Verificou-se, ainda, uma lacuna na literatura nacional sobre investigações empíricas no âmbito de sistemas de alerta antecipados para instituições financeiras no Brasil. Essa lacuna advém, possivelmente, do relativo baixo número de organizações de capital aberto na indústria bancária e das especificidades do setor. Soma-se a esses aspectos a ênfase das recomendações do Comitê de Basileia para Supervisão Bancária quanto ao papel crucial de práticas de governança corporativa, cujas investigações são escassas no setor bancário. Finalmente, verificou-se a existência de investigações na área de inteligência computacional, em grande parte em mercados artificiais, utilizando a simulação por computador de modelos baseados em agentes, mas com ínfima frequência de estudos explorando a temática de estabilidade financeira.

Desta forma, a tese que motiva esta pesquisa é a de que a persecução da estabilidade financeira, especificamente no tocante aos processos de supervisão bancária, tende a ganhar eficácia ao considerar, ao lado de características microprudenciais das entidades, também medidas de gestão estratégica nas organizações, bem como ao aplicar técnicas de modelagem de problemas complexos, como a baseada no comportamento de agentes.

O objetivo geral do trabalho é avaliar a potencial eficácia da aplicação de sistemas de alerta antecipados para o conjunto de instituições bancárias brasileiras, tanto em sua abordagem tradicional com dados sintéticos do desempenho econômico-financeiro das organizações, quanto em perspectivas que acrescentem outras dimensões de análise.

Assim, os seguintes objetivos específicos são delineados: i) verificar a suficiência de informações públicas de balancetes bancários para a modelagem de alertas antecipados no Brasil; ii) avaliar a viabilidade de incorporação do constructo governança corporativa em bancos como dimensão de análise em sistemas de alerta antecipados; e iii) explorar a emergência de risco sistêmico como um problema complexo no âmbito da estabilidade financeira, a partir de problemáticas não-lineares envolvendo as instituições financeiras.

Além desta parte introdutória, este documento é composto por três capítulos destinados às investigações empíricas relacionadas aos objetivos específicos delineados. A última seção traz as considerações finais.

O primeiro ensaio é apresentado no Capítulo 1 e tem como proposição de pesquisa a investigação sobre o conjunto informacional de domínio público relativo aos demonstrativos financeiros como elemento suficiente para a modelagem de um sistema de alerta antecipado para eventos de estresse financeiro bancário no Brasil.

O Capítulo 2 traz o segundo ensaio, que possui como problemática a seguinte questão: em que grau medidas de governança corporativa se relacionam aos indicadores de risco de crédito (estresse financeiro) em instituições bancárias? O objetivo principal do estudo é analisar o relacionamento entre medidas de governança corporativa e de estresse financeiro, como o Z-score e aquelas geradas no Capítulo 1.

O Capítulo 3 explora o processo emergente de risco sistêmico, analisando a vertente advinda da espiral crítica da dívida soberana e da modelagem baseada em agentes para a seleção de carteiras de ativos, restringindo a realidade aos mercados monetário e de capitais para as simulações.

No tocante às abordagens metodológicas, foram utilizadas regressões lineares com as funções de ligação logit e probit aplicadas a dados em painel, no primeiro ensaio; no segundo estudo foram utilizados a análise de fatores, o modelo de equações estruturais, e a estimação de equações generalizadas; e no terceiro estudo foi utilizada a modelagem baseada em agentes, com simulação computacional para a seleção de carteiras de ativos nos mercados monetário e de capitais (ações).



Quanto à classificação meta-teórica dos estudos que compõem esta pesquisa, os dois primeiros ensaios estão situados no quadrante do paradigma funcionalista de Burrell e Morgan (1979)<sup>1</sup>, pressupondo que a sociedade tem existência concreta e real, com orientação epistemológica objetiva dos meios de conhecimento. O segundo estudo desloca-se mais ao centro do paradigma funcionalista, ao incorporar o ambiente organizacional e o papel dos administradores nos resultados investigados, adotando o pressuposto ontológico da realidade como um campo de informação em que os agentes orientam suas ações de maneira significativas para si próprios, conforme Morgan e Smircich (1980)<sup>2</sup>. O terceiro ensaio também situa-se em um paradigma com orientação objetiva, porém voltado a aspectos de mudanças sociais: o estruturalismo.

Como metáforas representativas do campo da teoria das organizações, os três estudos podem ser vistos, respectivamente, como as metáforas da máquina, do organismo, e do fluxo/transformação (Morgan, 2005)<sup>3</sup>, pois utilizam, como meios de acesso à realidade: i) dados resultantes de processos internos às organizações bancárias, ou seja, medidas ou sensores sobre o desempenho econômico-financeiro; ii) dados de gestão estratégica, que incorporam preocupações com o ambiente e suas estratégias como elementos de distinção entre as organizações do setor; e iii) o processo de seleção de carteiras a partir do processamento de informações (cérebro), e a inter-relação com o fluxo circular da dívida pública soberana.

A visão das organizações como *máquinas* enfatiza o planejamento, a racionalização e o organograma como estrutura para o alcance de seus objetivos e de suas metas, com primazia pela precisão e pela eficiência. Enquanto que nessa visão as organizações são percebidas como participantes de um sistema fechado, a visão das organizações como *organismos* reconhece a importância do ambiente de inserção das organizações, vistas então em um sistema aberto que as desafia no processo de evolução e de sobrevivência. Por fim, a visão da organização como *fluxo e transformação* acrescenta perspectivas de forças sistêmicas atuantes no ambiente complexo, com padrões dominantes de interação circular, sujeitos a mudanças, sobretudo em momentos de tensões de subsistemas.

---

<sup>1</sup> Burrell, G., & Morgan, G. (1979). *Sociological Paradigms and Organizational Analysis*. London: Heinemann.

<sup>2</sup> Morgan, G., & Smircich, L. (1980). The Case for Qualitative Research. *The Academy of Management Review*, 5 (4), 491-500.

<sup>3</sup> Morgan, G. (2005). Paradigmas, Metáforas e Resolução de Quebra-Cabeças na Teoria das Organizações. Tradução do original (Administrative Science Quarterly, 1980). *Revista de Administração de Empresas*, 45(1), 58-71.

# Capítulo 1

## ***Financial Distress* em Bancos Brasileiros: Um Modelo de Alerta Antecipado <sup>4 5</sup>**

**Resumo:** Este estudo tem como objetivo a proposição de um modelo de alerta antecipado para predição de eventos de *financial distress* (estresse financeiro) em instituições bancárias brasileiras. Preliminarmente, avalia-se um conjunto de indicadores econômico-financeiros apontados pela literatura de gestão de riscos para a discriminação de situações de insolvência bancária, tendo em conta, exclusivamente, informações públicas. Para esta finalidade, são utilizadas regressões logísticas multivariadas, tendo como variáveis independentes indicadores financeiros das dimensões de adequação de capital, qualidade dos ativos, qualidade da gestão, lucratividade e liquidez. A análise empírica considerou uma amostra de 142 instituições financeiras de capital aberto ou fechado, de controle público ou privado, acompanhadas mensalmente no período de 2006 a 2014, o que gerou um painel de dados contendo 12.136 observações. Na janela amostral ocorreram nove casos de intervenção pelo Banco Central do Brasil ou de fusão e aquisição motivados por estresse financeiro. Os resultados foram avaliados com base na estimação dos parâmetros na amostra, testes fora da amostra e em sinalizações do modelo de alerta antecipado no horizonte temporal de 12 meses, obtendo-se, respectivamente, taxas de verdadeiros positivos de 81%, 94% e 89%. Concluiu-se que os indicadores típicos de análise de balanço são significativos para as sinalizações antecipadas de situações de estresse financeiro em bancos brasileiros, o que contribui para a literatura sobre risco de crédito de intermediários financeiros, sobretudo sob a ótica dos agentes supervisores bancários com ações voltadas para a estabilidade financeira.

**Palavras-chave:** instituições financeiras, gestão de riscos, estresse financeiro, insolvência, modelo de alerta antecipado.

**Classificação JEL:** G21, G28, G17, G33

---

<sup>4</sup> Ensaio apresentado no XL Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, Costa do Sauípe-BA, 09/2016.

<sup>5</sup> Versão sintética aceita para publicação na Revista Contabilidade & Finanças, em 07/06/2017, com texto em português e em inglês (*ahead of print*) em <http://dx.doi.org/10.1590/1808-057x201803910>.

## 1.1 Introdução

Sobretudo em períodos subsequentes a crises financeiras – como a crise dos *subprimes* de 2007-2008, em que a quebra do banco Lehman Brothers evidenciou o risco sistêmico de falências em cadeia e o alto custo para a sociedade advindo de intervenções governamentais (*bail-out*) no setor financeiro, como nos Estados Unidos e em países do bloco Europeu – a relevância da questão relacionada à estabilidade financeira ganha destaque, com a liderança de importantes organismos multilaterais, como o Comitê de Basileia para Supervisão Bancária, do qual o Brasil é membro desde 2009, e o Comitê de Estabilidade Financeira (*Financial Stability Board*), ligado ao G-20, grupo das maiores economias mundiais.

As recomendações de Basileia são referentes a três pilares: níveis mínimos de requerimento de capital (índice de Basileia), em que as instituições financeiras devem possuir capital próprio em níveis adequados em relação aos riscos de seus ativos; processos de supervisão, que diz respeito às práticas de supervisão bancária junto às instituições financeiras; e disciplina de mercado. Nesse último pilar, as instituições financeiras devem manter efetivos processos de divulgação de informação e transparência junto ao mercado.

Os estudos encontrados na literatura sobre a predição de estresse financeiro têm como base amostral instituições financeiras do bloco europeu (Betz, Oprica, Peltonen & Sarlin, 2014), russas (Peresetsky, Karminsky & Golovan, 2011), norte-americanas (Lane, Looney & Wansley, 1986; Cleary & Hebb, 2016), iranianas (Valahzaghari & Bahrami, 2013), malásias (Wanke, Azad & Barros, 2016) e *cross-country* (Liu, 2015).

Contudo, constatou-se a inexistência de estudos sobre modelagem de alertas antecipados para instituições bancárias brasileiras, possivelmente em virtude das particularidades dos modelos de negócio da indústria bancária e do relativo baixo número de instituições financeiras de capital aberto. A partir dessa constatação, corroborando Brito, Assaf Neto e Corrar (2009) quanto ao potencial de exploração dessa área de conhecimento – de interesse tanto de órgãos supervisores quanto de investidores do mercado – este estudo tem como objetivo principal a proposição de um modelo de alerta antecipado para predição de eventos de estresse financeiro em instituições bancárias brasileiras.

Em que pese a raridade de ocorrência dos eventos de interesse desta pesquisa – a amostra referente ao período de 2006 a 2014 contém nove casos no grupo de tratamento – entende-se que a avaliação de riscos de um sistema financeiro tem por base a identificação de vulnerabilidades em seu nível micro, as quais podem desencadear eventos de risco sistêmico

por meio de processos de contágio em função da interconectividade das relações financeiras entre os agentes participantes do mercado, independentemente de seu porte relativo.

Ademais, sistemas de alertas antecipados constituem importantes ferramentas do arcabouço de supervisão bancária (Pilar 2). Em busca da manutenção da estabilidade financeira, atribuição típica de banco central, a antecipação de potenciais fontes de estresse financeiro pode contribuir para a racionalização no uso de recursos na execução de políticas públicas de regulação e de supervisão, além de agregar informações ao monitoramento de risco sistêmico.

Por outro lado, ao utilizar dados de balancetes bancários, o estudo contribui para a avaliação no país sobre práticas de *disclosure* (Pilar 3), as quais são relevantes também para os poupadores.

### **1.1.1 Problemática de Pesquisa**

Foram encontradas pesquisas que buscam evidenciar indicadores para a mensuração de riscos sistêmicos ou da importância de instituições sistemicamente importantes (*too-big-to-fail*), como em Capelletto e Corrar (2008), Canedo e Jaramillo (2009), Tabak *et al.* (2013), Fazio *et al.* (2014). Nessa mesma linha, Souza (2014) simula os efeitos de risco crédito, de mudanças no requerimento de capital e choque de preços no sistema bancário brasileiro, evidenciando que a contribuição de bancos de médio porte também pode ser significativa para o risco sistêmico.

Conforme Chan-Lau (2006), a estimação de probabilidades de default para agentes individuais é o primeiro passo para a avaliação de exposição de crédito e de perdas potenciais. As probabilidades de default são, portanto, os insumos básicos para a análise do risco sistêmico e para testes de estresse de sistemas financeiros. É importante que a análise proativa das medidas de risco sistêmico leve em conta a avaliação individual dos riscos de falência bancária, para cada instituição do sistema, seja de pequeno, médio ou de grande porte.

Este estudo define uma proposição de pesquisa. Conforme Whetten (2003), a principal diferença entre proposições e hipóteses é que as proposições envolvem conceitos, enquanto hipóteses requerem medidas. Isto é, uma hipótese traz uma declaração de possíveis relacionamentos entre variáveis medidas na pesquisa, e a proposição é um argumento baseado nesses achados.

Assim, a seguinte proposição de pesquisa é lançada: o conjunto informacional de domínio público relativo aos demonstrativos financeiros constitui-se em elemento suficiente para a modelagem de um sistema de alerta antecipado para eventos de *financial distress* no Brasil.

### **1.1.2 Objetivos Geral e Específicos**

O estudo tem como objetivo geral a proposição de um modelo de alerta antecipado para predição de eventos de estresse financeiro em instituições bancárias brasileiras. Como objetivos específicos, os seguintes pontos foram estabelecidos para a pesquisa:

- Levantar as principais variáveis explanatórias utilizadas em estudos sobre estresse financeiro bancário, insolvência e default, que embora sejam fenômenos temporalmente distintos, estão no âmbito da manutenção da estabilidade financeira;
- Selecionar variáveis para o estudo que estejam disponíveis no Plano Contábil das Instituições Financeiras (COSIF);
- Formar o grupo de tratamento, composto por casos de estresse financeiro em virtude de intervenções pelo Banco Central ou por motivos de fusão e aquisição com pressupostos de estresse financeiro;
- Analisar horizontes temporais para predição de estresse financeiro;
- Avaliar o modelo em função das tabelas de contingência.

### **1.1.3 Justificativas do Estudo**

Constatou-se uma lacuna na literatura nacional sobre modelos de alertas antecipados para instituições bancárias, possivelmente em virtude das particularidades dos modelos de negócio da indústria bancária e do relativo baixo número de instituições financeiras de capital aberto. Assim, além de contribuir naquele sentido, busca-se avaliar a efetividade do pilar 3 de Basileia, com relação às informações publicadas por instituições financeiras bancárias.

Além disso, os estudos examinados contam com informações financeiras das empresas em bases trimestrais, semestrais ou mesmo anuais. Argumenta-se aqui que a disponibilidade de dados em uma base mensal pode agregar maior valor na identificação tempestiva de possíveis casos de falência, no âmbito de um modelo de alerta antecipado, tendo em vista que as sinalizações com base em dados muito espaçados temporalmente podem ter menor utilidade para a ação dos órgãos de regulação e supervisão do sistema financeiro, ou ainda para os participantes do mercado financeiro na avaliação de risco de crédito de investimentos.

## 1.2 Referencial Teórico

### 1.2.1 Modelagens Inferenciais de Estresse Financeiro

A literatura acumulada sobre modelos preditivos de falências corporativas é diversificada em termos de variáveis utilizadas bem como de metodologia para as estimativas de probabilidade de default. Há modelos que extraem seus insumos de demonstrações financeiras, acrescentam indicadores macroeconômicos, ou ainda aqueles que utilizam informações de mercado, como preços de ativos financeiros. Muitos estudos comparam as principais abordagens desenvolvidas para a discriminação da situação financeira de empresas, tais como análise discriminante, análise fatorial, modelos logit e probit, inteligência artificial e *hazard models*.

Uma das pesquisas pioneiras é a de Altman (1968), com o modelo clássico denominado Z-Score para análise discriminante entre grupos. Posteriormente, Altman (1977) aplica a mesma técnica a intermediários financeiros (associações de poupança e empréstimo), evidenciando a utilidade deste método para a supervisão de instituições financeiras. O modelo Z-Score continua presente na literatura contemporânea, como em Agarwal e Taffler (2008).

A partir da teoria de precificação de opções de Black e Scholes, Merton (1974) apresenta outro modelo bastante referenciado na literatura para cálculo da distância para o default, no sentido de que os títulos patrimoniais de uma empresa podem ser vistos como uma opção de compra sobre seus ativos subjacentes, descontadas suas dívidas. No ponto em que o passivo se iguala ou supera os ativos da empresa, a opção perderia completamente seu valor e, assim, tornaria inviável financeiramente o direito de exercício. Neste modelo, a probabilidade de falência é calculada em função da distribuição Normal acumulada:  $P = N\left\{-\left[\ln(V_A/X) + (\mu - 0,5\sigma^2)T\right] / \sigma\sqrt{T}\right\}$ , sendo  $V_A$  o valor de mercado dos ativos e  $\sigma$  a sua volatilidade;  $X$  o valor nominal da dívida;  $\mu$  a taxa de juros livre de risco; e  $T$  a maturidade da dívida.

Nos principais periódicos nacionais, encontram-se alguns estudos sobre solvência, geralmente relacionados a empresas nacionais de capital aberto, porém nenhum abrangendo bancos brasileiros em sua amostra. Dentre esses estudos estão Minussi, Damacena e Ness Jr. (2002), Onusic, Nova e Almeida (2007), Brito e Assaf Neto (2008), Minardi (2008), Brito, Assaf Neto e Corrar (2009), Guimarães e Alves (2009) e Bressan, Braga e Bressan (2004), sendo que este último analisa risco de insolvência em cooperativas de crédito do estado de Minas Gerais. O estudo de Liu (2015), também publicado em periódico nacional, trata de

fatores determinantes de dificuldades financeiras em bancos de vários países, mas não explicita em sua amostra quais observações foram utilizadas, além de obter baixo poder preditivo nos modelos.

O Quadro 1.1 apresenta um resumo da revisão de literatura sobre modelos de insolvência de empresas financeiras e não financeiras, tanto nacionais quanto internacionais.

Quadro 1.1 – Estudos Clássicos e Contemporâneos sobre Estresse Financeiro <sup>a</sup>

Referência	Amostra, Região	Método	Aspectos do Estudo
Altman (1968)	66 empresas comerciais (EUA)	Análise discriminante múltipla	Extensão da análise tradicional de indicadores, com análise científica. $Z\text{-Score} = 0,012 X_1 + 0,014 X_2 + 0,033 X_3 + 0,006 X_4 + 0,999 X_5$ , sendo $X_1$ =capital de giro/ativos; $X_2$ =lucros retidos/ativos; $X_3$ =EBIT/ativos; $X_4$ =valor de mercado do patrimônio/valor contábil do passivo; $X_5$ =vendas/ativos. Insolvência: $Z < 2,675$
Altman (1977)	212 associações de poupança e empréstimo (EUA)	Análise discriminante quadrática	Um dos pioneiros na aplicação para instituições financeiras. Uso de um programa de computador para o estudo. Uso dos resultados para as funções de supervisão bancária.
Martin (1977)	5.700 bancos comerciais (EUA)	Análises discriminantes linear e quadrática; Logit	Discussão sobre abordagens conceituais para os modelos de probabilidades de default. Introdução da análise de regressão logística.
Kanitz (1978)	5.000 demonstrações contábeis de empresas brasileiras	Análise discriminante múltipla	Escala numérica com base em índices compostos de liquidez, chamada de Termômetro de Kanitz, para medir a saúde financeira da empresa e sua aproximação à situação falimentar.
Collins & Green (1982)	323 cooperativas de crédito (EUA)	Logit	Exame de pressupostos e propriedades de modelos de probabilidade linear, análise discriminante e regressão logística, sendo este último com resultados mais consistentes com a teoria sobre estresse financeiro.
West (1985)	1.900 bancos (EUA)	Análise de fatores e Logit	Contexto de sistemas de alerta antecipados e abordagem CAMELS, com 16 variáveis independentes oriundas de balanços e 3 variáveis extraídas de relatórios de supervisores bancários.
Frydman, Altman & Kao (1985)	200 empresas (EUA)	Algoritmo de Particionamento Recursivo	Método não-paramétrico, utilizando árvore de classificação binária. Mostrou desempenho superior à análise discriminante.
Lane, Looney & Wansley (1986)	130 bancos (EUA)	Análise de sobrevivência (Cox)	Introdução do modelo de Cox na literatura financeira. Predição do tempo para a falha. Acurácia similar à análise discriminante, com menor taxa de erros tipo I. Contexto de sistemas de alerta antecipados e CAMELS.
Whalen (1991)	1.200 bancos (EUA)	Análise de sobrevivência (Cox)	Contexto de sistemas de alerta antecipados, com falências ocorridas entre 1988 e 1990 no grupo de tratamento e outros 1.000 bancos no grupo de controle.
Boyd & Runkle (1993)	122 bancos (EUA)	Regressão em painel	Teste de teorias de assimetria informacional e de risco moral resultante de sistemas seguradores de depósitos. Restringe a amostra a grandes bancos. Uso do indicador Tobin's $q$ para atribuir performance e define Z-score (homônimo do modelo de Altman) para como indicador de risco: $Z\text{-score} = (ROA + Equity / Asset) / \sigma_{ROA}$ .
Altman, Marco & Varetto (1994)	1.000 empresas industriais (Itália)	Redes neurais	Redes neurais podem gerar escores muito próximos de funções discriminantes paramétricas. Longo tempo de processamento para o treinamento da rede e necessidade de um grande número de testes para identificação de sua estrutura. Os pesos resultantes não são transparentes e são sensíveis a mudanças estruturais.
Altman (2000)	5 amostras de empresas (EUA)	Análise discriminante múltipla	Reavaliação do modelo Z-Score (Altman, 1968), com uso de indicadores atuais combinado com avanços na aplicação da análise discriminante. Incluindo empresas de capital fechado na amostra, com ajustes para mercados

			emergentes. Comparação com o modelo ZETA, em horizontes de 1 a 5 anos de predição.
Shumway (2001)	300 empresas não financeiras (EUA)	Hazard model	Analisa aspectos de viés e de consistência dos estimadores utilizados nos estudos de falências. Modelo similar ao logit, mas com maior quantidade de dados multiperíodos. Provas analíticas comparando estimadores de máxima verossimilhança.
Minussi, Damacena & Ness Jr. (2002)	323 clientes bancários, do setor industrial (Brasil)	Logit	49 indicadores selecionados. Cocientes de análise dinâmica de capital de giro.
Bressan, Braga & Bressan (2004)	107 cooperativas de crédito rural (Brasil)	Modelo de risco proporcional de Cox	15 cooperativas insolventes e 92 solventes. Variáveis significativas: crescimento da captação total, liquidez geral, encaixe, despesa com pessoal, crescimento da receita operacional e alavancagem.
Porath (2004)	15.456 cooperativas de crédito e 4.537 bancos de depósitos (Alemanha)	Hazard model	Análise preliminar univariada. Utiliza análise ROC (Receiver Operating Characteristic) e IV (Information Value) para análise das variáveis.
Onusic, Nova & Almeida (2007)	10 empresas em processo de falência e 50 empresas saudáveis (Brasil)	Análise Envoltória de Dados (DEA)	Variáveis de insumo: endividamento geral e de longo prazo, composição do endividamento. Variáveis de resultado: crescimento de vendas, ROA, giro do ativo.
Brito & Assaf Neto (2008)	60 empresas de capital aberto não financeiras (Brasil)	Logit	25 indicadores econômico-financeiros testados, com inclusão de 4 no modelo final. Validação com método Jackknife e ROC.
Minardi (2008)	25 empresas de capital aberto (Brasil)	Modelo Black e Scholes / Merton	Classificações do modelo convergem, em geral, para os ratings (S&P e Moody's).
Campbell, Hilscher & Szilagyi (2008)	Empresas de capital aberto (EUA)	Logit (painel dinâmico)	Dados mensais, sendo contábeis e de mercado. Comparação com o modelo de Merton (medida de distância para o default).
Agarwal & Taffler (2008)	2.006 empresas não financeiras (Reino Unido)	Distância para o Default e Z-score	Compara modelo baseado em dados de mercado (teoria de opções) e modelo baseado em dados contábeis (Z-score). 0,67% das empresas no grupo de tratamento, os quais capturam diferentes aspectos do risco de falência.
Brito, Assaf Neto & Corrar (2009)	66 empresas de capital aberto não financeiras (Brasil)	Logit e Análise de Conglomerados (clusters)	8 classes de risco (sendo 1 insolvente) refletem o crescimento das taxas de mortalidade nas respectivas classes. Curva ROC para avaliação do modelo.
Guimarães & Alves (2009)	600 operadoras de planos de saúde (Brasil)	Logit	17 indicadores financeiros, nas categorias alavancagem, liquidez, lucratividade, atividade e endividamento e cobertura.
Peresetsky, Karminsky & Golovan (2011)	1.569 bancos (Rússia)	Logit	Clusterização preliminar e avaliação de modelos separados para cada cluster. Uso de variáveis macroeconômicas. Uso de heurística para utilidade do modelo para investidor
Valahzaghari & Bahrami (2013)	20 bancos (Irã)	Logit	Significância para as dimensões de qualidade da gestão, rentabilidade e liquidez (CAMELS).
Tserng, Chen, Huang, Lei & Tran (2014)	87 empresas de construção civil (EUA)	Logit	Analisa 21 indicadores financeiros, dividido em 5 grupos (liquidez, alavancagem, mercado, atividade e lucro), sendo o fator mercado de grande contribuição para o modelo. Uso da curva ROC. Validação pelo processo <i>leave-one-out</i> .
Betz, Oprica, Peltonen & Sarlin (2014)	546 bancos (Europa)	Logit recursivo	Early Warning Model. Considera a utilidade do modelo para os tomadores de decisão. O desempenho é melhor para bancos pequenos e para o horizonte de 24 meses.
Liu (2015)	772 bancos (OCDE, NAFTA, ASEAN, EU, G20 e G8)	Logit	Análise nos períodos pré e pós-crise de 2008. Comparações do poder preditivo entre as regiões abordadas.



Gartner (2015)	99 bancos (Brasil)	Otimização por máxima entropia	Atribuição de performance e classificação dos bancos em 10 grupos de risco. Aplicação da distribuição beta para análise de risco.
Chiaromonte, Croci & Poli (2015)	3.242 bancos (Europa)	Z-score, Probit e Log-log complementar	Habilidade do indicador Z-score é tão boa quanto covariáveis CAMELS para identificação de estresse financeiro, e mais eficaz para modelos de negócio sofisticados, como de grandes bancos.
Cleary & Hebb (2016)	132 bancos (EUA)	Análise discriminante	Principais variáveis: capital e qualidade dos ativos, além de rentabilidade. Validação fora da amostra, com 192 casos no grupo de tratamento e acurácia entre 90-95%.
Wanke, Azad & Barros (2016)	43 bancos (Malásia)	Análise Envoltória de Dados (DEA) e Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM)	Simula avaliação de risco CAMELS para análise de eficiência bancária e estresse financeiro.

<sup>a</sup> Inclui estudos sobre estresse financeiro, insolvência e default, que embora sejam eventos em geral temporalmente distintos, estão relacionados à avaliação do grau de saúde financeira de empresas.

### 1.2.2 Abordagens Comparativas

Collins e Green (1982) examinam os pressupostos, as principais propriedades e os resultados de (i) modelos de probabilidade linear, (ii) análise discriminante, e (iii) regressão logística, para fins de predição de falências corporativas. Quanto ao modelo de probabilidade linear – que é um caso especial da regressão por mínimos quadrados, quando a variável dependente é dicotômica – um dos problemas se refere aos casos em que os valores de Y excedem 1 ou são menores que 0.

Já o fato da distribuição de probabilidades de índices financeiros (a maioria no intervalo [0,1]) não ter características da distribuição normal é apresentado como uma das principais violações para a análise discriminante. Além disso, outro ponto é colocado como desfavorável para esse método: a diferença considerável de variabilidade dos indicadores financeiros entre empresas saudáveis e com dificuldades financeiras.

O modelo logit é apresentado como alternativa para a análise de falências. Os autores utilizam uma amostra hipotética com 10 observações e avaliam a similaridade nas classificações entre a regressão linear e a regressão logística, considerando o valor 0,50 como ponto de corte (*cutoff*) para a classificação. Em seguida, considerando dados de 162 cooperativas de crédito para estimação e de 161 cooperativas para avaliação do poder preditivo (*holdout sample*) e utilizando o mesmo ponto de corte, os autores concluem que, embora os dois primeiros modelos apresentem violações de pressupostos para o problema de estimativas de probabilidades de *default*, ambos produzem bons resultados. No entanto, os pressupostos do modelo logit são mais consistentes com a teoria de *financial distress*, produzindo menores taxas de Erros Tipo I e II.

Os desafios na aplicação da análise discriminante também são tratados por Eisenbeis (1977). Segundo o autor, os problemas estatísticos são de diferentes tipos, dentre os quais: a distribuição das variáveis; as dispersões de grupos; a interpretação da significância de variáveis individuais; a redução de dimensionalidade; as definições de grupos; a escolha apropriada de probabilidades *a priori* e custos de classificações incorretas; e a estimação das taxas de erro de classificação.

Lo (1984) acrescentou que, embora a estimação paramétrica via regressão logística apresente maior robustez em relação à análise discriminante, sob certos pressupostos de distribuição ambos os procedimentos produzem estimadores consistentes e o estimador da análise discriminante é assintoticamente eficiente. Desta forma, o autor propõe um teste de especificação do tipo Hausman para os pressupostos das distribuições, comparando os dois estimadores, e aplica-o numa amostra de falências corporativas. Sob a hipótese nula de que as distribuições são normais condicionadas, os estimadores devem apresentar valores próximos.

Após demonstrar que a manipulação da função de densidade de probabilidade da distribuição normal multivariada leva à equação da regressão logística, Lo (1984) afirma que a análise logística é mais robusta e, inclusive, apropriada para a família da distribuição exponencial, de forma geral. Quanto à aplicação do teste sugerido, a conclusão é de que a hipótese nula não pode ser rejeitada, isto é, as estimativas das análises discriminante e logística são equivalentes.

Frydman *et al.* (1985) apresentam a técnica denominada Algoritmo de Particionamento Recursivo (*Recursive Partitioning Algorithm – RPA*), do tipo não paramétrica, baseada no reconhecimento de padrões, que, em comparação à análise discriminante, tem maior eficácia na predição de problemas financeiros, para dados na amostra e fora da amostra. Em essência, o modelo RPA utiliza uma árvore de classificação binária, de forma recursiva, separando as instituições sadias daquelas consideradas problemáticas, tendo como pontos de decisão alguns indicadores financeiros, como fluxo de caixa/total das dívidas e lucro/total dos ativos. Os nós terminais da árvore são atribuídos a grupos de maneira a minimizar os custos esperados de erro de classificação. Os autores utilizaram uma amostra de 58 empresas que faliram no período de 1971 a 1981, e outras 142 empresas sadias selecionadas aleatoriamente, além de 20 variáveis financeiras explanatórias.

Redes neurais e análise discriminante foram objeto de comparação por Altman *et al.* (1994). Como principal conclusão do estudo envolvendo empresas italianas, os autores indicam

que redes neurais não constituem uma técnica matemática claramente dominante, quando comparadas às técnicas estatísticas tradicionais, conforme estudos anteriores afirmavam. Altman *et al.* (1994) indicam algumas vantagens e desvantagens da técnica “caixa-preta”: redes neurais podem gerar escores muito próximos daqueles gerados por funções discriminantes, mesmo com um conjunto diferente de indicadores de negócio; o uso de famílias integradas de redes e redes com memória tem mostrado considerável poder e flexibilidade; o longo tempo de processamento para a fase de treinamento da rede e a necessidade de realizar um grande número de testes para identificação da estrutura da rede neural constitui um limite para o seu uso; os pesos resultantes não são transparentes e são sensíveis a mudanças estruturais; a análise discriminante gera um modelo mais transparente e fácil de interpretar.

Campbell *et al.* (2008) avaliam que o conceito de dificuldades financeiras (*financial distress*) tem sido utilizado na literatura de precificação de ativos para explicar padrões de retornos em ações, com os investidores cobrando um prêmio de compensação pelo risco de quebra. Para a estimativa de default, os autores usam um modelo de painel dinâmico com dados mensais, especificação logit e variáveis tanto contábeis (lucro líquido/ativos, alavancagem/ativos) quanto do mercado de ações (excesso de retorno, volatilidade, capitalização). Os autores fazem variações do horizonte temporal de previsão para avaliar os pontos ótimos do modelo, tendo em conta a utilidade da informação antecipada. Com relação às observações *outliers*, é realizado o processo de substituição de valores (*winsorize*) anteriores ao 5º percentil e posteriores ao 95º percentil pelos respectivos valores desses percentis.

De forma complementar, é avaliada a medida estrutural de “distância para o default” de Merton (1974), considerada então menos preferível em relação à forma econométrica reduzida, que permite o ingresso de volatilidade e alavancagem com coeficientes livres, além de outras variáveis relevantes.

### **1.2.3 Análise de Sobrevivência e *Hazard Models***

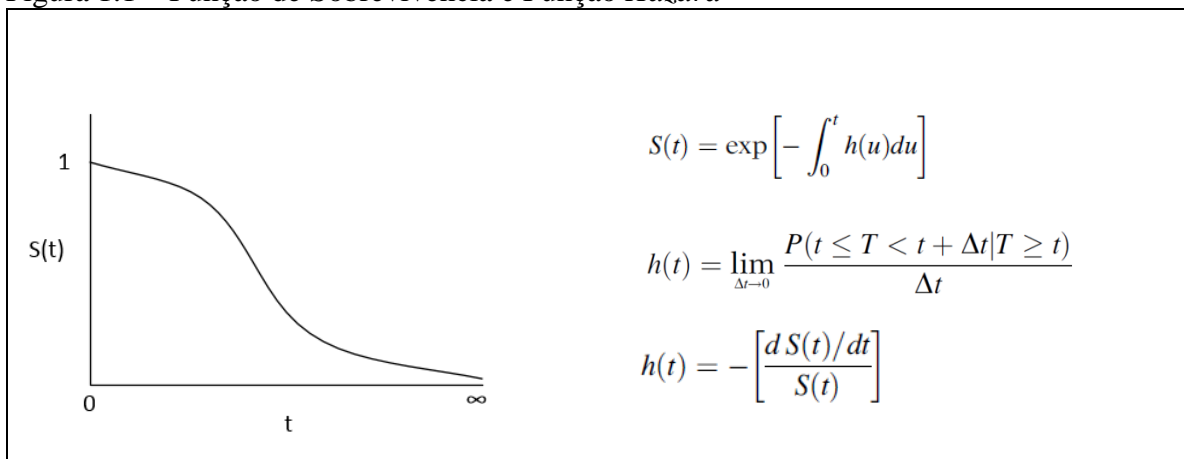
Alguns estudos que abordam a problemática de classificação de firmas em grupos dicotômicos (falhas/não falha) empregam a técnica de análise de sobrevivência, originária de pesquisas na área de ciências da saúde, que consiste de procedimentos de inferência estatística para análise de dados em que a variável a ser explicada é medida em relação ao *tempo* para a ocorrência do evento de interesse.

São definidas as funções de sobrevivência  $S(t)$  e de risco (*hazard*)  $h(t)$  (Figura 1.1), que correspondem, respectivamente, a probabilidade de sobrevivência após um período de

tempo  $t$  e a probabilidade instantânea de falha dada a sobrevivência até  $t$ . Nos estudos atuariais,  $h(t)$  é chamada de força de mortalidade e em economia, taxa de Mill (Kleinbaul & Klein, 2005).

Lane *et al.* (1986) avaliam que a omissão do tempo para a falha prejudica a utilidade da análise discriminante e das alternativas usuais (logit, probit e análise de regressão) para o uso pelas agências reguladoras. Ademais, a natureza paramétrica destes procedimentos leva à assunção de premissas que são difíceis de satisfazer na maioria das aplicações empíricas. Os autores defendem que o modelo do tipo *hazard* preenche estas lacunas, ao não necessitar de tais premissas e fornecer o provável tempo para a falha. A análise discriminante é utilizada como referência para os testes.

Figura 1.1 – Função de Sobrevivência e Função *Hazard*



Fonte: Adaptado de Kleinbaul e Klein (2005)

Os autores assumem que a forma apropriada para a função *hazard* é dada pelo modelo proporcional, sendo o de Cox (1972) um caso especial desse tipo. No modelo proporcional, é definida a função  $h(t|\mathbf{z})$ , sendo  $\mathbf{z}$  o vetor de variáveis explanatórias. Sob o modelo *hazard* proporcional,  $h(t|\mathbf{z}) = \psi(\mathbf{z}) h_0(t)$ , onde  $\psi(\mathbf{z})$  é alguma função de  $\mathbf{z}$  tal que  $\psi(0)=1$  e  $h_0(t)$  é a função de risco subjacente, isto é, a função de risco de um banco com  $\mathbf{z}=0$ . Se as variáveis independentes estiverem centralizadas, tal que um banco com  $\mathbf{z}=0$  tenha valores iguais às médias da população, então  $h_0(t)$  pode ser entendida como uma função *hazard* para um banco “médio” da população. Assim, a primeira suposição do modelo *hazard* proporcional é que as variáveis explanatórias têm o efeito de multiplicar o risco de um banco médio,  $h_0(t)$ , por uma função,  $\psi(\mathbf{z})$ , de desvio das variáveis explanatórias de seus valores médios.

No modelo de Cox (1972), a função de risco, considerada semiparamétrica, é dada por  $h(t|\mathbf{z}) = \exp(\boldsymbol{\beta}' \mathbf{z}) h_0(t)$ . Nesse modelo, a parte paramétrica refere-se à dependência do vetor de parâmetros de regressão  $\boldsymbol{\beta}$ , enquanto que a função de base,  $h_0(t)$ , é não paramétrica. A função

de sobrevivência a ser estimada no estudo de Lane *et al.* (1986) é definida por  $S(t|\mathbf{z}) = S_0(t)^{\exp(\beta' \mathbf{z})}$ , em que  $S_0(t) = \exp \left[ - \int_0^t h_0(u) du \right]$  é a função de sobrevivência correspondente à função de base  $h_0(t)$ .

O vetor de variáveis financeiras contém observações de  $k$  períodos anteriores à falha. A função de sobrevivência resultante provê uma estimativa da probabilidade de uma dada instituição financeira sobreviver por  $t$  períodos futuros, em que  $t \leq k$ .

Para a amostra, foram selecionados 130 bancos americanos que falharam no período de 1979 a 1984, para os quais haviam dados completos disponíveis. Para montar o conjunto de bancos para comparação, foi realizado o processo de comparação (*matching*) com bancos que não quebraram, segundo os critérios: localização geográfica, tipo (estado ou nacional), tamanho, afiliações e idade. Desta forma, foram selecionados 334 bancos para o grupo de controle.

Lane *et al.* (1986) ponderam que para a predição de falhas bancárias, capturar certas dimensionalidades é mais importante do que a forma que variáveis individuais tomam. Os autores citam que dados de mercado, como preços de ações, estão disponíveis apenas para as maiores instituições. Assim, sistemas de alerta antecipado são desenvolvidos com base em dados contábeis, em 5 áreas gerais: capital, qualidade do ativo, gestão, lucro e liquidez (CAMEL). São empregados 21 variáveis potenciais como indicadores de falha, dentre as quais composição dos empréstimos e eficiência são *proxy* para a medida da qualidade de gestão.

Embora o modelo Cox não assuma normalidade multivariada, o modelo de referência, análise discriminante, assim o faz. Consequentemente, são realizados testes univariados de normalidade por meio do teste Kolmogorov-Smirnov. Para as variáveis não normais, foi aplicada uma transformação logarítmica, obtendo-se normalidade para um dos indicadores e melhorando os testes de normalidade para muitos outros.

Foram utilizados dois conjuntos de dados: de um ano e de dois anos antes da falha. No primeiro caso, para cada banco que faliu e para os respectivos bancos de controle (*matched*), foram obtidos os valores das variáveis explanatórias referentes ao dia 31 de dezembro do ano anterior à falha. Similarmente, para o conjunto de dados de dois anos, os indicadores foram calculados com base nos dados de 31 de dezembro de dois anos anteriores à quebra. Os valores das variáveis independentes são mantidos constantes, desde 31 de dezembro do ano de referência até o evento da quebra ou de censura do banco, isto é, caso ele não tenha quebrado e não se tenha dados disponíveis. Os autores argumentam que, embora a fixação dos indicadores

pelo período de 12 ou 24 meses possa ser questionada, a qualidade do ajuste e as previsões de resultados do modelo provam sua utilidade.

Lane *et al.* (1986) fazem uma consideração importante com relação à especificação antecipada de probabilidades (*prior probabilities*) de pertinência a um grupo, para o uso da análise discriminante múltipla. Estas probabilidades deveriam ser definidas por uma estimativa razoável da probabilidade de um membro pertencer a um grupo da população, assumindo que a amostra é aleatória. Contudo, continuam os autores, os dados do estudo não constituem uma amostra aleatória, uma vez que eles foram obtidos de forma intencional e pelo processo de comparação para obter o grupo de controle. Assim, as proporções da amostra (29% de bancos que faliram e 71% de bancos que não faliram) foram usadas como probabilidades antecipadas, mesmo impedindo a generalização dos resultados para a população.

Para a classificação dos resultados do modelo Cox, os autores reforçam que se a probabilidade estimada for inferior a algum valor de corte  $C$ , o banco é classificado como falha. A determinação do valor de  $C$  é crítico para o desempenho de tal regra de classificação e é feito de maneira similar à análise logit. Conforme Lane *et al.* (1986), Martin (1977) recomenda um valor de  $C$  igual à proporção de bancos que não falharam contidos na amostra, o que acaba sendo equivalente à atribuição de probabilidades antecipadas para a análise discriminante.

Sendo comparáveis as classificações dos modelos Cox e análise discriminante, os autores enfatizam que a principal contribuição do modelo Cox é a informação adicional referente ao tempo para a falha. Ao se construir o gráfico contendo a probabilidade de sobrevivência e o tempo para um dado vetor  $z$ , a curva resultante pode ser usada como um perfil de sobrevivência para cada banco.

Whalen (1991) avalia o estudo de Lane *et al.* (1986), mencionando que não foram utilizadas variáveis locais econômicas e que a ausência de um indicador de qualidade dos empréstimos pode ter prejudicado aquele modelo, uma vez que a medida de empréstimos não honrados é provavelmente um dos melhores indicadores de ativo problemático, os quais são causa primária de falhas bancárias.

Utilizando também a abordagem proporcional de Cox e dados de falências de bancos americanos no período de 1987 e 1988, Whalen (1991) define os pontos de corte para classificação nos grupos de falha e não falha com base nas proporções da amostra utilizada. Desta forma, seus pontos de corte são 0,88, 0,81 e 0,75 para os horizontes de 12, 18 e 24 meses

de estimação, respectivamente, gerando taxas melhores de acerto do modelo para horizontes de classificação de 24 meses.

Shumway (2001) diferencia-se dos demais estudos pelo rigor na análise inferencial acerca do viés e da consistência dos estimadores utilizados nos estudos de probabilidade de default. O autor argumenta que a maioria das pesquisas estima modelos de classificação de período simples (modelo estático), com dados de falências de múltiplos períodos, ignorando o fato de que as empresas mudam com o tempo, gerando inferências incorretas. O autor propõe o uso de um modelo *hazard* simples, em que o risco de quebra muda ao longo do tempo, em função de seus últimos dados financeiros. Com uma quantidade maior de dados, o modelo produz estimativas mais precisas e resultados fora da amostra superiores. Seu modelo pode ser comparado ao logit, mas sem a exclusão de observações firma/ano.

Em seguida, Shumway (2001) analisa os estimadores de máxima verossimilhança dos modelos estáticos e do modelo *hazard*. Suas proposições, com as respectivas provas analíticas, são que (i) o modelo logit multiperíodo é equivalente ao modelo *hazard* de tempo discreto, utilizando a mesma função de distribuição acumulada como a função da risco; e (ii) segundo as premissas que ele adota, o modelo *hazard* de tempo discreto é consistente para os parâmetros  $\theta$ , diferentemente de um modelo estático.

Com uma amostra de 300 falências de empresas não financeiras da bolsa de Nova Iorque, no período de 1962 a 1992, são avaliados quatro métodos de estimativas de probabilidades por meio das variáveis independentes do Z-Score de Altman, com defasagem dos dados para garantir que as observações se refiram ao ano no qual ocorreu a quebra. Os *outliers* são tratados com o processo de Winsor, no 1° e no 99° percentis.

Tendo por base o ordenamento das classificações fora da amostra em decis baseados nas probabilidades calculadas por cada modelo, o estudo evidencia o maior poder preditivo do modelo tipo *hazard* simples, em que são classificadas no 1° e no 2° decis, respectivamente, 68% e 15% das empresas que faliram.

#### **1.2.4 Instituições Financeiras e o Sistema CAMELS**

No âmbito de sistemas financeiros integrados, pesquisas buscam evidenciar indicadores para a mensuração de riscos sistêmicos ou da importância de instituições sistemicamente importantes (*too-big-to-fail*), como em Capelletto e Corrar (2008), Canedo e Jaramillo (2009), Tabak, Fazio e Cajueiro (2013) e Fazio, Tabak e Cajueiro (2014). Nessa mesma linha, Souza (2014) simula os efeitos de risco crédito, de mudanças no requerimento de capital e

choque de preços no sistema bancário brasileiro, evidenciando que a contribuição de bancos de médio porte também pode ser significativa para o risco sistêmico.

Conforme Chan-Lau (2006), a estimação de probabilidades de default para agentes individuais é o primeiro passo para a avaliação de exposição de crédito e de perdas potenciais. As probabilidades de default são, portanto, os insumos básicos para a análise do risco sistêmico e para testes de estresse de sistemas financeiros. É importante que a análise proativa das medidas de risco sistêmico leve em conta a avaliação individual dos riscos de falência bancária, para cada instituição do sistema, seja de pequeno, médio ou de grande porte.

Especificamente para o caso de bancos, a introdução do sistema de classificação CAMEL pelos reguladores americanos em 1979 deu grande impulso para o desenvolvimento da literatura sobre falências bancárias. O acrônimo CAMEL representa *Capital adequacy, Asset quality, Management quality, Earnings and Liquidity* e constitui uma ferramenta de supervisão bancária para avaliação da solidez de instituições financeiras. Em 1996 foi acrescentado o item *Sensitivity to market risk* à sigla atualmente conhecida como CAMELS.

Pioneiro na utilização da regressão logística para predição de falhas bancárias, Martin (1977) analisa a importância de modelos de alerta antecipado, tanto do ponto de vista teórico quanto prático, para a medida de solidez do sistema bancário comercial e implicação para supervisores, reguladores e usuários do sistema. O autor avalia as diferentes abordagens para a definição da variável dependente, isto é, o que constitui uma falha bancária: a constatação de patrimônio líquido negativo; a impossibilidade de continuar suas operações sem incorrer em perdas que resultariam em patrimônio negativo; e a intervenção pela supervisão bancária para coordenação de fusões e aquisições.

Para a análise empírica, Martin (1977) utiliza 5.700 bancos do sistema Federal Reserve dos EUA, em que houve 58 casos de quebras no período entre 1970 e 1976. Com o uso da análise logit e da análise discriminante, são geradas combinações de oito variáveis independentes no ano  $t$  para analisar o modelo com maior poder explicativo no ano  $t + 1$ . Os resultados não apresentam estabilidade, sendo que algumas variáveis têm poder explicativo em alguns períodos e até mesmo sinal contrário ao esperado em períodos seguintes. O autor pondera que os critérios de solidez bancária podem variar ao longo do ciclo de negócio. Em períodos em que falências são extremamente raras, a relação entre adequação de capital, por exemplo, e a ocorrência de quebras será fraca. Em períodos de estresse financeiro, as medidas de lucro e a composição dos ativos podem ser indicadores de risco.



West (1985) explora a combinação da análise de fatores e da regressão logística para a medida das condições individuais de bancos comerciais e atribuição de probabilidades de problemas, tendo como variáveis explanatórias indicadores financeiros comumente utilizados e informações extraídas de inspeções bancárias. Os fatores produzidos para uso na estimação logit são similares ao sistema de classificação CAMEL, utilizado nos trabalhos de campo dos supervisores bancários. São utilizadas 19 variáveis que caracterizam dependência em relação a determinadas categorias de empréstimos, fonte de captação, liquidez, adequação de capital, custos de captação, tamanho do banco, medidas de resultado, qualidade e risco da carteira. Os escores produzidos pela análise de fatores foram direcionados para o modelo logit, além da classificação obtida pelo CAMEL (rating [1,2]: bancos saudáveis; rating [3,5]: bancos problemáticos). Com a amostra analisada, composta por 1.900 bancos, nos anos de 1980 a 1982, o resultado alcançado pela combinação descrita foi de aproximadamente 90% de acertos

Preocupados com as medidas de desempenho de modelos de alerta antecipado – como os de Martin (1977) e de West (1985) – Korobow e Stuhr (1985) propõem uma nova medida ponderada de análise de eficiência, para corrigir o problema relativo ao pequeno percentual da amostra referente a bancos problemáticos: eficiência ponderada = percentual de classificações corretas \*  $VP/(VP+FP)$  \*  $VP/(VP+FN)$ , onde VP, FP e FN correspondem às classificações na matriz de contingência. Além de observar a existência de diferentes níveis de separação (*cutoff /threshold*) de bancos saudáveis e críticos nos modelos avaliados, os autores aplicam a nova medida proposta, evidenciando a baixa performance de modelos de alerta antecipado.

Em situações em que a amostra é composta por baixo número de eventos no grupo de tratamento (insolventes) em relação ao grupo de controle (solventes), Lane, Looney e Wansley (1986) fazem uma consideração importante com relação à especificação antecipada de probabilidades (*prior probabilities*) de pertinência a um grupo, para o uso na análise. Estas probabilidades devem ser definidas por uma estimativa razoável da probabilidade de um membro pertencer a um grupo da população, assumindo que a amostra é aleatória.

Um dos modelos mais utilizados como indicador de risco bancário é o Z-score (homônimo do indicador produzido por Altman em 1968), apresentado por Boyd e Runkle (1993), que testam duas importantes teorias aplicadas a bancos – a assimetria informacional entre os agentes e o risco moral resultante de sistemas seguradores de depósitos – que indicam correlação entre tamanho da empresa e seu desempenho. O indicador Z-score é gerado como uma medida de risco para bancos de grande porte, utilizando como variáveis a taxa de retorno

sobre os ativos e a razão entre patrimônio e ativos. Os autores observam que as estimativas com dados contábeis para o Z-score podem não gerar bons resultados.

Chiaramonte, Croci e Poli (2015) usam o Z-score e avaliam que sua popularidade advém da simplicidade de seu cômputo, requerendo poucos dados:  $Z\text{-score} = (\text{ROA} + \text{Equity/Asset})/\sigma_{\text{ROA}}$ . Chiaramonte et al. (2015) aplicam o indicador Z-score e o sistema CAMELS para uma amostra de bancos europeus, concluindo que a habilidade daquele indicador é tão boa quanto as covariáveis desse sistema para a identificação de eventos de estresse financeiro e mais eficaz quando se trata de modelos de negócio sofisticados, como no caso de grandes bancos. Os autores argumentam que outras medidas como a distância para o default de Merton (1974) e preços de *credit default swaps* são inviáveis para uso na presença de bancos não listados em bolsas.

Os indicadores CAMELS também são utilizados por Betz, Oprica, Peltonen e Sarlin (2014) para analisar situações de estresse financeiro em instituições bancárias europeias, com observações trimestrais no período de 2000 a 2013. Os autores definem três categorias de dificuldade financeira: i) falências, ii) auxílios estatais para bancos em dificuldades, tanto pela injeção direta de capital quanto pela participação em programas de proteção ou de garantia; e iii) soluções pelo setor privado para fusões e aquisições de entidades em dificuldades financeiras.

Como metodologia para o estudo de estresse financeiro, Betz et al. (2014) apontam que há preferência pela modelagem do tipo *logit pooled* em relação à análise de dados em painel, em função da relativa pequena quantidade de casos de crises. Ao invés de utilizar variáveis explanatórias defasadas, Betz et al. (2014) definem a variável dependente como “1” nos oito trimestres anteriores ao evento de dificuldade financeira e “0” caso contrário, e usam um modelo logit recursivo, com estimações trimestrais por meio de janelas crescentes de dados.

### **1.3 Metodologia de Pesquisa**

#### **1.3.1 Fontes de Dados, Seleção da Amostra e Apoio Computacional**

A base de dados para o estudo é composta de informações do Plano Contábil das Instituições Financeiras (COSIF), disponíveis no sítio do Banco Central do Brasil; de séries históricas de indicadores econômicos, obtidas no sítio do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; de índices de preços do mercado mobiliário, disponíveis no sítio da BM&FBovespa (denominada B3, após a fusão com a Cetip em 2007); de publicações sobre regimes especiais decretados pelo Banco Central (Regime de Administração Especial Temporária, Decreto-Lei

2.321/1987; Intervenção ou Liquidação Extrajudicial, Lei 6.024/1974); e de eventos de fusão e aquisição com pressupostos de dificuldades financeiras pela instituição adquirida, noticiados pela mídia do país. A janela de análise abrange o período de janeiro/2006 a junho/2014, o que permite incorporar o período da última crise financeira e uma série de eventos de estresse financeiro necessários ao estudo.

Ao todo, a amostra contém 142 instituições financeiras, já considerando a exclusão de 17 instituições para as quais não foi possível calcular as variáveis independentes, e também da Caixa Econômica Federal e do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), por suas especificidades. A descrição da amostra encontra-se no Quadro 1.2. O grupo de tratamento (Quadro 1.3) possui 9 instituições financeiras, as quais passaram por processos de intervenção e/ou liquidação ou foram consideradas pelos autores, para fins deste estudo, como eventos de fusão e aquisição com pressupostos de estresse financeiro.

Quadro 1.2 – Descrição da Amostra por Atributos Categóricos

<b>Categoria</b>	<b>Atributo</b>	<b>Qtde IF</b>	<b>Ativos (R\$ bi)</b>	<b>Participação de Mercado</b>
Tipo	Conglomerado <sup>a</sup>	62	4.820,18	93%
	Banco	80	373,80	7%
Porte <sup>b</sup>	Grande	9	4.340,81	83,5%
	Médio	16	484,13	9,3%
	Pequeno	53	330,35	6,4%
	Micro	64	38,70	0,8%
Controle	Público	9	1.399,75	27%
	Privado Nacional	77	2.592,93	50%
	Privado Estrangeiro	56	1.201,30	23%
Carteira	Comercial, Múltiplo c/ Carteira Comercial	114	5.072,87	98%
	Múltiplo s/ Carteira Comercial, Banco de Investimento	28	121,11	2%
Capital Social	Aberto	22	3.982,06	77%
	Fechado	120	1.211,92	23%

<sup>a</sup> Conjunto de IFs que possuem entre si algum tipo de controle ou participação societária.

<sup>b</sup> Calculado conforme metodologia descrita em Bacen (2012, p.63).

Fonte: Amostra do Estudo

Os dados de balancete foram obtidos em base mensal, totalizando aproximadamente 2,7 milhões de registros (linhas). Utilizou-se como forma de apoio computacional para a pesquisa um sistema gerenciador de banco de dados, automatização de consultas estruturadas e linguagem de programação procedural para a montagem do painel e para a implementação das sinalizações do modelo de alerta antecipado. O pacote estatístico Stata foi usado para os procedimentos econométricos.

Quadro 1.3 – Amostra de Instituições Financeiras com Pressupostos de *Financial Distress* <sup>a</sup>

Instituição Financeira	Porte	Desdobramentos	Data de Referência
UNIBANCO	Grande	Fusão com Itaú	10/2008
PANAMERICANO	Médio	Aquisição pelo BTG Pactual	11/2010
MATONE	Micro	Aquisição pelo JBS	01/2011
MORADA	Micro	Ato Presi 1.185-04/2011 – Intervenção Ato Presi 1.205-10/2011 – Liquidação Extrajudic.	04/2011
SCHAHIN	Pequeno	Aquisição pelo BMG	04/2011
PROSPER	Micro	Ato Presi 1.235-09/2012 – Liquidação Extrajudic.	04/2012
CRUZEIRO	Pequeno	Ato Presi 1.217-06/2012 – RAET Ato Presi 1.230-09/2012 – Liquidação Extrajudic.	04/2012
BVA	Micro	Ato Presi 1.238-10/2012 – Intervenção Ato Presi 1.251-06/2013 – Liquidação Extrajudic.	10/2012
RURAL	Pequeno	Ato Presi 1.256-08/2013 – Liquidação Extrajudic.	07/2013

<sup>a</sup> Tabela gerada a partir de levantamento de casos de intervenção e/ou liquidação pelo Banco Central, bem como de casos de F&A com pressupostos de estresse financeiro. A relação foi submetida a consultas a especialistas em supervisão bancária para minimizar a possibilidade de erros na admissão de casos no grupo de tratamento.

Fonte: Amostra do estudo

### 1.3.2 Variáveis do Estudo

A seleção das variáveis explanatórias baseou-se nos estudos de West (1985), Lane et al. (1986) e Betz et al. (2014), que utilizaram o sistema CAMELS de avaliação de instituições financeiras, e na disponibilidade de informações contábeis no COSIF. A Tabela 1.1 traz a estatística descritiva das variáveis explanatórias. A análise do indicador de *Variance Inflation Factor* evidencia a ausência de multicolinearidade entre as variáveis (Tabela 1.2).

Quadro 1.4 – Variáveis do Estudo

Indicador	Categoria	Descrição (Contas COSIF)
CAP	Capital	61000001: Patrimônio Líquido / 13000004: Títulos e Valores Mobiliários e Instrum. Financ. Derivativos + 14000003: Relações Interfinanceiras + 15000002: Relações Interdependências + 16000001: Operações de Crédito + 17000000: Operações de Arrendamento Mercantil + 18000009: Outros Créditos + 19000008: Outros Valores e Bens
PROV	Qualidade do Ativo	16900008: Provisões para Operações de Crédito / 31000000: Total da Carteira
DESP	Qualidade da Gestão	81100008: Despesas de Captação / 40000008: Circulante e Exigível a Longo Prazo
ROA	Resultados	71000008: Receitas Operacionais – 81000005: Despesas Operacionais / 10000007: Circulante e Realizável a Longo Prazo + 20000004: Permanente
LIQ <sup>a</sup>	Liquidez	11000006: Disponibilidades + 12000005: Aplicações Interfinanceiras de Liquidez + 13100007: TVM Livres / 41000007: Depósitos + 42000006: Obrigações por Operações Compromissadas
PART_SIS	Participação de mercado	10000007: Circulante e Realizável a Longo Prazo + 20000004: Permanente

PERC_CRED	% carteira de crédito	16000001: Operações de Crédito
PERC_TVM	% carteira TVM	13000004: Títulos e Valores Mobiliários e Instrum. Financ. Derivativos
IBOV6M	Ibovespa	Retorno acumulado de 6 meses
IFNC6M	Índice IFNC	Retorno acumulado de 6 meses
CRESC_PIB	Produto Interno Bruto	Variação percentual anual (Fonte: IBGE)
DESEMP	Índice de desemprego	Índice mensal (Fonte: IBGE)

<sup>a</sup> A conta 49900009 (Outras Obrigações) foi acrescentada ao denominador nos casos em que havia divisão por 0.

Tabela 1.1 – Estatística Descritiva das Variáveis do Estudo

Variáveis <sup>c</sup>	CAMELS	$\bar{x}$	<i>s</i>	Máx.	Mín.	Mediana	Assimetria <sup>b</sup>	Curtose <sup>b</sup>
CAP <sup>a</sup>	C	35,54	49,18	319,75	-30,67	20,28	3,79	19,18
PROV	A	5,39	7,35	40,30	0,01	3,64	4,99	39,44
DESP	M	1,83	1,98	6,50	0,01	1,46	14,92	525,20
ROA	E	0,09	1,23	2,27	-2,58	0,13	-10,35	609,10
LIQ <sup>a</sup>	L	8,59	51,67	464,68	0,01	0,56	8,04	68,56
PART_SIS	-	0,78	3,29	24,25	0,0001	0,05	5,65	35,42
PERC_CRED	-	41,58	26,89	92,43	0,05	37,83	0,23	1,94
PERC_TVM	-	22,10	19,13	95,58	0,00	18,16	1,23	4,45
IBOV6M	-	5,30	20,59	56,84	-51,68	0,81	0,04	3,14
IFNC6M	-	9,87	21,63	88,25	-34,56	7,17	0,94	4,78
CRESC_PIB	-	3,17	2,75	7,53	-0,33	2,73	0,17	1,81
DESEMP	-	7,21	1,78	10,70	4,60	7,10	0,33	1,91

<sup>a</sup> Estatísticas das variáveis CAP e LIQ com *winsorização* unicaudal no 99º percentil (122 observações afetadas).

<sup>b</sup> Distribuição normal: assimetria=0 e curtose=3.

<sup>c</sup> Não foram detectadas multicolinearidades entre as variáveis selecionadas.

Tabela 1.2 – Variance Inflation Factor

Variável	VIF	1/VIF
LIQ	1,27	0,7869
CAP	1,24	0,8061
PROV	1,12	0,8946
DESP	1,03	0,9674
ROA	1,03	0,9703
Média	1,14	

As seguintes variáveis de controle foram adicionadas: variável contínua participação de mercado (PART\_SIS); variável contínua percentual da carteira de crédito (PERC\_CRED); e variável contínua percentual da carteira de títulos e valores mobiliários (PERC\_TVM).

A participação de mercado foi calculada em função do total de ativos de cada instituição em relação às demais instituições da amostra. Os percentuais das carteiras de crédito e de título e valores mobiliários foram calculados em função do todas as carteiras geridas pela instituição.

Também foram utilizados os retornos acumulados de 6 meses do índice da bolsa BM&FBovespa (IBOV6M) e do índice do segmento financeiro de valores mobiliários (IFNC6M), a variação anual do produto interno bruto (CRESC\_PIB) e a taxa de desemprego anual (DESEMP).

Para a definição das duas variáveis dependentes relacionadas aos horizontes temporais de predição do modelo, foram geradas as variáveis Y12 e Y24, seguindo Betz et al. (2014):

$$Y_{12_{i,t}} = \begin{cases} 1, & \text{se } (i \in \text{grupo de tratamento}) \text{ e } (\text{data do evento}_i - 12 < t \leq \text{data do evento}_i) \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (1)$$

$$Y_{24_{i,t}} = \begin{cases} 1, & \text{se } (i \in \text{grupo de tratamento}) \text{ e } (\text{data do evento}_i - 24 < t \leq \text{data do evento}_i) \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (2)$$

Assim, conforme a Equação (1), foram atribuídas sequências de 12 valores iguais a “1” para Y12 nas situações em que a instituição pertence ao grupo de tratamento e a data de referência da observação for igual ou inferior a 12 meses do evento de financial distress. Analogamente, foi utilizada a janela temporal de 24 meses para a definição de Y24.

### 1.3.3 Modelagem

A regressão logística binomial é empregada na estimação dos parâmetros do modelo para predição de probabilidades de estresse. Na regressão logística, a variável  $z$  é formada pelo vetor de covariáveis e respectivos parâmetros, sendo que a função de transformação é utilizada para gerar um valor entre zero e um, representando a probabilidade de ocorrência do evento de interesse para cada observação da amostra:

$$z = \beta_0 + \boldsymbol{\beta}' \mathbf{X}_{it} \quad (3)$$

$$P(Y_{it} = 1 | z) = \frac{e^z}{1 + e^z} \quad (4)$$

Para um conjunto de  $n$  observações, a probabilidade conjunta e sua resolução pela função de máxima verossimilhança, respectivamente, são dadas pelas equações a seguir:

$$f(Y_1 \dots Y_n) = \prod_1^n f_i(Y_i) = \prod_1^n P_i^{Y_i} (1 - P_i)^{1 - Y_i} \quad (5)$$

$$\ln f(Y_1 \dots Y_n) = \sum_1^n [Y_i \ln P_i + (1 - Y_i) \ln(1 - P_i)] \quad (6)$$

A regressão logística com dados empilhados tem sido utilizada em estudos deste gênero, conforme analisam Betz et al. (2014) e Sarlin (2013). Desta forma, o modelo logit pooled foi utilizado para a regressão das variáveis independentes sobre a variável dependente selecionada.

Os dados foram agrupados em painel, com as unidades de corte transversal acompanhadas ao longo do período amostral (dimensões espacial e temporal). O painel é do tipo não-balanceado, pois, eventualmente, por falta de dados nos balancetes mensais, alguns indicadores econômico-financeiros não foram calculados. Das 12.136 observações totais do painel, 10.994 são observações completas, contendo valores para todas as variáveis independentes.

### 1.3.3.1 Sinalizações de Alerta Antecipado

Tendo em conta que as observações coletadas são mensais, não seria eficiente gerar sinalizações de estresse financeiro se, por ventura, ocorresse a identificação de uma probabilidade alta isoladamente, isto é,  $P(Y_{it}=1)$ , para uma determinada instituição financeira. Isso tenderia a gerar altos custos de erros de classificação por eventuais falsos alarmes (falsos positivos).

Assim, para fins das sinalizações de alerta antecipado, define-se neste estudo que as sinalizações de estresse financeiro ou de retorno à normalidade serão efetuadas quando ocorrerem sequências de seis observações com  $P(Y_{it}=1)$  ou  $P(Y_{it}=0)$ , respectivamente. Desta forma, partindo-se dos estados iniciais sem sinalização ( $S_{i,t=0} = \emptyset$ ) para cada instituição financeira para  $t=0$ , são geradas as sinalizações indicativas de normalidade (0) e de estresse (1) para o período  $t=6...T$  (06/2006 a 06/2014 na amostra):

$$S_{i,t} = \begin{cases} 0 & , \text{ se } \hat{Y}_{i,t=[t-5...t]} = 0 \text{ e } S_{i,t-6} \in \{1, \emptyset\} \\ 1 & , \text{ se } \hat{Y}_{i,t=[t-5...t]} = 1 \text{ e } S_{i,t-6} \in \{0, \emptyset\} \\ \emptyset & , \text{ caso contrário} \end{cases} \quad (7)$$

Para a montagem da tabela de contingência e aferição do modelo, são avaliadas as sinalizações geradas em relação ao que foi de fato observado. A avaliação das sinalizações gera as classificações de verdadeiros e falsos positivos e de verdadeiros e falsos negativos:

$$A(S_{i,t}) = f(S_{i,t}, Y_{i,t=[t,t+12]}) = \begin{cases} VP & , \text{ se } S_{i,t} = 1 \text{ e } \exists (Y_{i,t=[t,t+12]} = 1) \\ FP & , \text{ se } S_{i,t} = 1 \text{ e } \nexists (Y_{i,t=[t,t+12]} = 1) \\ VN & , \text{ se } S_{i,t} = 0 \text{ e } Y_{i,t=[t,t+12]} = 0 \\ FN & , \text{ se } S_{i,t} = 0 \text{ e } \exists (Y_{i,t=[t,t+12]} = 1) \end{cases} \quad (8)$$

## 1.4 Análise dos Resultados

### 1.4.1 Testes Preliminares

Foram realizados, inicialmente, testes de comparação entre as médias amostrais dos indicadores financeiros para os dois grupos de instituições (Tabela 1.3), constatando-se o potencial de discriminação das variáveis selecionadas.

Também foram realizados testes univariados (Tabela 1.4). As variáveis possuem poder preditivo com significância ao nível de 1%, sendo mais indicadas para o horizonte temporal de 12 meses, conforme denotado pelo indicador AUC (*Area Under the Curve*), com exceção da variável liquidez, que mostra ligeira superioridade para regressões sobre Y24. Desta forma, os testes posteriores dos modelos econométricos foram realizados com a variável dependente Y12.

Tabela 1.3 – Médias Amostrais, por Grupos (Normal, Estresse)

Variável	IF Normal		IF Estresse Financeiro		$\Delta$ Médias	Teste U <sup>a</sup>
	$\bar{x}$	<i>s</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>		
CAP <sup>b,d</sup>	35,75	49,34	12,24	9,61	-23,51	-9,14 *** <sup>c</sup>
PROV	5,36	7,33	8,39	8,30	3,03	6,49 ***
DESP	1,83	1,98	2,57	1,68	0,74	5,42 ***
ROA	0,10	1,20	-1,00	2,95	-1,10	-7,34 ***
LIQ <sup>b,d</sup>	8,66	51,89	0,50	0,37	-8,16	-4,82 *** <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Teste U de Mann-Whitney (Wilcoxon).

<sup>b</sup> Estatísticas das variáveis CAP e LIQ com *winsorização* unicaudal no 99º percentil (122 observações afetadas).

<sup>c</sup> As significâncias dos testes são mantidas para as distribuições CAP e LIQ originais ( $\bar{x}_{CAP} = 53,13$ ;  $s_{CAP} = 945,23$ ;  $\bar{x}_{LIQ} = 256,29$ ;  $s_{LIQ} = 5.903,43$ ).

<sup>d</sup> As distribuições originais são utilizadas para as estimações dos modelos.

\*\*\* Significância (1%)

Tabela 1.4 – Análise Univariada com Regressões Logit *pooled*

Variável	Função MV	LR $\chi^2$ (1)	McFadden R2	Coefficiente	<i>z</i> <sup>a</sup>	P-Value	AUC Y12 <sup>b</sup>	AUC Y24 <sup>c</sup>
CAP	-558,75	108,01	0,09	-0,100	-7,95	0,000	0,76	0,74
PROV	-597,89	11,26	0,01	0,029	4,06	0,000	0,68	0,66
DESP	-607,34	5,48	0,01	0,051	3,04	0,002	0,65	0,64
ROA	-601,93	21,26	0,02	-0,149	-4,55	0,000	0,71	0,61
LIQ	-592,20	40,91	0,03	-0,791	-3,84	0,000	0,63	0,64

<sup>a</sup> Estatística *z* para regressões sobre Y12.

<sup>b,c</sup> AUC (Área sob a curva ROC) para as regressões sobre Y12 e Y24.

Utilizando a amostra completa, foram testados 3 modelos econométricos, com acréscimo sucessivo de variáveis independentes, iniciando-se pelo modelo mais simples com apenas os indicadores financeiros e as variáveis de controle. No segundo modelo foram incluídos os índices de mercado e no terceiro modelo foram acrescentados os indicadores macroeconômicos.

Constata-se na Tabela 1.5 que o modelo inicial apresenta bom poder preditivo, com área sob a curva ROC (AUC) maior que as obtidas pelas análises univariadas (Tabela 1.4), mas é superado pelo modelo n° 2, que considera indicadores de mercado na estimação dos parâmetros. O desempenho aumenta quando as covariáveis macroeconômicas são incorporadas (AUC=89%), corroborando Peresetsky et al. (2011) e Betz et al. (2014), sendo o efeito benéfico



de acréscimo de variáveis confirmado pelas medidas de ajustamento, como os critérios de informação de Akaike (AIC) e de Schwarz (BIC).

Tabela 1.5 – Desempenho dos Modelos <sup>a</sup>

McFadden R2	AIC	BIC	Cox-Snell R2	Cragg-Uhler R2	% Acerto Total	% VP	% FP	% FN	KS <sup>b</sup>	AUC <sup>c</sup>
Modelo n° 1: $Y_{12} = f(\text{Indicadores financeiros, Var. Controle})$										
0,155	1035,4	1101,2	0,017	0,162	67,07	82,24	33,08	17,76	1,32	0,84
Modelo n° 2: $Y_{12} = f(\text{Indicadores financeiros, Índices Mercado, Var. Controle})$										
0,162	1031,3	1111,7	0,018	0,169	68,16	85,05	32,01	14,95	1,48	0,85
Modelo n°3: $Y_{12} = f(\text{Indicadores financeiros, Índices Mercado, Macroeconomia, Var. Controle})$										
0,212	974,4	1069,4	0,023	0,222	74,00	89,72	26,16	10,28	2,16	0,89

<sup>a</sup> Número de observações: 10.994. VP (Verdadeiros Positivos); FP (Falsos Positivos); FN (Falsos Negativos).

<sup>b</sup> Indicador de desempenho de Korobow e Stuhr (Eficiência ponderada = % classificações corretas \* VP/(VP+FP) \* VP/(VP+FN).

<sup>c</sup> AUC (Área sob a curva ROC).

Observa-se, também, que a taxa de verdadeiros positivos aumenta para cerca de 89%, enquanto que o índice de desempenho de Korobow e Stuhr (1985) também demonstra essa melhora. Os Erros Tipo I (classificação de estresse financeiro equivocadamente como situações normais) caem para 10%. Diante desses resultados, os testes seguintes são conduzidos conforme a especificação do modelo n° 3.

#### 1.4.2 Ajustamento, Adequação e Validação do Modelo

Tserng, Chen, Huang, Lei e Tran (2014) ressaltam que a construção de um modelo preditivo requer a validação em amostra distinta (*cross-validation*) da estimação, para evitar o problema de superadequação (*over-fitting*), que resultaria em modelos que têm bom desempenho apenas na amostra utilizada.

Para isso, a amostra total de 10.994 observações foi dividida em dois subconjuntos: o primeiro, com 70% das observações e 5/9 dos casos de estresse financeiro, foi utilizado na estimação dos parâmetros, e o segundo subconjunto da amostra, com 30% das observações e 4/9 dos casos do evento de interesse, foi destinado aos testes de validação (*out-of-sample*).

A estimação do modelo encontra-se na Tabela 1.6. A classificação das observações da amostra de estimação encontra-se na Tabela 1.7.

Tabela 1.6 – Estimação do Modelo <sup>a</sup>

Y12	$\beta$	Erro Padrão <sup>b</sup>	z	Erro Padrão	z	Erro Padrão	z	exp( $\beta$ )
		(1)		(2)		(3)		
Intercepto	3,250	1,232	2,64 ***	0,931	3,49 ***	1,699	1,91 *	25,78
CAP	-0,062	0,015	4,10 ***	0,013	4,71 ***	0,030	2,10 **	0,94
PROV	0,058	0,018	3,26 ***	0,012	4,61 ***	0,026	2,27 **	1,06
DESP	0,056	0,030	1,93 **	0,017	3,26 ***	0,026	2,16 **	1,05
ROA	-0,466	0,086	5,41 ***	0,076	6,13 ***	0,137	3,40 ***	0,63
LIQ	-0,984	0,204	4,82 ***	0,162	6,07 ***	0,373	2,63 ***	0,36
PART_SIS	-0,053	0,045	1,18	0,019	2,78 ***	0,067	0,79	0,95
PERC_CRED	-0,014	0,009	1,61 *	0,005	3,06 ***	0,013	1,08	0,99
PERC_TVM	0,022	0,009	2,48 ***	0,007	3,01 ***	0,023	0,94	1,02
IBOV6M	0,059	0,020	2,89 ***	0,018	3,26 ***	0,009	6,89 ***	1,06
IFNC6M	-0,072	0,023	3,13 ***	0,021	3,49 ***	0,011	6,56 ***	0,93
CRESC_PIB	0,213	0,062	3,42 ***	0,059	3,60 ***	0,079	2,69 ***	1,24
DESEMP	-1,031	0,158	6,53 ***	0,123	8,34 ***	0,277	3,72 ***	0,36
Função MV	-316,8							
McFadden R2	0,24							
LR $\chi^2$ (12)	198,9							
Prob > $\chi^2$	0,000							

<sup>a</sup> Número de observações: 7.585.

<sup>b</sup> A matriz de variâncias e covariâncias dos estimadores foi calculada pelo método padrão de mínimos quadrados no modelo (1), e com correção de heteroscedasticidade por ajustes de White no modelo (2) e com ajustes por clusterização no modelo (3).

\*\*\* Significância (1%); \*\* Significância (5%); \* Significância (10%)

Tabela 1.7 – Tabela de Contingência (Estimação do Modelo)

Classificação	Realidade			Total
	Estresse	Normal	Total	
Estresse	60	1.785 <sup>b</sup>	1.845	
Normal	14 <sup>a</sup>	5.726	5.740	
Total	74	7.511	7.585	

<sup>a</sup> Falsos Negativos (Erro Tipo I)

<sup>b</sup> Falsos Positivos (Erro Tipo II)

Considerando-se os estimadores com resíduos calculados pelo método dos mínimos quadrados, foram obtidos 4/5 dos indicadores financeiros com significância ao nível de 1% (capitalização, provisionamento, liquidez e retorno sobre os ativos), sendo a variável de despesas de captação significativa ao nível de 5%. Quando se aplica a correção de White para presença de heteroscedasticidade nos termos de erro, todos os coeficientes apresentam significância a 1%. A estimativa dos resíduos com o critério de clusterização corrobora os achados anteriores. Os sinais das variáveis foram os esperados: aumentos nos níveis de capitalização, do ROA e de liquidez diminuem a probabilidade de estresse financeiro, enquanto que o aumento nas despesas de captação e de provisionamento de operações de crédito aumentam essa probabilidade.

Vale observar que o aumento de um ponto percentual no retorno sobre os ativos, tudo mais constante, diminui o risco de dificuldades financeiras em torno de 37% (razão de chances). Esse impacto é maior com relação ao indicador de liquidez, cuja inferência é de uma diminuição de cerca de 64% na probabilidade de estresse para o aumento de um ponto percentual.

Por outro lado, cada ponto percentual de aumento no indicador de despesas de captação (DESP) gera um aumento da expectativa de probabilidade de estresse financeiro na ordem de 5%. Para a variável de provisionamento o aumento é quase da mesma ordem (6%), sugerindo que a elevação de provisões de carteiras não necessariamente representa ativos de crédito de pior qualidade.

A análise dos resíduos da estimação do modelo linear generalizado (Gráfico 1.1) aponta a presença de *outliers* nas observações, que se referem principalmente às variáveis de capitalização e de liquidez. Porém, a utilização das distribuições dessas variáveis com *winsorização* no 95% percentil não alterou os resultados gerais dos testes.

As curvas ROC para os testes na amostra e fora da amostra (Gráfico 1.2) evidenciam que as classificações apontadas pelo modelo em estudo diferenciam-se de uma classificação aleatória, que possui probabilidades iguais para falha e não-falha (linha de referência, cuja AUC é 0,50). Percebe-se no Gráfico 1.2 que, enquanto as classificações de verdadeiros positivos (sensibilidade) alcançam cerca de 75%, as classificações de falsos positivos (1 – especificidade) atingem apenas cerca de 12%, para um determinado *cutoff*.

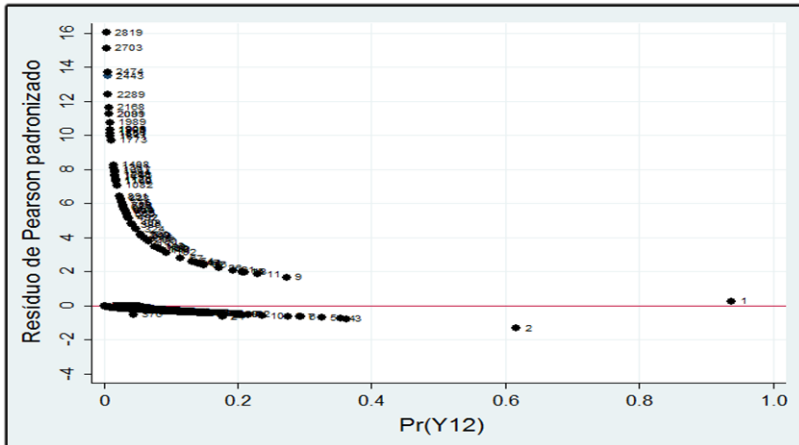


Gráfico 1.1 – Resíduos de Pearson

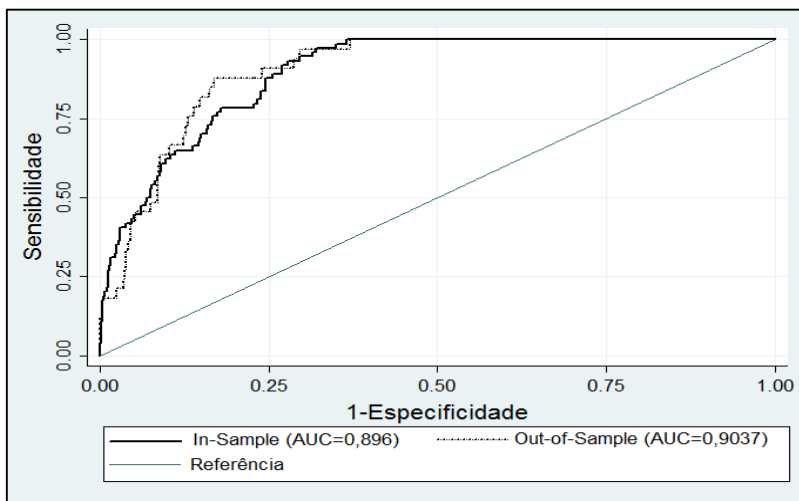


Gráfico 1.2 – Curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*)

Conforme a Tabela 1.8, a estimativa com dados fora da amostra corrobora o poder preditivo do modelo, tanto em relação ao percentual de acerto total quanto às classificações específicas de Erro Tipo I (falsos negativos) e Erro Tipo II (falsos positivos).

Tabela 1.8 – Testes na Amostra e Fora da Amostra

Modelo	Nº Obs.	% Acerto Total	% VP	% FP	% FN	KS <sup>a</sup>	AUC <sup>b</sup>
Modelo nº 3 – Estimação	7.585	76,28	81,08	23,77	18,92	2,01	0,896
Modelo nº 3 – Validação	3.409	71,22	93,94	29,00	6,06	2,05	0,903

<sup>a</sup> Indicador de desempenho de Korobow e Stuhr (Eficiência ponderada = % classificações corretas \* VP/(VP+FP) \* VP/(VP+FN).

<sup>b</sup> AUC (Área sob a curva ROC).

VP (Verdadeiros Positivos); FP (Falsos Positivos); FN (Falsos Negativos)

### 1.4.3 Sinalizações

Finalmente, foi aplicado o algoritmo para as sinalizações do modelo de alerta antecipado (Equação 7) e respectivas avaliações (Equação 8). Das nove instituições financeiras que passaram por estresse financeiro no período amostral, oito receberam sinalização de estresse (Tabela 1.9). Dentre as instituições que foram corretamente classificadas, encontra-se um caso de fraude, o que demonstra que a análise multivariada permite a conjugação de vários fatores para a identificação dos eventos de interesse.

A Tabela 1.10 traz o resumo de desempenho dos modelos de estimação, de validação e das sinalizações do modelo de alerta antecipado. Com indicador de desempenho superior (4,95), a modelagem para sinalização de alertas, com base na necessidade de uma sequência de probabilidades mensais de estresse para caracterizar o alerta, demonstrou constituir-se em uma abordagem eficaz e tempestiva para o acompanhamento microprudencial, ao nível das instituições financeiras, bem como de produzir insumos para contribuir no monitoramento do risco sistêmico, conforme observa Chan-Lau (2006).

Tabela 1.9 – Tabela de Contingência (Sinalizações)

Classificação	Realidade			Total
		Estresse	Normal	
Estresse		8	90 <sup>b</sup>	98
Normal		1 <sup>a</sup>	187	188
Total		9	277	286

<sup>a</sup> Falsos Negativos (Erro Tipo I)

<sup>b</sup> Falsos Positivos (Erro Tipo II)

Tabela 1.10 – Testes na Amostra, Fora da Amostra e Sinalizações

Modelo	Nº Obs.	% Acerto Total	% VP	% FP	% FN	KS <sup>a</sup>	AUC <sup>b</sup>
Modelo nº 3 – Estimação	7.585	76,28	81,08	23,77	18,92	2,01	0,896
Modelo nº 3 – Validação	3.409	71,22	93,94	29,00	6,06	2,05	0,903
Sinalizações – Alerta Antecipado	10.994	68,18	88,89	32,49	11,11	4,95	-

<sup>a</sup> Indicador de desempenho de Korobow e Stuhr (Eficiência ponderada = % classificações corretas \*  $VP/(VP+FP) * VP/(VP+FN)$ ).

<sup>b</sup> AUC (Área sob a curva ROC).

VP (Verdadeiros Positivos); FP (Falsos Positivos); FN (Falsos Negativos)

É importante observar que, dado o grupo de tratamento, a única instituição que não obteve sinalização de estresse financeiro (Unibanco) teve três sinalizações mensais consecutivas com  $P(\widehat{Y}) = 1$ , mas o critério para sinalização como alerta requeria uma sequência de seis meses com  $P(\widehat{Y}) = 1$ . Ressalta-se que a sensibilidade ao risco de mercado foi a única dimensão do sistema CAMELS não incluída no modelo de pesquisa, por inviabilidade de seu cômputo por

meio dos dados utilizados. Por outro lado, a covariável PERC\_TVM busca incorporar esse aspecto ao modelo, como uma medida do percentual da carteira de títulos e valores mobiliários, sem considerar outros fatores de risco de mercado, como exposições a derivativos (*off-balance*), que em momentos de crise, como a de 2007/8, podem gerar elevadas chamadas de margens e perdas efetivas nos contratos. Há que se ponderar, todavia, que tal instituição pode, na realidade, não ter sofrido estresse financeiro como suposto no estudo.

Foram geradas 90 sinalizações indevidas como Erro Tipo II, cujo custo de classificação tende a ser menor do ponto de vista da supervisão bancária, que tem como rotina o acompanhamento de todas as instituições financeiras. Como 16% desse total se referem a bancos de controle público, o desempenho do modelo de alerta antecipado poderia aumentar se da amostra da pesquisa não participassem tais instituições. No entanto, optou-se por manter a amostra completa, com exceção das exclusões citadas na seção de metodologia. O Gráfico 1.3 apresenta as probabilidades médias de default por tipo de controle.

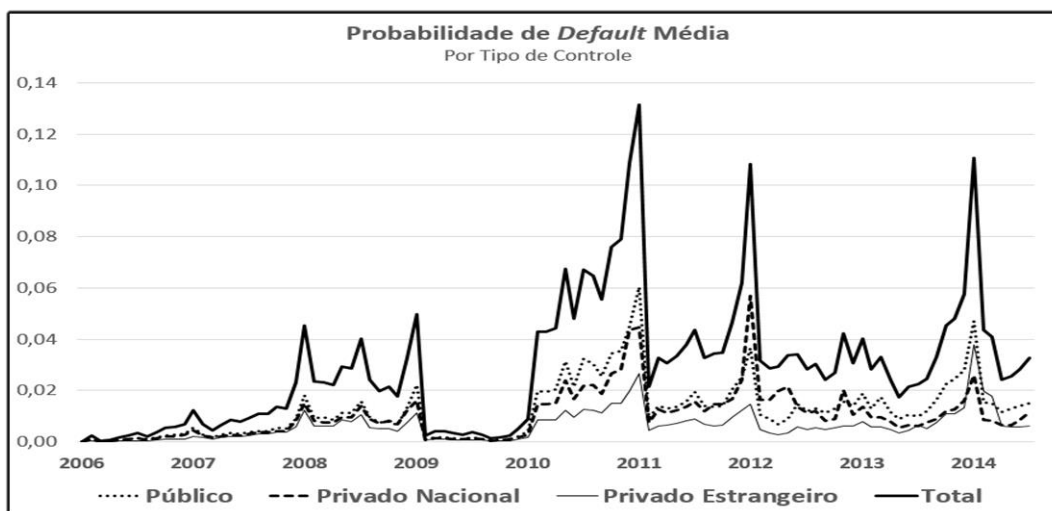


Gráfico 1.3 – PD Média, por Tipo de Controle

Foram realizados testes de robustez com a regressão probit em substituição à regressão logística, seguindo os mesmos procedimentos de estimação dos modelos e de verificação das estatísticas de classificação, o que corroborou a observação de Porath (2004), sobre o desempenho preditivo similar dessas funções de transformação, pois não houve alteração qualitativa dos resultados.

De forma complementar, foi avaliado o desempenho do modelo Z-score, seguindo Chiaramonte et al. (2015), mas com resultados distintos. Obteve-se uma quantidade menor de acertos em relação ao modelo desenvolvido neste estudo, o que confirma a observação de Boyd e Runkle (1993) sobre o desempenho crítico do Z-score para dados contábeis. Outro fator que

pode ter influenciado esse achado refere-se à amostra conter bancos de portes variados, não exclusivamente grandes. Os testes com o Z-score resultaram em 57% de VP, 28% de FP, 70% de classificações corretas e AUC de 75%. O coeficiente da regressão obteve significância a 1%.

Com relação ao porte das instituições (Gráfico 1.4), observa-se que a probabilidade de default média calculada pelo modelo é, em geral, mais acentuada para os bancos de médio porte, o que confirma os achados de Souza (2014) sobre a relevância deste tipo de banco para a análise sistêmica. Da mesma forma, os bancos pequenos também possuem probabilidades médias significativas no sistema. Observa-se, ainda, que ocorrem picos de probabilidades de estresse próximos aos encerramentos de exercício, como em 2011, 2012 e 2014.

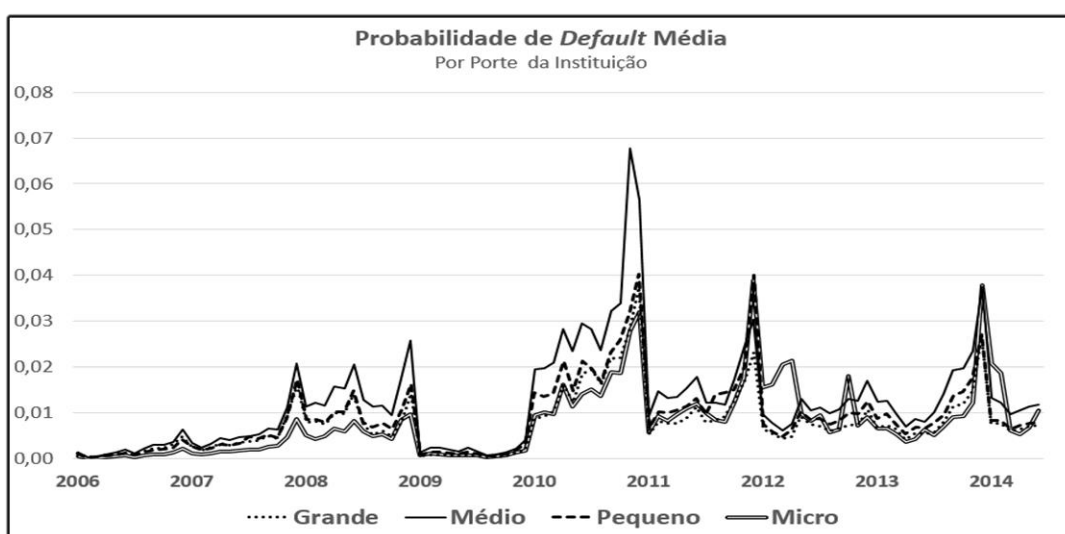


Gráfico 1.4 – PD Média, por Porte

## 1.5 Conclusão

De fundamental importância para tomada de decisão de cunho macroprudencial – como a análise de risco sistêmico, com foco na estabilidade financeira, e o contágio interfinanceiro entre os participantes do mercado – os estudos de solvência corporativa estão presentes na literatura de Finanças desde Altman (1968), com o modelo Z-Score. Entretanto, são poucos os estudos que abordam as especificidades das instituições financeiras e, ainda em menor grau, as investigações empíricas nacionais.

Este estudo busca suprir essa lacuna, analisando a viabilidade da aplicação de indicadores financeiros para a discriminação antecipada de eventos de estresse financeiro no Brasil, aí incluídas as intervenções pela supervisão e as fusões motivadas por dificuldades financeiras, tendo como fonte de dados principal os balancetes mensais de bancos e conglomerados financeiros. Sistemas de alerta antecipados têm utilidade para ações dos órgãos de regulação e de supervisão do sistema financeiro, e também para os participantes do mercado na avaliação

do risco de crédito de investimentos. Podem, ainda, ser aplicados em outras áreas como na construção civil, em estudo apresentado por Tserng et al. (2014).

Mostraram-se significativas na análise da regressão logística as variáveis de capitalização, provisionamento da carteira de créditos, retorno sobre os ativos, custos de captação e liquidez, evidenciando a importância das dimensões CAMELS para a análise da situação financeira bancária, em linha com outros trabalhos que utilizaram esta categorização (West, 1985; Lane et al., 1986; Betz et al., 2014; Wanke et al., 2016).

Utilizando regressões logit com dados empilhados e horizonte temporal de 12 meses para a previsão de estresse, o poder preditivo dos modelos de estimação, de validação e de sinalizações de alerta antecipado mostrou-se com bom nível de desempenho, mesmo considerando a inclusão de bancos públicos e de investimentos na amostra. As taxas de verdadeiros positivos dos modelos foram, respectivamente, 81%, 94% e 89%. Das nove instituições pertencentes ao grupo de tratamento, oito receberam sinalização como verdadeiro positivo.

Considerando a análise ponderada da eficiência de sinalizações de estresse financeiro, verificou-se que o uso de dados mensais – aliado a critérios para evitar erros tipo II (falsos positivos) em demasia em virtude da ocorrência de probabilidades de estresse esporádicas referentes às observações mensais – traz tempestividade na identificação dos eventos de interesse, no âmbito de um modelo de alerta antecipado. Neste estudo, foi definido como critério para sinalização de alertas uma sequência de seis observações mensais consecutivas com  $P(\widehat{Y}) = 1$ .

Em relação aos pilares estruturais das recomendações de Basileia, o estudo confirmou a importância da capitalização (Pilar 1) das instituições como uma das variáveis de modelagem, bem como ratificou a proposição desta pesquisa: o conjunto informacional de domínio público relativo aos demonstrativos financeiros constitui-se em elemento suficiente para a modelagem de um sistema de alerta antecipado para eventos de *financial distress*.

Desta forma, a análise empírica contribui para estudos sobre os processos de supervisão bancária (Pilar 2), os quais se beneficiam, na antecipação de eventuais casos de estresse financeiro, com a eficácia e a eficiência na condução de suas políticas públicas para a manutenção da estabilidade financeira. Ao utilizar dados de balancetes das instituições financeiras, a pesquisa contribui para a análise de *disclosure* (Pilar 3) no país, indo ao encontro



de Brito e Assaf Neto (2008) e Brito et al. (2009), que utilizam informações de demonstrações contábeis para modelagem de risco de crédito em empresas nacionais.

Pesquisas futuras poderão incorporar a utilidade do modelo para os *policymakers* e os custos de classificação do modelo de alerta antecipado, de maneira similar a Betz et al. (2014) em seu estudo sobre bancos europeus no período pós-crise de 2008. A utilização de métodos recursivos e janelas móveis para estimação de parâmetros e predição de probabilidades fora da amostra tende a aprimorar a comparação entre o poder preditivo de modelagens deste tipo.

As principais limitações deste trabalho foram: (i) número relativamente baixo de observações para o grupo de tratamento tendo em conta a limitada quantidade de eventos de estresse financeiro identificados; (ii) parcela subjetiva na seleção de eventos de fusão e aquisição com pressupostos de estresse financeiro; e (iii) ausência no modelo da variável independente referente à sensibilidade ao risco de mercado da categorização CAMELS.

## REFERÊNCIAS

- Agarwal, V., & Taffler, R. (2008). Comparing the performance of market-based and accounting-based bankruptcy prediction models. *Journal of Banking and Finance*, 32, 1541-1551.
- Altman, E. I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *The Journal of Finance*, 23(4), 589–609.
- Altman, E. I. (1977). Predicting Performance in the Savings and Loan Association Industry. *Journal of Monetary Economics*, 3, 443-466.
- Altman, E. I. (2000). Predicting Financial Distress of Companies: Revisiting the Z-Score and ZETA Models. Recuperado em 27 janeiro, 2017, de <http://pages.stern.nyu.edu/~ealtman/Zscores.pdf>.
- Altman, E. I., Marco, G., & Varetto, F. (1994). Corporate distress diagnosis: Comparisons using linear discriminant analysis and neural networks (the Italian experience). *Journal of Banking and Finance*, 18, 505-529.
- Bacen, Banco Central do Brasil (2012). *Relatório de Estabilidade Financeira-2012*. Recuperado em 4 abril, 2015, de <http://www.bcb.gov.br>.
- Betz, F., Oprica, S., Peltonen, T., & Sarlin, P. (2014). Predicting distress in European banks. *Journal of Banking and Finance*, 45, 225-241.

- Boyd, J. H., & Runkle, D. E. (1993). Size and performance of banking firms. *Journal of Monetary Economics*, 31, 47-67.
- Bressan, V. G. F., Braga, M. J., & Bressan, A. A. (2004). Análise do Risco de Insolvência pelo Modelo de Cox: uma aplicação prática. *Revista de Administração de Empresas*, 44, 83-96.
- Brito, G. A. S., & Assaf Neto, A. (2008). Modelo de Classificação de Risco de Crédito de Empresas. *Revista Contabilidade & Finanças*, 19(46), 18-29.
- Brito, G. A. S., Assaf Neto, A., & Corrar, L. J. (2009). Sistema de classificação de risco de crédito: uma aplicação a companhias abertas no Brasil. *Revista Contabilidade & Finanças*, 20(51), 28-43.
- Campbell, J. Y., Hilscher, J., & Szilagyi, J. (2008). In search of distress risk. *The Journal of Finance*, 63(6), 2899–2939.
- Canedo, J., & Jaramillo, S. (2009). A Network Model of Systemic Risk: stress testing the banking system. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 16, 87-110.
- Capelletto, L. R., & Corrar, L. J. (2008). Índices de Risco Sistêmico para o Setor Bancário. *Revista Contabilidade & Finanças*, 19(47), 6-18.
- Chan-Lau, J. (2006). Fundamentals-Based Estimation of Default Probabilities: a survey. [Working Paper n° 06/149]. *International Monetary Fund*. Washington, DC.
- Chiaromonte, L., Croci, E., & Poli, F. (2015). Should we trust the Z-score? Evidence from European Banking Industry. *Global Finance Journal*, 28, 111-131.
- Cleary, S., & Hebb, G. (2016). An efficient and functional model for predicting bank distress: In and out of sample evidence. *Journal of Banking and Finance*, 64, 101-111.
- Collins, R. A., & Green, R. D. (1982). Statistical Methods for Bankruptcy Forecasting. *Journal of Economics and Business*, 34, 349-354.
- Fazio, D. M., Tabak, B. M., & Cajueiro, D. O. (2014). Inflation Targeting and Banking System Soundness: A Comprehensive Analysis. [Working Paper n° 347]. *Banco Central do Brasil*, Brasília, DF.
- Frydman, H., Altman, E. I., & Kao, D. (1985). Introducing Recursive Partitioning for Financial Classification: The Case of Financial Distress. *The Journal of Finance*, 40(1), 269-291.

- Gartner, I. R. (2015). Multi-attribute Utility Model Based on the Maximum Entropy Principle Applied in the Evaluation of the Financial Performance of Brazilian Banks. In P. Guarnieri, *Decision Models in Engineering and Management* (pp. 29-55). Switzerland: Springer.
- Guimaraes, A. L. S., & Alves, W. O. (2009). Prevendo a Insolvência de Operadoras de Planos de Saúde. *Revista de Administração de Empresas*, 49(4), 459-471.
- Kanitz, S. C. (1978). *Como prever falências*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil.
- Kleinbaum, D., & Klein, M. (2005). *Survival Analysis*. Atlanta: Springer.
- Korobow, L., & Stuhr, D. (1985). Performance measurement of early warning models, *Journal of Banking and Finance*, 9, 267-273.
- Lane, W. R., Looney, S. W., & Wansley, J. W. (1986). An application of the Cox proportional hazards model to bank failure. *Journal of Banking and Finance*, 10, 511-531.
- Liu, Z. J. (2015). Cross-Country Study on the Determinants of Bank Financial Distress. *Revista de Administração de Empresas*, 55(5), 593-603.
- Martin, D. (1977). Early warning of bank failure: a logit regression approach. *Journal of Banking and Finance*, 1(3), 249-276.
- Merton, R. (1974). On the Pricing of Corporate Debt: the risk structure of interest rates. *The Journal of Finance*, 29, 449-470.
- Minardi, A. M. A. F. (2008). Probabilidade de Inadimplência de Empresas Brasileiras Refletida nas Informações do Mercado Acionário. *RAC-Eletrônica*, 2(2), 311-329.
- Minussi, J. A., Damacena, C., & Ness Jr., W. L. (2002). Um Modelo de Previsão de Solvência Utilizando Regressão Logística. *Revista de Administração Contemporânea*, 6(2), 109-128.
- Onusic, L. M., Nova, S. P. C. C., & Almeida, F. C. (2007). Modelos de Previsão de Insolvência Utilizando a Análise por Envoltória de Dados: aplicação a empresas brasileiras. *Revista de Administração Contemporânea*, 2ª Edição Especial, 77-97.
- Peresetsky, A., Karminsky, A., & Golovan, S. (2011). Probability of Default Models of Russian Banks. *Economic Change and Restructuring*, 44, 297-334.
- Porath, D. (2004). Estimating Probabilities of Default for German Savings Banks and Credit Cooperatives. [Working Paper n° 6]. *Deutsche Bundesbank*, Frankfurt, Germany.

- Sarlin, P. (2013). On Policymaker' Loss Functions and the Evaluation of Early Warning Systems. *Economics Letters*, 119, 1-7.
- Shumway, T. (2001). Forecasting Bankruptcy More Accurately: A simple hazard model. *The Journal of Business*, 74(1), 101-124.
- Souza, S. R. (2014). Capital Requirements, Liquidity and Financial Stability: the case of Brazil. [Working Paper n° 375]. *Banco Central do Brasil*, Brasília, DF.
- Tabak, B. M., Fazio, D. M., & Cajueiro, D. O. (2013). Systemically important banks and financial stability: The case of Latin America. *Journal of Banking and Finance*, 37, 3855-3866.
- Tserng, H. P., Chen, P. C., Huang, W. H., Lei, M. C., & Tran, Q. H. (2014). Prediction of Default Probability for Construction Firms Using the Logit Model. *Journal of Engineering and Management*, 20(2), 247-255.
- Valahzaghari, M. K., & Bahrami, M. (2013). Prediction of default probability in banking industry using CAMELS index: A case study of Iranian banks. *Management Science Letters*, 3, 1113-1118.
- Wanke, P., Azad, M. A. K., & Barros, C. P. (2016). Financial distress and the Malaysian dual banking system: A dynamic slacks approach. *Journal of Banking and Finance*, 66, 1-18.
- West, R. C. (1985). A factor-analytic approach to bank condition. *Journal of Banking and Finance*, 9, 253-266.
- Whalen, G. (1991). A Proportional Hazards Model of Bank Failure: An Examination of Its Usefulness as an Early Warning Tool. *Federal Reserve Bank of Cleveland Economic Review*, Q I, 21-31.
- Whetten, D. A. (2003). O que constitui uma contribuição teórica? (tradução) *Revista de Administração de Empresas*, 43, n. 3.

## Capítulo 2

### Z-score Bancário: Reflexos de Medidas de Governança Corporativa e de Gestão de Riscos

**Resumo:** Este estudo avalia, a partir de uma amostra com 108 instituições bancárias brasileiras e um painel contendo 3.115 observações mensais no período de 04/2010 a 02/2017, as relações entre indicadores de risco estratégico em bancos – aí incluídas dimensões como governança corporativa, planejamento estratégico e gestão de capital – e medidas de risco de default, como o Z-score, amplamente utilizado na literatura de finanças, e o indicador de *financial distress* do modelo de alerta antecipado do Capítulo 1 desta pesquisa. Por meio de análises fatoriais, de modelagem de equações estruturais e estimação de equações generalizadas, obteve-se confirmação de que as probabilidades de default das instituições financeiras são atenuadas em função da qualidade de mecanismos de governança corporativa, como conselho de administração, diretoria executiva, práticas de remuneração, gestão de capital e gestão de riscos – itens avaliados por processos de supervisão bancária, na metodologia do Sistema de Avaliação de Riscos e Controles (SRC). A significância estatística dos resultados foi obtida quanto se utiliza a medida longitudinal (*time-varying*) do Z-Score, mas não foi confirmada para medidas de corte transversal (*cross-section*). Os achados do estudo trazem importantes contribuições para estudos de governança corporativa em bancos, menos frequentes que em outros tipos de organizações, e sugere que a modelagem de sistemas de alertas antecipados tendem a ganhar eficiência ao incorporar medidas de qualidade de gestão em função do constructo governança corporativa.

**Palavras-chave:** instituições financeiras, governança corporativa, gestão de riscos, estresse financeiro.

**Classificação JEL:** G21, G28, G34

#### 2.1 Introdução

Desde os estudos clássicos como os de Modigliani e Miller (1958) e Jensen e Meckling (1976), pesquisadores buscam investigar as relações advindas da teoria da agência, das estruturas de capital e da separação entre propriedade (fluxo de caixa) e controle (voto).

No contexto do problema agente-principal, gestores ou empresários, por um lado, necessitam de recursos financeiros para desenvolver seus projetos e, por outro lado, os investidores potenciais necessitam de capital humano especializado para gerar retornos sobre

seus fundos e precisam certificar-se de que não serão expropriados ou terão seus recursos investidos em projetos não atrativos.

Conforme Shleifer e Vishny (1997), a essência do problema de agência reside na separação da gestão e do controle financeiro, em que a celebração de contratos completos, contemplando as diversas contingências de estados da natureza, torna-se inviável, gerando direitos residuais de controle para o gestor. Apesar desta situação, o financiamento externo de projetos das empresas ocorre em praticamente todas as economias de mercado.

Ligado ao problema da teoria da agência, o conceito mais amplo de governança corporativa está associado às maneiras pelas quais os fornecedores de recursos financeiros (principais) para corporações asseguram-se de que os gestores (agentes) maximizem o retorno de seus investimentos, por meio de instituições legais e econômicas que podem ser alteradas no processo político (Shleifer & Vishny, 1997).

Outro conceito, incorporando a estrutura de relacionamentos de uma organização, define governança corporativa como um conjunto de relações entre os gestores, o conselho de administração, os acionistas e outros *stakeholders*, o qual provê a estrutura que habilita o estabelecimento de estratégias e recursos para tal (BIS, 2014). Mais específico à indústria financeira, o conceito de governança corporativa em BIS (2014) inclui a importância do papel do *Chief Risk Officer* (CRO), ao lado de gestão de riscos, controles internos e conformidade às normas.

Falhas de estruturas de governança corporativa no setor bancário contribuíram para a crise financeira internacional de 2007-2008, apontam Switzer e Wang (2013), Ellul e Yerramilli (2013) e Saghi-Zedek e Tarazi (2014). Aebi et al. (2012) consideram que a literatura acadêmica não enfatiza a importância do CRO e mesmo da governança corporativa para as empresas da indústria bancária, observando que previamente à última crise financeira internacional a grande maioria dos bancos não contava com um executivo responsável pela gestão corporativa de riscos, mas apenas com um gestor de menor escalão.

Possíveis deficiências de gestão de riscos são ressaltadas por Ellul e Yerramilli (2013) como fator importante na crise dos *subprimes*, em que havia exposição substancial a hipotecas de alto risco. Segundo os autores, a avaliação dos supervisores bancários e acadêmicos é de que houve falha na gestão de riscos dos bancos: ou seus executivos e operadores com alta compensação financeira estavam cientes dos riscos de cauda mas não puderam ser constrangidos pelos gestores de riscos, ou seus gestores não conheciam suas exposições reais

em razão da avaliação baseada em riscos passados e negligenciaram o que parecia ser um evento de baixa probabilidade. Contudo, avaliam Ellul e Yerramilli (2013), havia diferenças importantes entre as instituições financeiras no grau de exposição aos riscos que desencadearam a crise.

Pathan (2009) examina a influência de estruturas de conselho de administração na tomada de risco por instituições financeiras, sob a perspectiva da teoria de agência. Outras pesquisas empíricas buscam identificar relações causais entre governança corporativa e risco de crédito bancário (risco de *default*), do ponto de vista do depositante, como as de Switzer e Wang (2013) e Saghi-Zedek e Tarazi (2014). Há também pesquisas relacionando a eficiência bancária com a estrutura de propriedade em instituições financeiras (DeYoung et al., 2001) e o desempenho financeiro em função de instituições de governança corporativa e de gestão de riscos (Aebi et al., 2012).

As pesquisas sobre governança corporativa no setor financeiro, de maneira geral, são menos desenvolvidas do que as do setor não financeiro, apesar do importante papel das instituições financeiras na economia (Azofra & Santamaría, 2011). Por exemplo, conforme avaliam Switzer e Wang (2013), poucos estudos buscam medir o impacto da governança corporativa no risco de crédito de instituições financeiras.

O Quadro 2.1 apresenta a síntese das pesquisas revisadas neste ensaio.

Quadro 2.1– Síntese da Revisão de literatura

<b>Variável Dependente</b>	<b>Variáveis Explicativas</b>	<b>Referência</b>
Governança corporativa	Proteção aos acionistas, direito de controle, legislação	Gompers et al. (2003)
Governança corporativa	Benefícios, incentivos de alinhamento, CEO	Pathan & Skully (2010)
Governança corporativa	Conselho de administração, estrutura de propriedade, incentivos, transparência, proteção aos acionistas	Correia et al. (2011)
Eficiência	Estrutura de propriedade, gerentes externos, monitoramento	DeYoung et al. (2001)
Eficiência	Estrutura de capital	Berger & Patti (2006)
Lucro, Risco	Direito de controle e de fluxo de caixa	Sagui-Zedek & Tarazi (2014)
Lucro, Risco	Estrutura de propriedade	Barry et al. (2011)
Risco	Direito dos acionistas	John et al. (2008)
Risco	Governança corporativa, CEO	Pathan (2009)
Risco	Direito de fluxo de caixa, regulação	Laeven & Levine (2009)
Risco	CRO, governança corporativa, indicadores financeiros, estrutura de propriedade	Ellul & Yerramilli (2013)

Risco	Governança corporativa, investidores institucionais	Switzer & Wang (2013)
Desempenho	Governança corporativa, CRO, comitê de riscos	Aebi et al. (2012)
Desempenho	Direito de controle e de fluxo de caixa	Azofra & Santamaría (2011)
<i>Propping</i>	Proteção aos acionistas	Friedman et al. (2003)
Valor da empresa	Estrutura de propriedade e de controle	Claessens et al. (2002)
Estrutura de capital	Governança corporativa	Silveira et al. (2008)
Estrutura de capital, Alavancagem	Estrutura de propriedade, governança corporativa, entrincheiramento	Berger et al. (1997)
Alavancagem, Remuneração	Indicadores financeiros, alavancagem, CEO	Choi et al. (2015)

Fonte: elaborado pelo autor

É importante destacar que a amostra do presente ensaio contou com um subconjunto de 108 das 142 instituições financeiras da amostra do Capítulo 1, sendo que os nove bancos (Quadro 1.3) classificados no grupo de tratamento daquela amostra não possuem dados referentes a governança corporativa. Diante dessa restrição de dados, não foi possível realizar testes comparativos de desempenho de um novo modelo de alerta antecipado em relação aos resultados do primeiro ensaio. Entretanto, o desenvolvimento da pesquisa confirmou o potencial de aprimoramento do sistema CAMELS ao utilizar uma base de dados de trabalhos de campo de supervisão bancária pelo Banco Central para investigar os impactos de gestão estratégica nos indicadores de risco de default bancário.

### 2.1.1 Problemática Básica

Conforme exposto, os problemas de governança corporativa no setor financeiro podem contribuir para a ocorrência de crises financeiras e afetar negativamente o desenvolvimento de um país. Após a crise financeira de 2007-2008, o Banco para Compensações Internacionais sintetizou as lições aprendidas com aquele evento sistêmico em documentos que ressaltam a necessidade de aprimoramento das práticas de governança corporativa em bancos (BIS, 2010; BIS, 2014).

Sistemas de alerta antecipado para o segmento bancário, conforme discorrido no Capítulo 1 deste trabalho, em geral utilizam a abordagem CAMELS, com variáveis explanatórias referentes à adequação de capital, qualidade do ativo, resultados, liquidez, risco de mercado e qualidade da gestão. Especificamente nesta última dimensão – *qualidade da gestão* – não foram identificadas pesquisas que utilizem medidas de governança corporativa na modelagem, possivelmente em virtude da dificuldade de acesso ou do elevado custo para



obtenção de dados primários, uma vez que é relativamente alto o percentual de instituições financeiras de capital fechado.

No estudo do primeiro capítulo adotou-se a relação entre despesas de captação e circulante e exigível a longo prazo como *proxy* para a qualidade de gestão (Quadro 1.4). O estudo de Coelho (2016) aborda a relação entre *financial distress* e governança corporativa, com foco nas companhias brasileiras de capital aberto, concluindo que o índice de qualidade de governança corporativa tem relação negativa com a probabilidade de estresse financeiro.

Desta forma, tendo em vista a importância dos bancos no Sistema Financeiro Nacional e a possibilidade de aprimoramento de modelos de alerta antecipado com a inclusão do constructo governança corporativa como variável explanatória, um potencial foco de pesquisa, para contribuir com a literatura de risco de crédito, governança corporativa e gestão de riscos em instituições financeiras, é investigar a seguinte questão: em que grau medidas de governança corporativa se relacionam aos indicadores de risco de crédito (estresse financeiro) em instituições bancárias?

### **2.1.2 Objetivos Geral e Específicos**

O objetivo geral do estudo é avaliar uma amostra representativa dos bancos em atuação no país, para analisar o relacionamento entre medidas de governança corporativa e medidas de estresse financeiro, como aquelas geradas pelo modelo de alerta antecipado no primeiro capítulo deste documento.

Os objetivos específicos delineados para a consecução do objetivo geral são estes:

- Selecionar indicadores de estresse financeiro bancário;
- Obter dados secundários sobre governança corporativa em bancos tal que haja representatividade do conjunto de instituições em funcionamento no país;
- Analisar possíveis relações entre as variáveis de risco e de governança corporativa, com cortes longitudinais (*time-series*) e transversais (*cross-section*).

### **2.1.3 Justificativas do Estudo**

Em 2010, o Comitê de Basileia para Supervisão Bancária publicou recomendações para reforçar práticas de governança corporativas em bancos, entendendo o papel crucial desses mecanismos para o adequado funcionamento do setor, da estabilidade financeira e da economia como um todo (BIS, 2010). Tal documento foi atualizado em outubro de 2014, com diretrizes sobre: responsabilidades, qualificação e composição do conselho de administração; diretoria

executiva; gestão de riscos; conformidade; auditoria interna; esquemas de compensação; governança em grupos econômicos; e papel da supervisão, dentre outras (BIS 2014).

O importante papel das instituições financeiras para a economia, bem como dos apontamentos feitos na literatura sobre a necessidade de esforços para investigar papéis de governança corporativa e de gestão de riscos no segmento bancário, realçam a importância do propósito deste estudo. Constatou-se que existem poucas pesquisas na literatura nacional explorando as relações entre governança corporativa, gestão de riscos e probabilidade de default em bancos.

Assim, além de buscar suprir a lacuna de pesquisas sobre solvência de instituições financeiras nacionais de acordo com suas práticas de governança corporativa, o ensaio vai ao encontro da aplicabilidade do objeto de pesquisa em processos de supervisão bancária, bem como é de interesse dos participantes do mercado financeiro – sejam depositantes, investidores ou empresas – e dos órgãos reguladores do sistema financeiro nacional.

## **2.2 Referencial Teórico**

Esta seção apresenta a revisão de literatura abrangendo os tópicos de estrutura de capital, estrutura de propriedade e controle, risco moral, governança corporativa, governança de riscos e aspectos legais.

Em síntese, antes de alcançar o tópico mais específico para o trabalho – governança corporativa e gestão de riscos – a revisão a seguir traz a perspectiva de evolução do tema, partindo dos estudos clássicos de Modigliani e Miller (1958) e Jensen e Meckling (1976), para ao final posicionar a relevância da governança corporativa para as organizações contemporâneas, tal como o reconhecimento pelo Comitê de Basileia para Supervisão Bancária<sup>6</sup>, sobre a necessidade de aprimoramento de práticas de governança corporativa em instituições financeiras, em recomendações publicadas após o evento da crise financeira de 2007/8 (BIS, 2010; BIS, 2014). Além da assimetria informacional presente em outros setores, a indústria bancária possui problemas relacionados à complexidade de seus modelos de negócio e a necessidade de adequação de sua estrutura de capital às regulamentações prudenciais, bem como de implementar estruturas especiais como as de controle interno.

---

<sup>6</sup> O Brasil é membro do Comitê de Basileia para Supervisão Bancária desde 2009.

### 2.2.1 Estrutura de capital e estrutura de propriedade

A constatação de condições de incerteza de retorno financeiro, tanto para títulos de dívida quanto para frações do patrimônio da empresa, levou Modigliani e Miller (1958) a desenvolver uma teoria de investimento ao nível da firma, levando em consideração o custo de capital para financiamento de projetos, bem como a implicação das decisões dos gestores para o valor da empresa, seus riscos e retornos oferecidos, medidos então como variáveis aleatórias sujeitas a distintas distribuições de probabilidades, em função da proporção do valor da dívida em relação às ações patrimoniais.

Tendo como premissas as ausências de benefícios fiscais da dívida e de custos de falência, os autores demonstram que o custo médio de capital independe da estrutura de capital de firmas de uma mesma classe, pois o aumento de custo com alavancagem seria compensado com a correspondente redução no retorno das ações ordinárias.

Por sua vez, Jensen e Meckling (1976) inauguram o debate acerca dos potenciais conflitos de interesse entre os proprietários e os gestores profissionais da empresa, lançando, assim, a hipótese dos custos de agência advindos da delegação de autoridade para tomada de decisões, entre o principal e seu agente, os quais buscam maximizar suas respectivas utilidades, que podem ser concorrentes, como a maximização do valor da empresa, a alocação de recursos em ativos de preferências específicas dos agentes ou em autobenefícios excessivos sem retorno pecuniário à empresa.

Jensen e Meckling (1976) integram elementos das teorias de agência, de direitos de propriedade e de finanças para desenvolver a teoria da estrutura de propriedade da firma, acrescentando uma nova dimensão ao problema da estrutura de capital: a importância relativa dos direitos de propriedade detidos pelos *insiders* (gestores) e pelos *outsiders* (investidores sem papel direto de gestão na firma).

Desta forma, não apenas a relação dívida/capital passa a ser analisada, mas também a fração do capital de posse do (s) gestor (es) da empresa. Neste novo cenário, os custos de agência decorrentes da necessidade de monitoramento por parte do principal e por parte dos detentores de títulos de dívida variam em função do nível de participação do agente no capital da empresa e dos arranjos contratuais entre os proprietários e a alta gestão da corporação.

Conforme demonstram os autores, quando o gestor da firma é proprietário da totalidade de suas ações, ele tomará decisões operacionais que maximizem sua utilidade, sejam de natureza pecuniária ou não pecuniária, como gastos com itens de escritório. Ao vender parte de

suas ações e, portanto, de seus direitos de propriedade, serão gerados custos de agência uma vez que apenas parte dos custos com seus exclusivos benefícios não pecuniários serão de sua conta. Ao perceber esta expectativa de conflito de interesse, o mercado descontará no preço da ação os custos de agência. À medida que decai a participação do gestor-proprietário no capital da empresa, diminui também seu interesse nos resultados operacionais e aumenta sua inclinação para gastos pessoais ineficientes à corporação, em atos discricionários.

Dessa forma, em organizações corporativas de propriedade difusa, o custo marginal de agência para os detentores de títulos da dívida (*bondholders*) tendem a superar o custo marginal de agência dos acionistas (*shareholders*) a partir de certo ponto na relação dívida/capital para financiamento da empresa. A função do efeito da alavancagem no custo total de agência é não-monotônica. Para níveis baixos de alavancagem, um aumento na relação dívida/capital tende a produzir incentivos para o comportamento da administração, reduzindo custos de agência. No entanto, a partir de certo nível de alavancagem, esse benefício desaparece. Com isso, conforme colocam Jensen e Meckling (1976), explica-se por quê o uso de dívida não domina a estrutura de capital, tendo em vista os possíveis custos de falência, reorganização ou liquidação.

A falência ocorre quando a empresa não cumpre o pagamento de serviços da dívida ou cláusulas contratuais específicas são violadas. Já a liquidação dos ativos da firma ocorre quando o valor de mercado dos seus fluxos de caixa futuros é inferior ao custo de oportunidade do capital. O aumento da probabilidade de falência da empresa está associado com os custos de agência e com a impossibilidade de se elaborar contratos completos que especifiquem os direitos dos titulares de dívida em todos estados de natureza possíveis. Menos representativos, os custos de reorganização explicam os fenômenos de fusões como alternativa aos custos de falência.

Em sua teoria sobre a estrutura de propriedade da firma, com separação de controle e propriedade, Jensen e Meckling (1976) assumem que as ações de investidores externos não possuem direito de voto, o que implicaria na análise de outros componentes, como o conselho de administração e a facilidade para troca dos gestores.

### **2.2.2 Direito de controle e direito de propriedade**

Outros trabalhos na literatura de finanças corporativas buscam investigar o grau de difusão do controle de empresas em diversos países, em função do predomínio de acionistas majoritários ou minoritários com direitos a voto nas corporações, tendo em conta a distinção

introduzida por Grossman e Hart (1986) sobre os direitos de controle (voto) e os direitos de propriedade ou fluxo de caixa, em forma de dividendos ou direitos de dívida.

La Porta et al. (1999) investigam vinte e sete economias mundiais, identificando os acionistas controladores diretos e indiretos nas estruturas de propriedade das empresas e apontam que, exceto em economias com bom nível de proteção aos acionistas, poucas empresas são de controle difuso, com predomínio de controle por famílias ou pelo Estado, com significativo excesso de direitos de controle em relação aos direitos sobre os fluxos de caixa, principalmente com a utilização de controle indireto via relacionamentos em pirâmide e com a participação na gestão.

Conforme observam os autores, pirâmides tendem a ser mais comuns em países com fraca proteção aos acionistas, pois é facilitada aos controladores a criação de novos empreendimentos em subsidiárias da cadeia de empresas, sendo o custo diluído entre os respectivos acionistas minoritários, no entanto, sem necessariamente compartilhar seus benefícios futuros. Assim, pirâmides e múltiplas classes de ações constituem-se em diferentes maneiras de separar os direitos de controle e de fluxo de caixa sobre as firmas.

Saghi-Zedek e Tarazi (2014), ao abordarem o problema de excesso de direitos de controle, crises financeiras e risco e lucratividade em bancos europeus, utilizam como ponto de corte para a identificação de fração significativa de controle o nível de 10% de direitos de voto. Para a identificação completa da estrutura de pirâmide, os autores buscam identificar toda a sequência de controle, conforme exemplo da Figura 2.1, em que C4 possui controle direto de 30% e indireto de 20% sobre o banco. A utilização de controle via pirâmide gera alavancagem para os controladores, que obtêm direito a voto nas subsidiárias da cadeia com investimentos inferiores ao que seria necessário para o controle direto.

Claessens et al. (2002) constata o alto grau de separação entre direitos de controle e de fluxo de caixa presente em empresas asiáticas, na forma de pirâmides, com o controle em mãos de acionistas últimos da cadeia. Os autores acrescentam que esta separação, que na prática invalida o pressuposto uma ação – um voto, diminui o interesse de acionistas nesse tipo de empresa, por receio de expropriação, com impactos negativos sobre o seu valor de mercado.

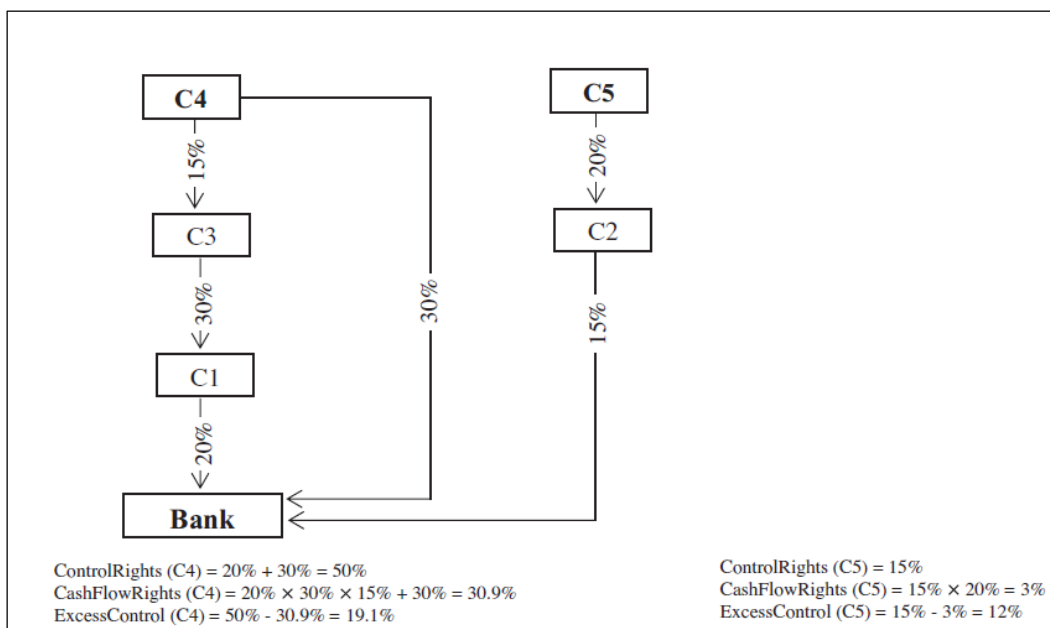


Figura 2.1 – Cadeia de controle  
 Fonte: Saghi-Zedek & Tarazi (2014)

De forma semelhante, Azofra e Santamaría (2011) investigam a influência da estrutura de propriedade e de controle no desempenho de bancos comerciais da Espanha, que em 96% dos casos possuem um controlador último. Os autores observaram que à medida que aumenta o grau de separação entre direitos de controle e de propriedade do controlador último, piora o desempenho da companhia. Por outro lado, quando inexistente a diferença, surge uma relação não monotônica entre concentração de propriedade e desempenho. O estudo abrange 75 bancos, dos quais apenas 14 são listados em bolsa, o que contribui para a opacidade do setor e o poder discricionário dos controladores. A importância do estudo aumenta, segundo os autores, pois aproximadamente a metade das empresas espanholas não financeiras listadas em bolsa tem, em média, 10% de seu capital de posse de uma instituição financeira.

Para construir a cadeia de controle, Azofra e Santamaría (2011) utilizam o nível de corte em 5% de direitos de controle para qualificar o controlador último, desde que ele também possua cadeira no conselho de administração, para diferenciar investidores especulativos e acionistas controladores. A tipologia utilizada contém nove categorias: sem controlador último; família; estatal; instituição financeira; banco de depósitos; acordo de votos; empresa; cooperativa ou fundo mútuo; outros – fundações, empregados, diretores, etc.

Os autores fornecem um exemplo real de cadeia de controle do Banco de Crédito Balear, em que o Banco Popular Español detém a maioria dos direitos de controle e de propriedade (64,6%), conforme a Figura 2.2. Entretanto, descendo na cadeia de controle, observa-se que o

controlador último do Banco Popular Español é o Sindicato de acionistas do BPE, que detém 10,77% de seu patrimônio, com um acordo de acionistas que fornece ao menos sete dos dezenove assentos no conselho de administração do BPE. Desta forma, com 6,96% (64,6% x 10,77%) de direitos de fluxo de caixa, mas 64,6% de direitos de controle (*last link principle*), o sindicato é o controlador último do Balear S.A.

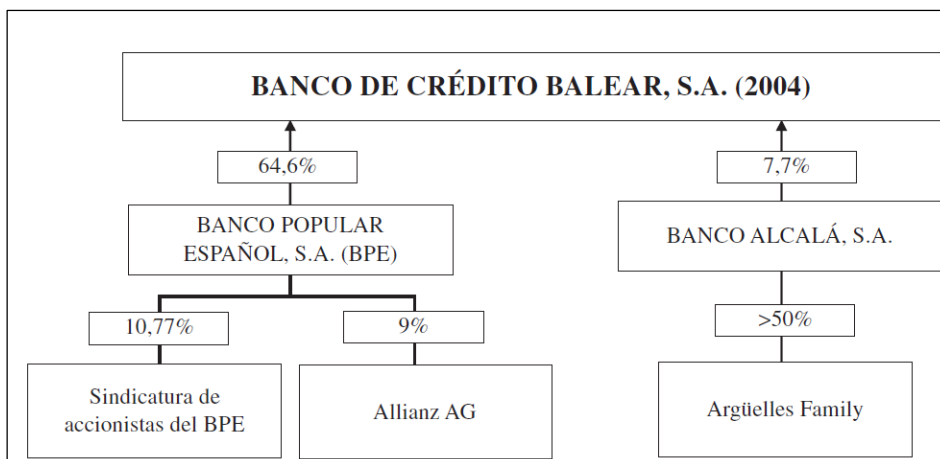


Figura 2.2 – Cadeia de controle  
 Fonte: Azofra & Santamaría (2011)

Barry et al. (2011) detalham a estrutura de propriedade em uma amostra de bancos comerciais europeus, listados em bolsa ou não, para explorar suas relações com a tomada de riscos. Avaliam que diferentes estruturas implicam em diferentes níveis de risco e lucratividade, sobretudo para bancos sem ações negociadas no mercado, nos quais os riscos de ativos e de *default* diminuem quando ocorrem transferências de ações de investidores institucionais para indivíduos/famílias ou instituições bancárias, consistente com a conjectura de que indivíduos/famílias, ao possuírem portfólios menos diversificados que investidores institucionais, têm menos apetite ao risco, e de que instituições bancárias com grandes fatias de participação em outros bancos desenvolvem estratégias mais conservadoras em suas subsidiárias, possivelmente pelo risco reputacional. Já para os bancos listados em bolsa o impacto não é significativo, o que sugere que a disciplina de mercado influencia seus processos de gestão de riscos.

Leal et al. (2002) estudam a estrutura de controle de companhias brasileiras de capital aberto, encontrando um alto grau de concentração de capital votante em um único acionista controlador na maioria dos casos, ou então distribuídos em até três acionistas controladores. Os autores não identificam o uso de pirâmides com o fim de controle a um menor custo. Conforme observam, a propriedade difusa ocorre principalmente em grandes corporações de tradição

jurídica anglo-saxã (*common law*), ao passo que países como França, Itália e Alemanha caracterizam-se por forte concentração de propriedade e controle (*civil law*). Já o Brasil, em linha com a tradição francesa do direito, ofereceria menor proteção legal aos investidores. Em estruturas de controle disperso, os conflitos de agência ocorrem entre proprietários e gerentes, enquanto que o controle concentrado propicia conflitos entre acionistas minoritários e majoritários.

Também com foco nas implicações das estruturas piramidais em companhias brasileiras, Aldrighi e Postali (2011) contestam a hipótese de expropriação dos acionistas minoritários em arranjos piramidais, os quais abrangem cerca de 50% das empresas de capital aberto do país. Nessa forma de composição, 27% das empresas não possuíam ações sem direito a voto, mas 31% delas emitiram esse tipo de ação em volume próximo ao limite legal de 2/3 à época da elaboração do estudo<sup>7</sup>. Contudo, quanto à distribuição dos fluxos de caixa para o maior acionista último, foi constatada uma distribuição com acentuada assimetria em direção aos menores percentuais (20%) diferentemente das outras empresas. Os autores observam que a formação de *holdings* permite aos seus controladores contornar situações de dificuldades de financiamento de novos projetos, suavizar oscilações cíclicas nos fluxos de caixa do grupo econômico e obter economias de escopo.

### **2.2.3 Risco Moral e Monitoramento**

Os diferentes arranjos de estruturas de capital e de propriedades de firmas fornecem, em distintos graus, poderes discricionários para os gestores ou acionistas majoritários. A depender da estrutura de propriedade, os problemas de agência podem ser ampliados com comportamentos associados ao risco moral, como o entrenchamento (*entrenchment*).

Conforme discorrem Berger et al. (1997), o entrenchamento é resultante de insucessos de mecanismos internos e externos de controle e de governança corporativa – incluindo monitoramento pelo conselho, ameaças de aquisições (*takeovers*) e incentivos ao desempenho – no disciplinamento dos gestores profissionais frente aos custos de agência. Os gestores entrenchados, por definição, têm poder discricionário sobre as escolhas de níveis de alavancagem para a firma. Eles podem decidir por menor nível de alavancagem que o ótimo, do ponto de vista de maximização do valor da empresa, como medida de proteção a sua baixa diversificação do capital humano ou para proteção de pressões sobre desempenho associadas

---

<sup>7</sup> Conforme redação dada pela Lei nº 10.303/2001, o número de ações preferenciais sem direito a voto não pode ultrapassar 50% do total das ações emitidas.



ao pagamento de fluxos de caixa sobre dívidas. Por outro lado, a motivação para o entrenchamento pode levar a alavancagem para níveis superiores ao ponto ótimo, com o objetivo de inflar o poder de voto de suas fatias de participação e reduzir chances de aquisições. Uma terceira teoria advoga que os gerentes entrenchados buscam, transitoriamente, o excesso de alavancagem para sinalizar comprometimento com a venda de ativos ou reestruturações, prevenindo, assim, tentativas de aquisições por *outsiders* que possuam planos diferentes para a empresa.

Controlando fatores extra agência que interferem no uso de dívida, os achados da pesquisa, em uma amostra de grandes empresas americanas, corroboram teorias que apontam para baixos níveis de alavancagem em empresas onde o diretor-executivo possui muitas características de entrenchamento, como longo tempo de mandato no cargo e compensações com baixa sensibilidade a resultados, ou em empresas onde o diretor-executivo é fracamente monitorado, como nos casos em que o conselho de administração é amplo ou possui pequeno número de membros externos, ou em empresas sem acionistas majoritários.

Estendendo a análise para explorar o impacto de mudanças de monitoramento na estrutura de capital da firma, Berger et al. (1997) afirmam que após eventos adversos para a segurança do diretor-executivo, como a aquisição da empresa, sua saída não voluntária ou a chegada de um gestor-acionista majoritário, a estrutura de capital apresentou significativo aumento de alavancagem. Esse aumento também foi observado após a submissão do diretor-executivo a incentivos via opções sobre ações.

Choi et al. (2015) verificam se uma maior alavancagem financeira implica em maior demanda de salários pelos funcionários da empresa, em contrapartida ao risco de *financial distress*. Analisando empresas não financeiras da bolsa brasileira, os autores concluem que para cada 1% de incremento na alavancagem, a remuneração dos funcionários aumenta em 0,26%, em que pese o controle pelo perfil do CEO (*Chief Executive Officer*).

Na modelagem de Stulz (1988), a relação entre propriedade do gestor e valor da firma se dá em forma de U invertido, isto é, após certo ponto, o aumento de propriedade e controle por parte do gestor gera impacto negativo no valor da firma, superando os benefícios desse aumento de propriedade. Para o autor, esta relação está associada aos custos de entrenchamento do gestor que bloqueia tentativas de aquisições com potencial acréscimo de valor à empresa.

Com foco exclusivo em pequenos bancos de capital fechado, com uma amostra de 266 bancos americanos, DeYoung et al. (2001) estudam a relação entre eficiência bancária e participação dos gestores na estrutura de capital de bancos comerciais. De início, geralmente o capital de pequenas empresas, bem como sua gestão, pertencem a membros familiares, que com o passar do tempo, por motivos diversos, buscam a profissionalização da gestão, que traz consigo os custos de agência para a empresa. Conforme avaliam os autores, mitigar o problema de agência pode ser mais árduo em negócios pequenos de capital fechado, onde o monitoramento de mercado praticamente se dá exclusivamente nas relações de empréstimos bancários.

Assim, prosseguem DeYoung et al. (2001), observar o desempenho de empresas pequenas que contratam gerentes no mercado pode ser um bom teste para o clássico problema principal-agente. Para avaliar o desempenho dos bancos, os autores utilizam como *benchmark* a fronteira eficiente como uma função híbrida de formas quadráticas e trigonométricas (Fourier), capturando os comportamentos de redução de valor da empresa e aspectos de riscos. Os resultados sugerem que a contratação de gestores externos pode melhorar a lucratividade, porém o ganho depende do alinhamento do agente com o principal por meio de participação no capital próprio. A relação é em forma de U invertido, com entrincheiramento de gestão associado ao sobre uso desse controle, e conseqüente queda da eficiência.

Também utilizando a fronteira de eficiência como referência para empresas que compartilham condições exógenas, Berger e Udell (2006) buscam confirmar a predição de que a alavancagem influencia os custos de agência e, por conseguinte, o desempenho de bancos. Para os autores, a natureza mais opaca das instituições financeiras tende a aumentar os custos de agência para os credores da dívida, efeito atenuado pela exigência mínima de capital regulatório e pelo processo de supervisão bancária. O estudo avalia os efeitos marginais de mudanças de alavancagem nos custos totais de agência, com a vantagem de, por meio da fronteira eficiente, controlar fatores extra gestão, específicos de cada banco. A hipótese é confirmada: aumentos de alavancagem, ou redução do quociente capital próprio sobre total dos ativos, geram aumentos de eficiência ( $\partial \text{Eficiência} / \partial \text{Estrutura de Capital} < 0$ ), até o ponto em que o sinal de relação pode inverter, pelo aumento dos custos esperados de *financial distress*, falência ou liquidação.

No estudo de Claessens et al. (2002) com empresas asiáticas, o valor da firma aumenta com a concentração dos direitos de fluxo de caixa em um ou poucos acionistas, ao passo que o entrincheiramento dos acionistas com direitos de voto concentrados causa efeito negativo no valor, possivelmente pelo interesse em preservar o valor do capital da empresa.

Friedman et al. (2003) abordam a prática de *tunneling*, com maior tendência em países com fraca proteção legal aos acionistas minoritários, que consiste na canalização de fluxos internos da empresa para fora de suas alçadas, de maneira contrária ao direito dos acionistas minoritários. Pode ocorrer em grupos de firmas conectadas, com controle ao menos em uma empresa de capital aberto ou utilizada para levantar fundos de investidores externos. Por outro lado, os autores investigam a possibilidade de ocorrência de *propping* (*tunneling* negativo ou inverso), com a injeção privada de capital em momentos de dificuldades financeiras moderadas da empresa, beneficiando os acionistas minoritários para preservar a opção de expropriação. Entretanto, quando o choque negativo é forte, a empresa é abandonada e colapsa.

#### **2.2.4 Governança Corporativa**

Para Shleifer e Vishny (1997), o conceito de governança corporativa está associado às maneiras pelas quais os fornecedores de recursos financeiros para corporações asseguram-se de obter retornos em seus investimentos, por meio de instituições legais e econômicas que podem ser alteradas no processo político. As duas abordagens mais comuns de governança corporativa fundamentam-se na atribuição de poder aos investidores. Na primeira, proteção dos direitos dos acionistas minoritários e vedações à gestão são exemplo de mecanismos. A segunda abordagem tem como princípio a concentração de propriedade, combinando direitos de controle e direitos de fluxos de caixa.

Pesquisando sistemas de governança corporativa em diversos países, os autores citam que a maioria dos mecanismos de proteção usados mundialmente são exemplos de exercício de poder por grandes investidores, sendo que os pequenos investidores, dispersos, possuem o problema da ação coletiva (*free rider*). Estados Unidos, Alemanha, Japão e Reino Unido possuem os melhores sistemas, enquanto que os da Itália são subdesenvolvidos e os mecanismos de governança de países em desenvolvimento são praticamente inexistentes. Grande parte da diferença nos sistemas de governança corporativa se deve à natureza das obrigações legais dos gestores, bem como de diferenças na interpretação e na aplicação dos contratos pelas cortes (*enforcement*).

Conforme observam Shleifer e Vishny (1997), os gestores ou empresários necessitam de recursos para investir e os financistas necessitam de capital humano especializado para gerar retornos sobre seus fundos e precisam certificar-se de que não serão expropriados ou terão seus recursos investidos em projetos não atrativos, no contexto do problema do agente-principal. A elaboração de contratos incompletos dá surgimento a direitos de controles residuais, os quais

geralmente dão ao gestor o poder discricionário de alocar recursos onde ele escolher, como, por exemplo: vender produtos ou mesmo ativos abaixo do preço de mercado para empresas em que possua participação; vender ativos a preços excessivamente altos para empresa com grande número de acionistas minoritários; reinvestir fluxos de caixa livres em projetos de expansão além da capacidade da empresa ou em projetos que o beneficiem.

Os autores apontam as aquisições hostis (*hostile takeover*) como um mecanismo importante de governança corporativa para os grandes investidores, com o qual podem efetivamente controlar a discricionariedade dos gestores, ou mesmo substituí-los após a tomada do controle da firma adquirida.

Gompers et al. (2003) observam que até os anos 1980 as aquisições hostis eram raras e as grandes corporações tinham poucas razões para restringir direitos de acionistas. No entanto, o crescimento do mercado de *junk bonds* gerou desequilíbrio nessa relação, motivando a adoção de defesas para as empresas alvo de aquisições e de outras restrições de direitos de acionistas. Os autores desenvolvem um índice de governança corporativa (G-Index) baseado nas instituições de proteção de direitos de propriedade, associando-o a retornos anormais em empresas de capital aberto que adotam essas instituições. O índice é subdividido em 5 categorias, com 24 itens de governança no total, que avaliam quesitos como legislações adotadas na jurisdição da companhia, aspectos de votação e de proteção aos gestores. Cada item do índice é codificado com o valor um, indicando forte proteção *anti-takeover* (menor direito aos acionistas) ou zero, indicando maior exposição do controle ao mercado.

Partindo da analogia entre corporações e repúblicas, no sentido de que a autoridade reside no direito ao voto para a escolha de representantes os quais delegam, por sua vez, o poder de decisão para a burocracia (gestores), os autores classificam as empresas em dois grandes grupos: regime ditatorial e regime democrático. As observações da amostra classificadas no segundo grupo obtiveram desempenho (Tobin-Q) superior em 8,5% ao ano, relativamente ao primeiro grupo.

Azofra e Santamaría (2011) entendem que as pesquisas sobre governança corporativa no setor financeiro são menos desenvolvidas das que as do setor não financeiro, apesar do importante papel das instituições financeiras na economia. Os problemas de governança no setor financeiro podem afetar negativamente o desenvolvimento de um país.

Reconhecendo este fato, o Comitê de Basileia para Supervisão Bancária lançou em 2010 um documento de princípios de governança corporativa em bancos (BIS, 2010), abrangendo

práticas do conselho de administração e da diretoria, gerenciamento de riscos e controles internos, contratos de incentivos, transparência e divulgação de informações, e o papel do supervisor. O documento foi atualizado em 2014, incluindo itens como governança em estruturas de grupo, auditoria interna e risco de comunicação (BIS, 2014).

Azofra e Santamaría (2011) colocam que os estudos sobre governança em bancos compartilham bases conceituais do setor não financeiro, no entanto as idiossincrasias dos negócios bancários levam a pesquisas específicas desse setor, como a alta opacidade relacionada à assimetria de informação e à complexidade dos negócios, a utilização de seguros de depósitos, o alto nível de utilização de recursos de terceiros em forma de depósitos e a regulamentação do setor.

Também tendo como unidade de análise as instituições financeiras, Andres e Valledado (2008, p. 2571) pesquisam o papel do conselho de administração em bancos e afirmam: “Estudos sobre governança corporativa (...) reconhecem a existência de dificuldades, como opacidade ou complexidade e regulação, na governança corporativa dessas instituições”. Continuam os autores: “Assimetria de informação pode ser encontrada em todos os setores, mas os problemas relacionados a intermediários financeiros podem ser agravados pela complexidade dos negócios bancários”.

Também com foco em bancos, Harris e Raviv (2014) analisam a eficiência regulatória diante de situações de assimetria informacional em bancos, principalmente em momentos de piora das condições financeiras subjacentes. Nesse contexto, “reguladores reclamam que bancos não revelam a extensão de suas dificuldades tempestivamente, reduzindo assim a eficácia da intervenção governamental” (p. 437).

Pathan e Skully (2010) investigam se a estruturação de conselhos de administração em bancos se dá endogenamente, refletindo os custos e benefícios associados às suas funções de monitoramento e de orientação estratégica. Os autores confirmam a hipótese, mas com ressalvas, como a de que a independência do conselho não é resultado da negociação com o CEO, tendo em conta o escrutínio imposto pela regulação para a aprovação de seus membros. Contrastando com evidências de empresas não-bancárias, o tamanho dos conselhos de bancos de portes grande e médio diminuíram no período analisado (1997-2004). Outra constatação foi o aumento da participação de membros independentes, especialmente após a vigência da Lei Sarbanes-Oxley (SOX) nos Estados Unidos, em 2002.

Silveira et al. (2008) estudam a influência das práticas de governança corporativa na estrutura de capital de empresas brasileiras com ações negociadas em bolsa. O índice de governança é calculado com base em um conjunto de 20 perguntas, sendo que as respostas afirmativas somam um ponto no índice. As dimensões avaliadas são: acesso às informações, conteúdo das informações públicas, estrutura do conselho e estrutura de propriedade e controle. Os resultados obtidos sugerem que o endividamento relativo das empresas é significativamente influenciado por suas práticas de governança, sendo que as dimensões acesso às informações e conteúdo das informações parecem não influenciar significativamente a estrutura de capital.

De maneira similar, Correia et al. (2011) geram um índice de qualidade da governança de empresas brasileiras, calculado como a média ponderada pelos autovalores dos componentes principais relativos a 19 itens de governança, nas categorias de conselho de administração, estrutura de propriedade, incentivos aos administradores, proteção dos minoritários e transparência. A dimensão de transparência contribui para o índice com 39%, seguida pela proteção dos investidores, com 35%, e incentivos aos dirigentes, com 17%. Dividindo-se o índice em quintis, os autores observam que há diferença significativa para as variáveis de liquidez em bolsa, cotações, valor de mercado e índice *book-to-market*, considerando uma amostra de 242 empresas não financeiras listadas na Bovespa, no período de 1997 a 2006.

Saghi-Zedek e Tarazi (2014) mencionam que falhas de governança corporativa contribuíram para a crise financeira de 2007-2008. Partindo da hipótese de que a presença de acionistas controladores pode tanto causar efeitos bons (incentivos) ou ruins (entrenchamento) para os acionistas minoritários, os autores avaliam que, na amostra de bancos europeus analisada, o excesso de direitos de controle é associado com baixa lucratividade, alta volatilidade das receitas e maior risco de *default* no período que antecede a crise (2002-2006) e no que a sucede (2009-2010).

No entanto, ocorre o inverso no período da crise, com maior lucratividade e menores variações de receita e risco de falência. Complementarmente, eles observam que, independentemente do período, o efeito de excesso de direitos de controle na lucratividade e no risco é acentuado para bancos com controle familiares e em países com baixa proteção aos acionistas. Como uma das medidas de risco de quebra, os autores utilizam a distância para o *default*, de Merton, em que o patrimônio é modelado como uma opção de compra sobre os ativos subjacentes da empresa, com preço de exercício igual ao valor de sua dívida. A teoria de precificação de opções é usada para estimar o valor de mercado e a volatilidade dos ativos, não observáveis, a partir dos preços das ações negociadas no mercado.

#### 2.2.4.1 Governança de Riscos

Alguns estudos que abordam o tema de governança corporativa incorporam a tomada de riscos pelos gestores como um constructo de pesquisa, como John et al. (2008) que avaliam a relação entre proteção do investidor e escolhas de investimentos envolvendo riscos, ressaltando que quanto maior forem os benefícios privados, maior é a probabilidade de aversão ao risco nas decisões de gestores de investimentos corporativos.

Contendo instituições financeiras em suas amostras, os estudos a seguir tratam das especificidades da gestão de riscos financeiros, associando-as a medidas de desempenho ou de retorno de investimentos. Medidas de qualidade da gestão de riscos passam, em alguns aspectos, pela análise da composição da alta gestão das empresas, como a estrutura de governança corporativa e comitês auxiliares.

Pathan (2009) examina a influência de estruturas de conselho de administração na tomada de risco por instituições financeiras, sob a perspectiva da teoria de agência, concluindo que o apetite a riscos é positivamente relacionado a conselhos fortes (poucos membros e menos restritivos), e negativamente relacionado ao poder do CEO. Isto é, a tomada de risco é maior quando o conselho melhor representa o interesse dos acionistas, que, em teoria, são propensos ao risco, e menor em função do poder de seu principal administrador-executivo, que pode limitar decisões do colegiado em favor das preferências dos gestores, avessos a risco e com baixa diversificação de seu capital pessoal, principalmente em condições contratuais que não envolvam compensações por desempenho da firma. Como medidas de risco, o autor utiliza três *proxies* principais (desvio padrão dos retornos, risco idiossincrático e risco sistemático) e duas de robustez (risco de retorno do ativo e Z-score).

Laeven e Levine (2009) mostram que o efeito da regulação bancária na tomada de riscos pelos bancos depende da estrutura de governança corporativa de cada banco, sobretudo de sua estrutura de propriedade, seja de controle direto ou indireto. Tendo como foco os conflitos de agência entre os gestores e os proprietários na tomada de risco, o estudo aponta para uma variação positiva em função do poder dos acionistas na governança de cada banco. Da mesma forma, a estrutura de propriedade apresenta-se como variável moderadora na relação entre tomada de risco e regulação de capital, políticas de garantia de depósitos e restrições de atividades bancárias. Como medidas de exposição ao risco, Laeven e Levine (2009) adotam o Z-score, a volatilidade dos ativos, e a alavancagem. A volatilidade do retorno de ações e a volatilidade do lucro são usadas para testes de robustez.

Aebi et al. (2012) consideram que a literatura acadêmica não enfatiza a importância do CRO (*Chief Risk Officer*) e mesmo da governança corporativa para as empresas da indústria bancária, observando que previamente à crise financeira de 2007-2008 a grande maioria dos bancos não contava com um executivo responsável pela gestão corporativa de riscos, mas apenas com um gestor de menor escalão, geralmente reportando-se ao CFO (*Chief Financial Officer*), sem acesso ou influência na estratégia e riscos associados de longo prazo.

Desta forma, destacando o papel da gestão de riscos na estrutura de governança de empresas financeiras, Aebi et al. (2012) buscam estudar se mecanismos de governança corporativa relacionados a gestão de riscos, como a presença de um CRO e seu reporte diretamente ao conselho de administração, estão associados a melhores desempenhos bancários (ROE e retorno de ações) durante a última crise financeira. Como principal resultado, a pesquisa constata desempenho significativamente maiores (ou menos negativos) durante a crise, para bancos com os mecanismos anteriormente citados. A presença de um comitê de riscos não foi significativa na análise, ao contrário da frequência de encontros desse comitê. O estudo aponta, ainda, que a maioria das variáveis típicas de governança corporativa, como CEO proprietário, independência e direitos de acionistas, não apresentam significância, ou mesmo apresentam sinais contrários, quando relacionadas ao desempenho durante a crise de 2007-2008. Assim, os autores evidenciam a importância da “governança de riscos” em instituições bancárias.

Conforme analisam Ellul e Yerramilli (2013), a exposição substancial a hipotecas de alto risco (*subprime*) foi fator determinante na última crise financeira internacional, e a avaliação dos supervisores bancários e acadêmicos é de que houve falha na gestão de riscos dos bancos: ou seus executivos e operadores com alta compensação financeira estavam cientes dos riscos de cauda mas não puderam ser constrangidos pelos gestores de riscos, ou seus gestores não conheciam suas exposições reais em razão da avaliação baseada em riscos passados e negligenciaram o que parecia ser um evento de baixa probabilidade. Contudo, avaliam os autores, havia diferenças importantes entre as instituições financeiras no grau de exposição aos riscos que desencadearam a crise.

Para avaliar essas diferenças, Ellul e Yerramilli (2013) desenvolvem um índice de gestão de risco para refletir a estrutura organizacional de gestão de riscos nos bancos americanos. O valor do índice é computado como o primeiro componente principal das seguintes variáveis, calculadas ano a ano: presença do CRO, CRO executivo, remuneração do CRO entre os cinco primeiros executivos, centralidade do CRO, experiência do comitê de riscos e atividade do comitê de riscos.



A principal hipótese dos autores, confirmada na pesquisa, é de que bancos com funções fortes e independentes de gestão de riscos se expõem menos aos riscos de cauda. Para os autores, gestores possuem incentivos para explorar deficiências de controles internos para tomar riscos que aumentem o desempenho de suas carteiras no curto prazo, mas que podem trazer danos significativos quando se materializam. Como principal medida de risco, os autores usam o risco de cauda, definido como o negativo da média de retorno da ação em 5% das observações diárias de pior retorno.

Dentre os resultados de Ellul e Yerramilli (2013), as principais características associadas a maiores índices de gestão de risco foram: bancos com menor índice de capital regulamentar de Nível I, com atuação mais forte em operações de derivativos e com maior fração de receita oriunda de atividades não bancárias. O porte do banco também é um desses fatores, porém com relação côncava. Da mesma forma, valores altos do índice foram encontrados para bancos com melhores avaliações de governança corporativa. Entretanto, uma ampla fração de membros independentes do conselho, com experiência prévia na indústria financeira, relaciona-se a menores índices de gestão de riscos.

Analisando os canais de modelo de negócio e de *hedging* dos bancos, os autores avaliam, ainda, que as instituições financeiras com pior performance na crise russa de 1998 também foram os de pior desempenho na crise financeira de 2007-2008, denotando que a experiência não foi absorvida principalmente em função do modelo de negócio mais rígido. O estudo encontra uma associação robusta positiva entre o retorno de ativos e o índice de gestão de riscos defasado, principalmente durante os anos de crise financeira, em que o processo de *flight to quality* é adotado por investidores. Esse achado reforça o indicativo de que a gestão de riscos adiciona valor à empresa.

Switzer e Wang (2013) exploram as relações entre risco de crédito bancário, do ponto de vista de seus credores, e das estruturas de governança corporativa em bancos comerciais dos Estados Unidos. Eles calculam as probabilidades de default acumuladas nos horizontes de um e cinco anos, com base nos modelos de Merton e de Black e Cox, com as definições do modelo *KMV Credit Monitor* para estimar a fronteira do default. Como resultado, a pesquisa aponta que conselhos de administração maiores e diretores financeiros mais idosos contribuem significativamente para a redução do risco de crédito dos bancos, e, em menor grau, a menor participação de investidores institucionais e conselhos de administração mais independentes também contribuem.

### **2.2.5 Aspectos Legais**

No ambiente institucional brasileiro, a Lei nº 6.404/1976 regulamenta o funcionamento das sociedades anônimas (companhias), de capital aberto ou fechado, cujo capital deve ser dividido em ações, sendo os sócios ou acionistas limitados em sua responsabilidade ao preço de emissão das ações subscritas ou adquiridas. A legislação também prescreve: o funcionamento das assembleias ordinária e extraordinária dos acionistas, para a tomada de contas dos administradores, deliberação sobre a destinação do lucro líquido do exercício e eleição dos membros do conselho de administração, dentre outras responsabilidades; as atribuições do conselho, dentre as quais a orientação geral dos negócios da companhia, a eleição e destituição de diretores, bem como a fiscalização de suas ações e contratos. A obrigatoriedade de constituição de conselho de administração deve ser observada pelas companhias de capital aberto e as de capital autorizado.

A Lei 11.101/2005 regulamenta o processo falimentar das sociedades, estabelecendo ordem de preferência para os créditos trabalhistas, créditos com garantias reais, créditos tributários, créditos com privilégios especial e geral, créditos quirografários e créditos de dívidas subordinadas. Importante observar que esta Lei não abrange empresas públicas, sociedades de economia mista e instituições financeiras, dentre outras.

No caso de instituições bancárias, a Lei nº 4.595/1964, que trata do Sistema Financeiro Nacional, estabelece que as instituições financeiras privadas, exceto as cooperativas de crédito, devem ser constituídas unicamente sob a forma de sociedade anônima, com a totalidade de seu capital com direito a voto representado por ações nominativas.

A Resolução nº 2.554/1998, do Conselho Monetário Nacional, determina às instituições financeiras a implantação de controles internos para suas atividades. As Resoluções nº 2.804/2000, 3.380/2006, 3.464/2007 e 3.721/2009 determinam a implementação de estruturas de gestão para os diversos riscos financeiros incorridos nas atividades bancária. A Resolução nº 4.122/2012 estabelece requisitos e procedimentos para constituição, autorização para funcionamento, cancelamento de autorização, alterações de controle, reorganizações societárias e condições para o exercício de cargos em órgãos estatutários ou contratuais das instituições financeiras.

A Resolução nº 3.198/2004 estabelece condições para o exercício de auditoria independente nas instituições financeiras, bem como para a constituição de Comitê de Auditoria em instituições de capital aberto ou fechado. Para o IBGC (2014), a legislação atual não observa

os princípios de “independência e de ausência de conflitos de interesse, ao permitir a participação de diretores na composição dos comitês de auditoria nas entidades de capital fechado”.

## **2.3. Metodologia de Pesquisa**

### **2.3.1 Fontes de Dados e Seleção da Amostra**

A base de dados para a parte empírica do estudo é composta pelos dados do Plano Contábil das Instituições Financeiras (COSIF) e por dados oriundos do processo de supervisão bancária, descrito na seção 2.3.2. Haja vista a baixa quantidade de instituições bancárias com capital aberto (Quadro 1.2), e para alcançar uma amostra mais ampla desse segmento, incluindo os bancos com capital fechado, o presente estudo utilizou dados de especialistas – supervisores que avaliam periodicamente processos de gestão de risco nas instituições financeiras, gerando dados primários sobre diversos aspectos, dentre eles o constructo governança corporativa.

A janela amostral compreende o período de 04/2010 a 02/2017, em função da disponibilidade de dados a partir do início desse período. O painel de dados contém 3.115 observações referentes a 108 instituições financeiras bancárias brasileiras. É relevante destacar que a amostra referente aos dados de governança corporativa não inclui as instituições classificadas no grupo de tratamento do estudo do Capítulo 1 (Quadro 1.3), o que inviabiliza o seu uso para fins de testes comparativos de eficiência frente aos resultados daquele modelo, que utilizou a relação ‘despesas de captação’ / ‘circulante e exigível a longo prazo’ como *proxy* para a qualidade de gestão.

A seguir é descrito o Sistema de Avaliação de Riscos e Controles, utilizado como uma das fontes de dados para a pesquisa.

### **2.3.2 Sistema de Avaliação de Riscos e Controles**

O Sistema de Avaliação de Riscos e Controles (SRC) consiste em uma metodologia empregada pela supervisão bancária brasileira, a cargo do Banco Central (BCB, 2017). Esta metodologia é aplicada nos trabalhos de campo pelas equipes de supervisão, com o objetivo de levantar insumos qualitativos que reflitam riscos incorridos e controles estabelecidos pelas entidades supervisionadas em diversos aspectos relacionados à gestão de riscos. Dentre os riscos avaliados nesse processo estão os riscos de crédito, risco de mercado, risco de liquidez, risco operacional e risco de estratégia. Para fins deste estudo, os dados

referentes aos risco de estratégia foram utilizados para as análises econométricas. Risco de estratégia é aquele ligado às “estratégias adotadas pela ES [entidade supervisionada] para atingir seus objetivos. Trata-se do risco de experimentar perdas de receitas ou deterioração do capital decorrentes de decisões empresariais adversas, implantação inadequada de decisões ou falta de reação a mudanças no ambiente empresarial” (BCB, 2017, p. 61).

Periodicamente, de acordo com o ciclo de supervisão de cada instituição financeira, equipes especializadas, após as inspeções *in-loco* nas entidades supervisionadas, atribuem notas em escala intervalar (discreta) de 1 a 4 para elementos definidos na metodologia e avaliados em campo. Especificamente para o risco de estratégia – de interesse desta pesquisa – os elementos avaliados são seis: estratégia de negócio e plano de capital (riscos); governança corporativa, controles internos, planejamento estratégico e gestão de capital (controles) – Quadro 2.2.

Quadro 2.2 – Risco de Estratégia – Elementos do SRC

Risco de Estratégia	Elementos	
	Risco	Controle
	Estratégia de Negócio Plano de Capital	Planejamento Estratégico Gestão de Capital Governança Corporativa Controles Internos

Fonte: elaborado pelo autor, a partir de BCB(2017)

A avaliação de riscos consiste em analisar as atividades mais significativas da entidade supervisionada, atribuindo notas i) aos riscos inerentes (intrínsecos às atividades bancárias) de cada elemento e ii) aos controles implantados para mitigar esses riscos. Após a consolidação de todas as notas dos elementos, a metodologia SRC gera a nota final (contínua) para o risco residual de estratégia, no caso. É importante destacar que quanto *maior* a nota (dos risco, dos controles e da consolidação final), *pior* é a avaliação dada pela supervisão bancária. Assim, a escala reflete os valores de riscos como baixo (1), médio-baixo (2), médio-alto (3) e alto (4). O Quadro 2.3 apresenta avaliações realizadas no escopo do SRC, onde se percebe, como exemplo, a instituição n° 3 recebendo as melhores avaliações e a n° 2, as piores.

Por sua vez, a análise dos elementos de risco e de controle é baseada em critérios estabelecidos na metodologia. Como exemplo, no caso do elemento “Governança Corporativa”, há compatibilidade entre os critérios estabelecidos e a revisão de literatura realizada. São abordados os aspectos de conselho de administração e diretoria executiva (competência e experiência dos membros, entendimento do ambiente de negócios, frequência e escopo das reuniões, dedicação de tempo à instituição, aprovação e supervisão dos objetivo estratégicos,

controles internos e *compliance*, práticas de remuneração, divulgação de informações, quantidade de membros independentes, existência de *Chief Risk Officer* – CRO); comitês auxiliares (comitê de auditoria e comitê de remuneração) e conselho fiscal.

Quadro 2.3 – Risco de Estratégia – Amostra de Avaliações

Instituição Financeira	Data	Notas de Riscos <sup>a</sup>		Notas de Controle <sup>b</sup>				Nota Final
		Estrat. Negócio	Plano de Capital	Gestão de Capital	Governança	Contr. Internos	Planej. Estrat.	
1	09/2011	2	1	2	1	3	2	2,42
2	08/2016	3	3	4	3	4	4	3,45
3	11/2013	1	1	2	1	2	2	1,67

<sup>a</sup> As notas são de escala intervalar discreta: risco baixo (1), médio-baixo (2), médio-alto (3) e alto (4);

<sup>b</sup> As notas de deficiência de controles são: baixa (1), média-baixa (2), média-alta (3) e alta (4).

Fonte: elaborado pelo autor

Ao final de cada avaliação, ocorre a apresentação, por parte da supervisão, das conclusões do SRC, geralmente em reunião com o conselho de administração da instituição financeira. Estas conclusões servem, ainda, como importante insumo para o planejamento de atividades para os ciclos subsequentes de supervisão bancária.

Na janela amostral (04/2010 a 02/2017) havia 345 observações disponíveis, correspondendo a 345 avaliações do risco de estratégia pela supervisão bancária. Deste total, foram utilizadas 273 observações, para compatibilizar com a amostra utilizada no Capítulo 1, cujo resultado foi utilizado para teste de robustez na presente análise (o painel do estudo do primeiro capítulo foi ampliado temporalmente até 02/2017, com os respectivos cálculos da variável dependente a partir dos parâmetros estimados naquele modelo). Assim, o painel deste estudo contém 108 instituições financeiras (IF), sendo que a moda de observações, por IF, é igual a 3 observações (das 108 IF, 46 tiveram 3 inspeções de risco de estratégia no período).

Partindo do pressuposto de que as avaliações dos elementos do risco de estratégia (Quadro 2.2) não se alteram com frequência, sendo características organizacionais relativamente estáveis, e tendo em vista ampliar o painel inicialmente obtido e compatibilizá-lo com as observações mensais do painel do Capítulo 1, optou-se por estender as notas das avaliações por um período de 12 meses, ou até a ocorrência de nova avaliação da IF (Quadro 2.4). Desta forma, o painel final do estudo contou com 3.115 observações mensais.

Quadro 2.4 – Risco de Estratégia – Extensão das Observações de Campo

Instituição Financeira	Data	Notas de Riscos <sup>a</sup>		Notas de Controle <sup>a</sup>				Nota Final
		Estrat. Negócio	Plano de Capital	Gestão de Capital	Governança	Contr. Internos	Planej. Estrat.	
1	09/2011	2	1	2	1	3	2	2,42
1	10/2011	2	1	2	1	3	2	2,42
1	11/2011	2	1	2	1	3	2	2,42
1	...	2	1	2	1	3	2	2,42
1	07/2012	2	1	2	1	3	2	2,42
1	08/2012	2	1	2	1	3	2	2,42

<sup>a</sup> As observações originais (09/2011) foram replicadas para os doze meses seguintes, neste exemplo.

Fonte: elaborado pelo autor

### 2.3.3. Variáveis do Estudo

Constatou-se adequação entre a metodologia do Sistema de Avaliação de Riscos e Controle (SRC) e a revisão de literatura sobre variáveis explanatórias de governança corporativa. Aspectos como conselho de administração, diretoria executiva e comitês de apoio, como de auditoria e de remuneração, são objetos de avaliação no SRC, conforme descrito na seção anterior. As avaliações guardam relação com outros índices de governança corporativa, como aquele utilizado por Silva e Leal (2007). Da mesma forma, a metodologia utiliza variáveis adotadas em Pathan e Skully (2010), Correia et al. (2011), Pathan (2009), Ellul e Yerramulli (2013), Aebi et al. (2012) e Choi et al. (2015).

Quanto aos demais cinco elementos que constituem a avaliação do risco de estratégia ao lado de governança corporativa, percebe-se que são todos resultados da participação direta do conselho de administração e da alta direção das IF, o que torna essas variáveis importantes para a avaliação conjunta no presente estudo.

Reforça essa visão o estudo de FahlenBrach et al. (2012), que conclui pela persistência da cultura de risco e aspectos de modelos de negócios de bancos, ao analisar que os retornos das ações de bancos durante a crise de 1998 foram similares aos seus retornos e probabilidades de falha na crise de 2007-2008, resultado que sugere que os bancos não alteraram aspectos fundamentais de sua estratégia de negócio e, portanto, de seu risco inerente e exposição a crises. Os autores sugerem que estudos futuros utilizem medidas sobre a cultura de risco e de modelo de negócio – ausentes naquele trabalho – para medir sensibilidade a crises. Assim, o presente

estudo está em linha com esta sugestão, ao utilizar dados de especialistas sobre a qualidade dos modelos de negócio bem como da cultura de risco de bancos no país.

Como *proxies* para medidas de risco, foram utilizados o Z-score (Pathan, 2009; Laeven & Levine, 2009; Chiaramonte et al., 2015; Chen et al., 2015) e a medida de *financial distress* estimada no estudo do Capítulo 1, com variáveis CAMELS, para teste de robustez.

Conforme Chiaramonte et al. (2015), o Z-score indica o número de desvios-padrão abaixo da média que a rentabilidade deve cair para esgotar o patrimônio da organização. Assim, quanto maior o Z-score, menor é a probabilidade de default. O cálculo do Z-score pode ser para análises com cortes longitudinais ou transversais, como em Boyd et al. (2006).

Li e Malone (2016) evidenciam que inexistente consenso sobre o cálculo do Z-score (Equação 1) em abordagens de corte longitudinal (*time-varying*). Na presente pesquisa, seguindo Chen et al. (2015) e Chiaramonte et al. (2015) no cálculo do Z-score, adotou-se janelas móveis de 12 meses para o cálculo do desvio-padrão do retorno sobre os ativos, na abordagem longitudinal, aplicando o logaritmo natural devido à assimetria da distribuição.

$$Z\_score = \left( ROA + \frac{Patrim\tilde{on}io\ L\acute{iqu}ido}{Ativo} \right) / \sigma_{ROA} \quad (1)$$

em que ROA refere-se à rentabilidade sobre os ativos.

Um segundo vetor de Z-scores foi calculado, utilizando os retornos *cross-sectional* para o cálculo do desvio-padrão, com *winsorização* nos percentis de 5% e 95%. Assim, obteve-se o indicador de risco Z-score para cada IF (Equação 1) em função de suas próprias variáveis (numerador) e do conjunto de retornos sobre ativos dos bancos da amostra (denominador), em cada mês.

O Quadro 2.5 lista as variáveis que formam o painel de dados do estudo e a Tabela 2.1 traz a estatística descritiva das variáveis. Os Gráficos 2.1 e 2.2 são os respectivos histogramas.

Quadro 2.5 – Variáveis do Estudo

Variável	Descrição	Tipo, Medida	Fonte
Z_Score_Time	Medida longitudinal de risco ( <i>time-series</i> ), calculada a partir da janela móvel de 12 meses passados, considerando dados da instituição financeira	Dependente, Contínua	COSIF
Z_Score_Cross	Medida de corte transversal de risco ( <i>cross-section</i> ), calculada a partir de observações de todas as instituições financeiras, em um determinado mês	Dependente, Contínua	COSIF
Y_CAMELS	Medida de estresse financeiro estimada pelo modelo de regressão logística do Capítulo 1	Dependente, Contínua	Capítulo 1

EstratNeg <sup>a</sup>	Nota atribuída, após avaliações qualitativas da instituição financeira, ao constructo estratégia de negócio. Avalia a possibilidade da instituição sofrer perdas de receitas ou deterioração de capital em razão dos objetivos estratégicos e das metas estabelecidas pelo conselho de administração (ou pela diretoria executiva, na inexistência do conselho de administração)	Independente, Discreta	SRC
PlanCap <sup>a</sup>	Idem, constructo plano de capital. Avalia os riscos associados ao nível e à qualidade do capital mantido e projetado pela IF, considerando também sua capacidade de suportar condições conjunturais adversas	Independente, Discreta	SRC
Governança <sup>a</sup>	Idem, constructo governança corporativa. Avalia as principais estruturas de governança corporativa da IF e sua efetividade	Independente, Discreta	SRC
PlanEstrat <sup>a</sup>	Idem, constructo planejamento estratégico. Avalia a qualidade do processo de planejamento estratégico da IF e dos planos estratégicos gerados	Independente, Discreta	SRC
GestCap <sup>a</sup>	Idem, constructo gestão de capital. Avalia as políticas, a estrutura e os procedimentos de gestão de capital da IF frente ao plano de capital elaborado e das fontes dos recursos financeiros previstas, avaliando a gestão de riscos e planos de contingência em cenários de estresse	Independente, Discreta	SRC
ContrInt <sup>a</sup>	Idem, constructo controles internos. Avalia o conjunto de políticas, processos, procedimentos, pessoas e sistemas constituintes do sistema de controles internos, bem como sua efetividade e o nível de conformidade aos normativos	Independente, Discreta	SRC
RE <sup>b</sup>	Risco residual de estratégia, considerando a avaliação de riscos inerentes e controles mitigadores	Independente/ endógena, Contínua	SRC
EstratNeg_E PlanCap_E Governança_E PlanEstrat_E GestCap_E ContrInt_E	Extensão das notas dos respectivos constructos, por um período de 12 meses, limitada à existência de nova avaliação (nota) nesse prazo	Independente, Discreta	SRC
RE_E	Idem, da nota do risco residual de estratégia	Independente/ endógena, Contínua	SRC
Porte	Porte da IF (grande, médio, pequeno ou micro), calculado conforme metodologia descrita em BCB (2012, p.63)	Controle Discreta	COSIF

<sup>a</sup> As notas atribuídas no SRC são de escala intervalar discreta: risco baixo (1), médio-baixo (2), médio-alto (3) e alto (4); deficiência de controles baixa (1), média-baixa (2), média-alta (3) e alta (4).

<sup>b</sup> A nota atribuída ao risco residual de estratégia é uma medida contínua no intervalo [1,4].

Fonte: elaborado pelo autor

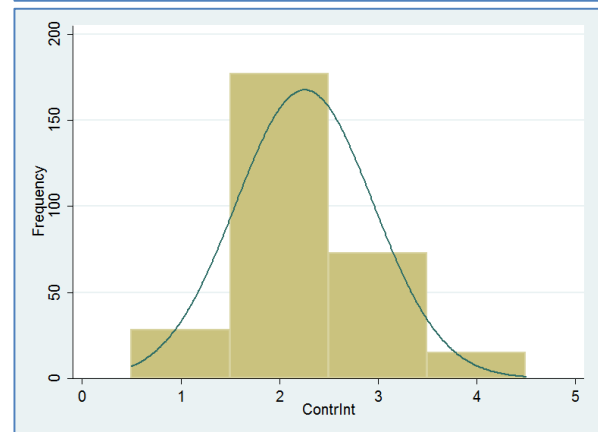
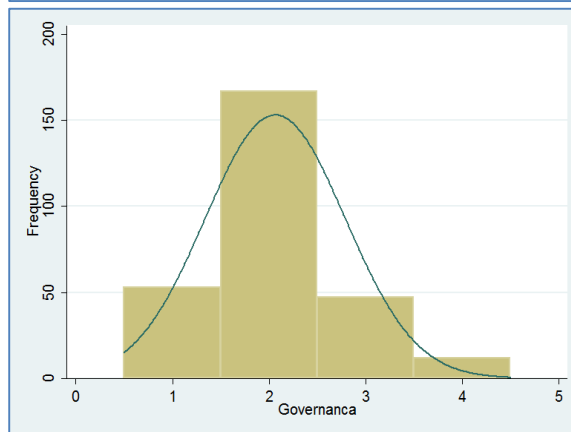
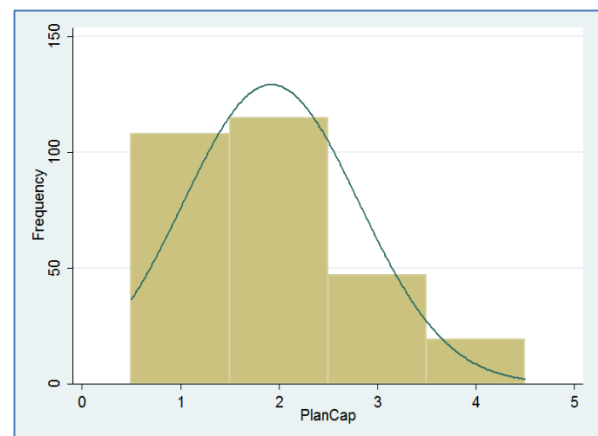
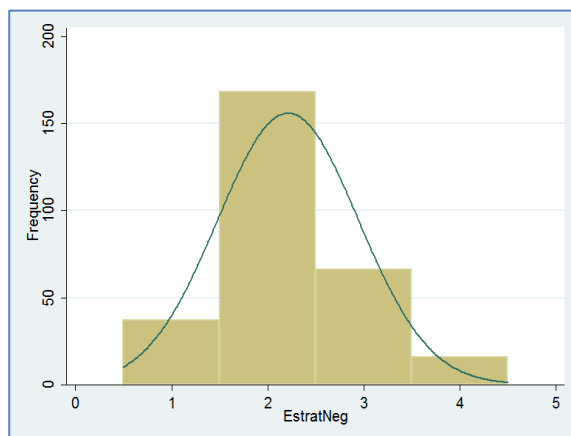


Tabela 2.1 – Estatística Descritiva das Variáveis do Estudo

Variáveis <sup>a</sup>	$\bar{x}$	s	Mín.	Máx.	Mediana
Z_Score_Time	1,84	1,01	-13,82	4,07	1,90
Z_Score_Cross	1,68	0,64	-3,40	4,96	1,62
Y_CAMELS	0,02	0,73	0,00	0,94	0,01
EstratNeg	2,21	0,73	1	4	2
PlanCap	1,92	0,89	1	4	2
Governança	2,06	0,73	1	4	2
PlanEstrat	2,06	0,72	1	4	2
GestCap	2,25	0,76	1	4	2
ContrInt	2,26	0,70	1	4	2
RE	2,35	0,44	1,08	3,77	2,32

<sup>a</sup> Não foram detectadas multicolinearidades entre as variáveis (teste VIF).

Fonte: elaborado pelo autor



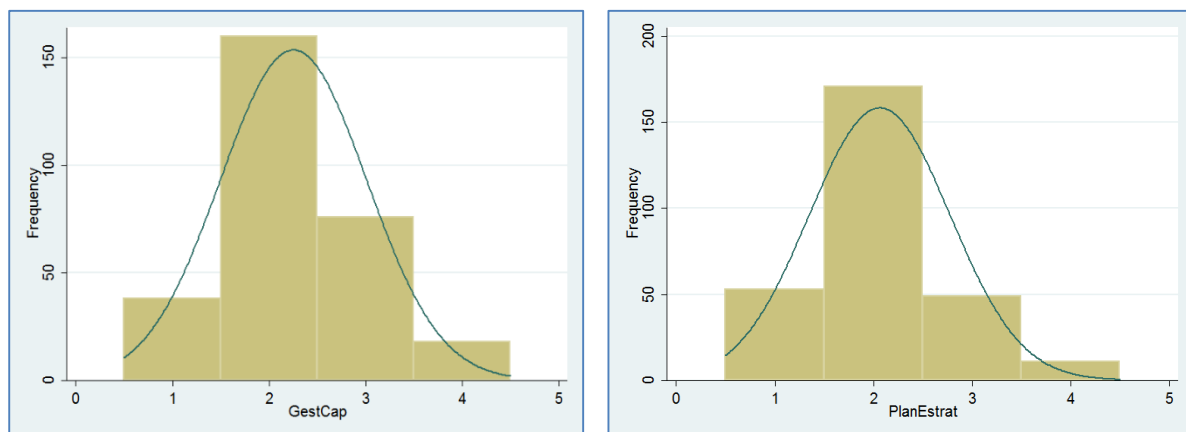


Gráfico 2.1 – Histograma de Variáveis do SRC  
 Fonte: elaborado pelo autor

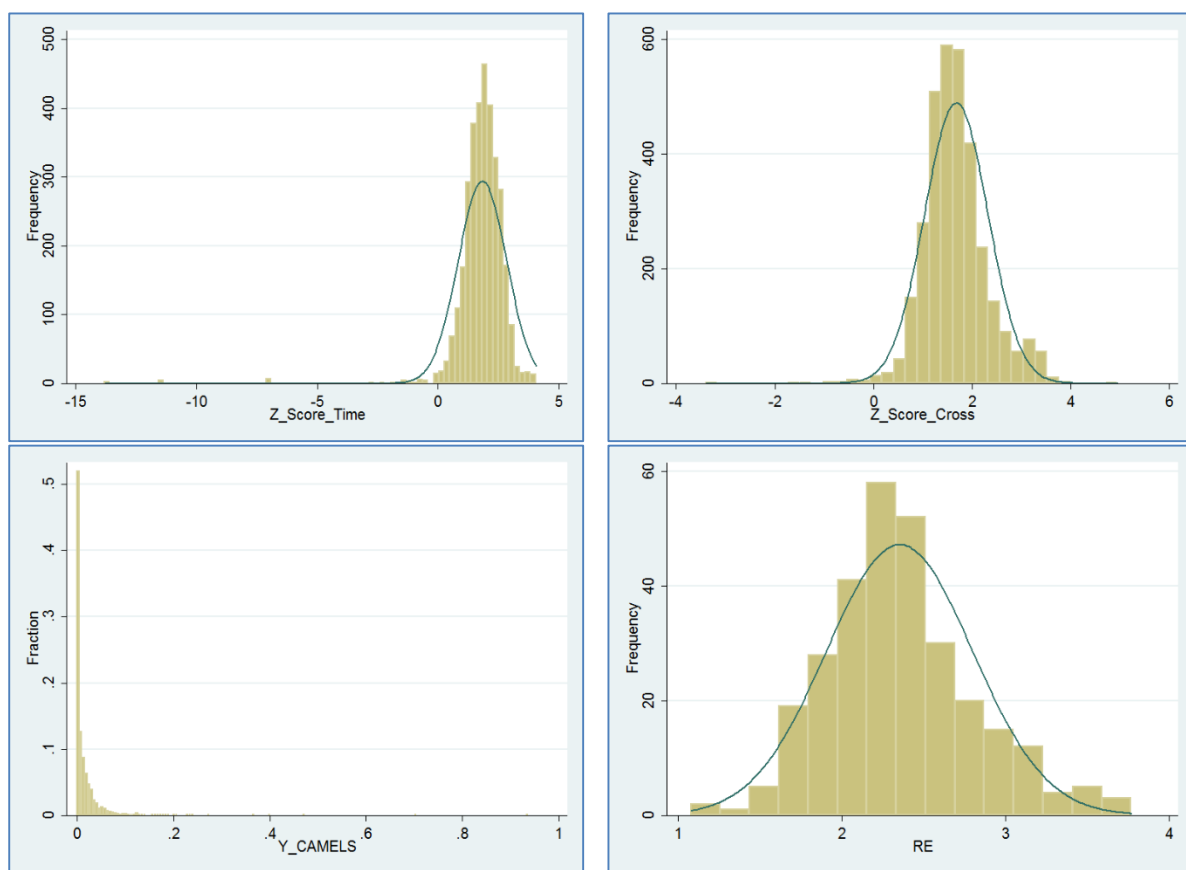


Gráfico 2.2 – Histograma de Variáveis Dependentes e Endógena (RE – Risco de Estratégia)  
 Fonte: elaborado pelo autor

#### 2.3.4. Hipóteses da Pesquisa

São duas as hipóteses testadas na pesquisa, seguindo Ellul e Yerramilli (2003), Pathan(2009) e Switzer e Wang (2013). Ambas hipóteses analisam a relação entre medidas de risco em instituições financeiras e os indicadores de governança corporativa. A primeira hipótese utiliza o Z-score longitudinal e a segunda, o Z-score de corte transversal.

**H1o:** As probabilidades de default das instituições financeiras são atenuadas em função da qualidade de mecanismos de governança corporativa, considerando-se medidas longitudinais (*time-series*).

**H2o:** As probabilidades de default das instituições financeiras são atenuadas em função da qualidade de mecanismos de governança corporativa, considerando-se medidas de corte transversal (*cross-section*).

### 2.3.5. Modelagem

#### 2.3.5.1. Análise Fatorial

Na análise preliminar dos dados foi utilizada a análise fatorial exploratória (Equação 2), para identificar possíveis fatores comuns explanatórios das variâncias dos elementos medidos pelo SRC. O método de extração dos fatores foi o de iteração dos fatores principais, com rotação varimax.

$$X\_SRC_{i=1..6} = \sum_{j=1}^n l_{ij} F_j + e_i \quad (2)$$

em que  $i$  corresponde à  $i$ -ésima variável independente dos dados do SRC,  $l_{ij}$  corresponde à carga fatorial da  $i$ -ésima variável no  $j$ -ésimo fator comum e  $e_i$  referem-se aos fatores únicos, específicos de cada variável independente em  $\mathbf{X\_SRC}$  (EstratNeg, PlanCap, Governança, PlanEstrat, GestCap e ContrInt).

Em seguida, foi aplicado o modelo de equações estruturais com variável latentes (Equação 3), para a análise fatorial confirmatória (Bollen, 1989):

$$\mathbf{x} = \mathbf{\Lambda}_x \boldsymbol{\xi} + \boldsymbol{\delta} \quad (3)$$

$$\mathbf{y} = \mathbf{\Lambda}_y \boldsymbol{\eta} + \boldsymbol{\epsilon} \quad (4)$$

$$\boldsymbol{\eta} = \mathbf{B} \boldsymbol{\eta} + \mathbf{\Gamma} \boldsymbol{\xi} + \boldsymbol{\zeta} \quad (5)$$

em que  $\mathbf{x}$  é o vetor de variáveis observadas para as variáveis latentes exógenas  $\boldsymbol{\xi}$ ,  $\mathbf{y}$  corresponde às variáveis observadas referentes às latentes endógenas  $\boldsymbol{\eta}$ ,  $\mathbf{\Lambda}_x$  e  $\mathbf{\Lambda}_y$  são as matrizes de coeficientes das variáveis latentes, e  $\boldsymbol{\delta}$  e  $\boldsymbol{\epsilon}$  são as medidas de erro. Os pressupostos do modelo de *mensuração* de equações estruturais (Equações 3 e 4) são  $E(\boldsymbol{\eta}) = 0$ ,  $E(\boldsymbol{\xi}) = 0$ ,  $E(\boldsymbol{\delta}) = 0$ ,  $E(\boldsymbol{\epsilon}) = 0$ , erros não correlacionados entre si e não correlacionados com as variáveis latentes (Bollen, 1989). No caso da parte *estrutural* do modelo (Equação 5), adotou-se  $\boldsymbol{\eta} = \mathbf{I} \boldsymbol{\xi}$ , pois não há variável latente endógena no estudo.

A abordagem do modelo de equações estruturais é generalista, sendo casos específicos a análise de regressão, o sistema de equações simultâneas, a análise fatorial confirmatória, análise de covariância, dentre outros. Na estimativa dos parâmetros, ao invés de minimizar a soma dos quadrados das diferenças residuais das observações individuais da amostra, o modelo de equações estruturais utiliza a matriz de covariância das variáveis observadas ( $\Sigma$ ) para encontrar os parâmetros  $\theta$  do modelo:  $\Sigma = \Sigma(\theta)$ . As covariâncias observadas subtraídas das covariâncias previstas formam os resíduos (Bollen, 1989).

No caso da análise fatorial confirmatória, a matriz de covariância das variáveis observadas ( $x$ ) é a esperança de  $xx'$ :

$$\begin{aligned}
 xx' &= (\Lambda_x \xi + \delta) (\Lambda_x \xi + \delta)' \\
 &= (\Lambda_x \xi + \delta) (\xi' \Lambda_x' + \delta') \\
 &= \Lambda_x \xi \xi' \Lambda_x' + \Lambda_x \xi \delta' + \delta \xi' \Lambda_x' + \delta \delta' \\
 \Sigma &= E(xx') = \Lambda_x \Phi \Lambda_x' + \Theta_\delta
 \end{aligned} \tag{6}$$

onde  $\Phi$  é a matriz de covariância das latentes exógenas ( $\xi$ ), e  $\Theta$  é a matriz de covariância dos termos de erro.

### 2.3.5.2. Modelo Estrutural e Modelo de Dois Estágios (2SLS)

Após a identificação dos fatores que compõem a inter-relação entre as variáveis independentes selecionadas para o estudo, no passo seguinte foi incluída a variável manifesta endógena ‘risco de estratégia’ na análise, para a verificação das relações entre essa variável e os elementos (notas intermediárias) que embasam o seu valor.

Para isso, foi incluída a parte estrutural no modelo de equações estruturais (Equações 4 e 5), ao lado da parte de mensuração utilizada na análise fatorial confirmatória. Adotou-se  $\eta = \mathbf{I} \xi$ , pois não há variável latente endógena no estudo.

Em seguida, a variável dependente Z-score também foi adicionada, com o uso do método de estimação de dois estágios (*two-stage least-squares* - 2SLS) para considerar a relação endógena no sistema formado e, assim, obter estimadores mais consistentes (embora também viesados) que aqueles obtidos pelo método dos mínimos quadrados ordinários. Choques aleatórios que afetam as medidas de risco Z\_score provavelmente também seriam percebidos nas avaliações do risco de estratégia (RE), tornando frágil a premissa  $COV(RE, \varepsilon)=0$ . Apesar da inexistência de variáveis instrumentais candidatas nos dados

disponíveis, o procedimento em dois estágios permite que a variável endógena estimada no primeiro estágio seja utilizada no segundo estágio.

$$RE_{it} = \alpha + \beta' X\_SRC_{it} + e_{it} \quad (7)$$

$$Z\_score_{it} = \gamma + RE_{it} + \varepsilon_{it}$$

### 2.3.5.3. Estimação de Equações Generalizadas (GEE)

Finalmente, para a avaliação das hipóteses da pesquisa, foi adotado o modelo de estimação de equações generalizadas (*generalized estimating equations* – GEE) para dados em painel (Equação 8), uma extensão dos modelos lineares generalizados (GLM) ao assumir correlação entre as observações da amostra (Hardin & Hilbe, 2013). Para a estimação dos parâmetros populacionais foi usado o modelo *population-averaged*, considerando as correlações intra-painéis (*within-group*).

$$g\{E(y_{it})\} = x_{it}\beta, \quad y \sim F \quad (8)$$

em que  $g()$  é a função de ligação e  $F$  é a família de distribuição da variável dependente.

Para analisar as regressões sobre as variáveis  $Z\_Score\_Time$  e  $Z\_Score\_Cross$  foi utilizada a família normal (gaussiana) de distribuição, com função de ligação identidade (Equações 9 e 10). Vale observar que essa especificação corresponde, no caso do GEE, ao modelo de efeitos aleatórios (Hardin & Hilbe, 2013, p.67).

Para o teste de robustez com a variável  $Y\_CAMELS$  foi usada a família gama de distribuição da variável dependente, com a respectiva função de ligação canônica (recíproca), conforme Equação 11.

$$g\{E(Z\_Score\_Time_{it})\} = x_{it}\beta, \quad Z\_Score\_Time \sim N(), \quad y = y \quad (9)$$

$$g\{E(Z\_Score\_Cross_{it})\} = x_{it}\beta, \quad Z\_Score\_Cross \sim N(), \quad y = y \quad (10)$$

$$g\{E(Y\_CAMELS_{it})\} = x_{it}\beta, \quad Y\_CAMELS \sim Gama, \quad y = 1/y \quad (11)$$

Como opção para a matriz de correlações  $\mathbf{R}(\alpha)$  foi selecionada a estrutura permutável de correlações (*exchangeable*), calculada em função do escalar alfa (STATA, 2013):

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^m \left( \sum_{j=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_i} \widehat{r}_{ij} \widehat{r}_{ik} - \sum_{j=1}^{n_i} \widehat{r}_{i,j}^2 \right)}{\sum_{i=1}^m \{n_i (n_i - 1)\}} \bigg/ \frac{\sum_{i=1}^m \left( \sum_{j=1}^{n_i} \widehat{r}_{i,j}^2 \right)}{\sum_{i=1}^m n_i} \quad (12)$$

$$R_{s,t} = \begin{cases} 1 & \text{se } s = t \\ \alpha & \text{caso contrário} \end{cases}$$

## 2.4. Apresentação dos Resultados

Partindo da análise sobre o inter-relacionamento das variáveis independentes, via método de análise de fatores, o teste de alfa de Cronbach igual a 0,83 denota um bom nível de consistência interna para as variáveis de análise do risco de estratégia. A Tabela 2.2 apresenta os três fatores que, em conjunto, respondem por 96% da variância total contida nos dados selecionados para o estudo. A partir das cargas fatoriais obtidas com a rotação ortogonal dos fatores (Tabela 2.3), é possível atribuir as seguintes designações: Fator 1 – Capital; Fator 2 – Governança; e Fator 3 – Estratégia.

Tabela 2.2 – Análise Fatorial com Rotação *Varimax*<sup>a</sup>

Fator	Variância	Diferença	Proporção	Acumulado
Fator 1	1,23880	0,06430	0,3365	0,3365
Fator 2	1,17450	0,04805	0,3190	0,6555
Fator 3	1,12645	0,98645	0,3060	0,9614
Fator 4	0,14000	0,13778	0,0380	0,9994
Fator 5	0,00221	-	0,0006	1,0000

<sup>a</sup> n=273 observações, método de iteração dos fatores principais, rotação ortogonal *varimax*

Tabela 2.3 – Cargas Fatoriais<sup>a</sup>

Variável	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Especificidade <sup>b</sup>
PlanCap	0,6713	0,1569	0,3151	-0,1571	0,0160	0,4005
GestCap	0,7189	0,3362	0,1620	0,1442	-0,0101	0,3231
Governança	0,2535	0,6356	0,3625	-0,1449	0,0357	0,3782
ContrInt	0,2712	0,6965	0,1884	0,1257	-0,0229	0,3895
EstratNeg	0,2200	0,2349	0,7011	-0,0753	0,0041	0,3992
PlanEstrat	0,2918	0,3043	0,5853	0,2282	-0,0066	0,4276

<sup>a</sup> n=273 observações

<sup>b</sup> Parte da variância não relacionada aos fatores comuns (*uniqueness*)

Assim, considerando-se as variáveis do estudo e os fatores encontrados na análise exploratória, o seguinte sistema de equações é estabelecido:

$$x = \Lambda_x \xi + \delta$$

$$\begin{pmatrix} \text{EstratNeg} \\ \text{PlanEstrat} \\ \text{Governança} \\ \text{ContrInt} \\ \text{PlanCap} \\ \text{GestCap} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lambda_{11} & 0 & 0 \\ \lambda_{21} & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_{32} & 0 \\ 0 & \lambda_{42} & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_{53} \\ 0 & 0 & \lambda_{63} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \\ \xi_3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ \delta_5 \\ \delta_6 \end{pmatrix} \quad (13)$$

onde  $\xi$  corresponde aos fatores identificados (variáveis latentes exógenas): Estratégia (L\_Estrat), Governança (L\_Governança) e Capital (L\_Capital).

O modelo de mensuração do sistema de equações estruturais permite a análise confirmatória dos fatores, quando conhecidos. No entanto, a presente especificação torna o modelo subidentificado, pois o número de parâmetros em  $\Sigma(\theta)$  é maior que as partes de informação da amostra referentes às seis variáveis independentes (24 parâmetros a serem estimados contra 21 partes de informação, isto é,  $6*7/2=21$ ). Para tornar, então, o modelo identificável, três parâmetros foram fixados com valor unitário, conforme a estimação resultante na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 – Equações Estruturais – Modelo de Mensuração

Structural equation model		Number of obs		=		273	
Estimation method = ml							
Log pseudolikelihood= -1562.4873							
	Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]		
<b>Measurement</b>							
EstratNeg <-							
L_Estrat	1	(constrained)					
_cons	2.205128	.0438088	50.34	0.000	2.119265	2.290992	
PlanEstrat <-							
L_Estrat	1.042657	.1300115	8.02	0.000	.7878395	1.297475	
_cons	2.062271	.0421526	48.92	0.000	1.979653	2.144889	
Governanca <-							
L_Governanca	1	(constrained)					
_cons	2.058608	.0429629	47.92	0.000	1.974402	2.142814	
ContrInt <-							
L_Governanca	.8816035	.1110979	7.94	0.000	.6638557	1.099351	
_cons	2.260073	.04128	54.75	0.000	2.179166	2.34098	
PlanCap <-							
L_Capital	1	(constrained)					
_cons	1.897436	.0535741	35.42	0.000	1.792433	2.002439	
GestCap <-							
L_Capital	.9166838	.1323969	6.92	0.000	.6571907	1.176177	
_cons	2.260073	.0447248	50.53	0.000	2.172414	2.347732	
var(e.EstratNeg)	.2672771	.0360853			.2051353	.3482437	
var(e.PlanEstrat)	.2063566	.0334719			.1501586	.2835873	
var(e.Governanca)	.1952642	.03679			.1349729	.2824872	
var(e.ContrInt)	.2250485	.0319284			.170417	.2971933	
var(e.PlanCap)	.3799694	.0608165			.2776569	.5199826	
var(e.GestCap)	.2073548	.0495235			.1298427	.3311392	
var(L_Estrat)	.2547479	.0507582			.172389	.3764537	
var(L_Governanca)	.3067954	.059235			.2101366	.4479154	
var(L_Capital)	.4007199	.0840441			.2656539	.6044574	

cov(L_Estrat,						
L_Governanca)	.2177498	.0419104	5.20	0.000	.1356069	.2998926
cov(L_Estrat,						
L_Capital)	.2301382	.0464349	4.96	0.000	.1391274	.321149
cov(L_Governan~a,						
L_Capital)	.2577569	.0445675	5.78	0.000	.1704061	.3451076

Em seguida, para melhor leitura dos coeficientes, obteve-se a estimativa padronizada, onde as variâncias das variáveis latentes são fixadas (iguais a 1), liberando os coeficiente antes fixados. A Figura 2.3 apresenta as covariâncias padronizadas (que neste caso correspondem aos coeficientes de correlação) entre as variáveis latentes. Os valores no interior dos retângulos são os interceptos de cada variável manifesta e os valores ao lado dos círculos são as variâncias estimadas dos erros, que representam a variância não mensurada pelas respectivas variáveis latentes.

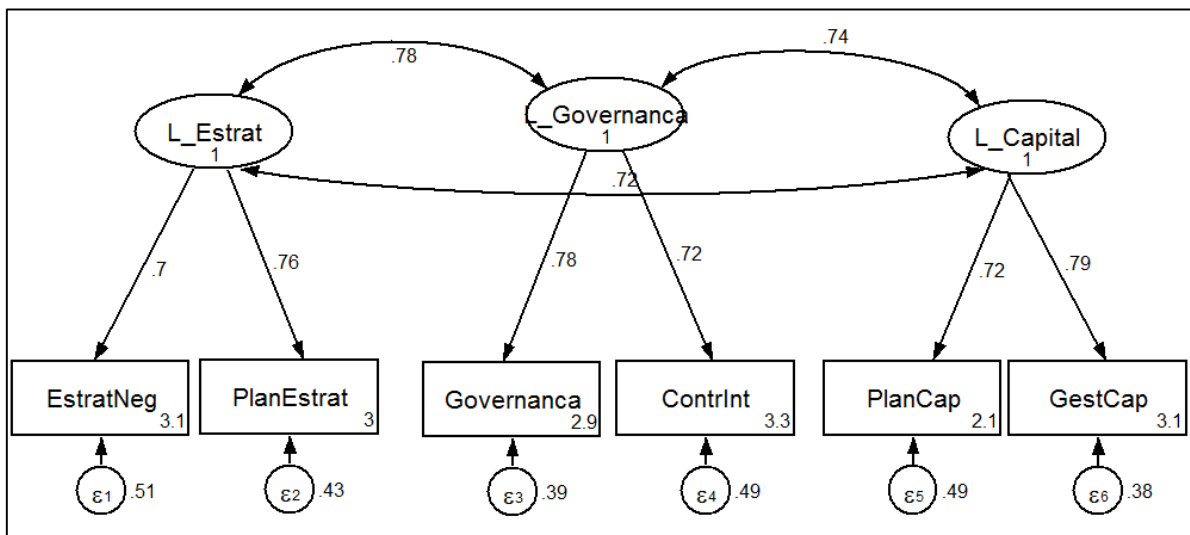


Figura 2.3 – Análise Fatorial Confirmatória

Utilizando a parte de mensuração e a parte estrutural do sistema de equações estruturais, com a inclusão da variável observada RE (Figura 2.4), denota-se a significância estatística na formação do risco de estratégia pelas variáveis latentes de Estratégia (p-valor = 0,004), Governança (p-valor = 0,002) e Capital (p-valor = 0,075), conforme Tabela 2.5. Da análise dos respectivos coeficientes, nota-se um maior peso da nota de governança corporativa na relação.



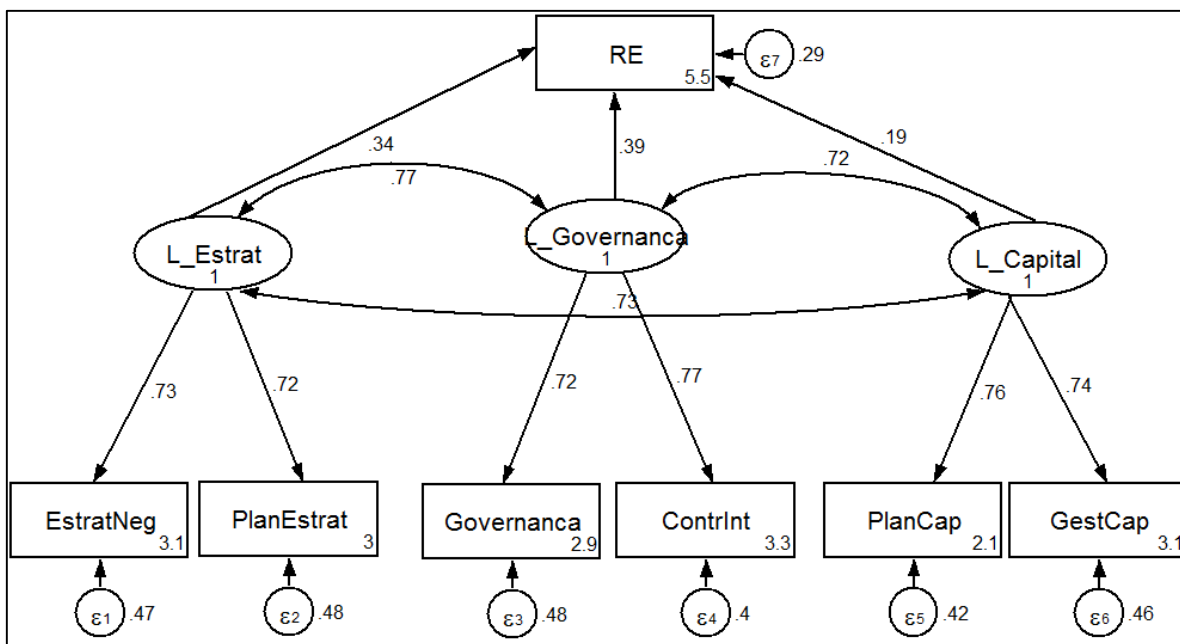


Figura 2.4 – Modelo de Equações Estruturais

Tabela 2.5 – Equações Estruturais – Modelo de Mensuração e Estrutural

Structural equation model		Number of obs		= 273		
Estimation method = ml						
Log pseudolikelihood= -1562.4873						
Standardized	Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
RE <-						
L_Estrat	.3439419	.120059	2.86	0.004	.1086306	.5792532
L_Governanca	.3869281	.1246619	3.10	0.002	.1425952	.631261
L_Capital	.1905892	.1071537	1.78	0.075	-.0194282	.4006065
_cons	5.506914	.2456973	22.41	0.000	5.025356	5.988472
(...)						

Ao incluir a medida de risco longitudinal Z-score na análise, forma-se o sistema de equações simultâneas apresentado na Equação 7, para o qual os testes de Durbin-Wu-Hausman têm sua hipótese nula (de variáveis exógenas) rejeitada, com p-valor = 0,0207, apontando que choques aleatórios no Z-score também afetam o risco de estratégia. Assim, embora sem a disponibilidade de variáveis instrumentais (foi adicionado Porte do banco como variável), foi adotado o método de estimação de dois estágios (*two-stage least-squares - 2SLS*), desta forma utilizando a estimativa de RE no primeiro estágio para estimar o coeficiente de Z-score.

Vale observar que nos testes seguintes houve um aumento na quantidade de observações da amostra, em função da extensão das observações do SRC (Quadro 2.5).

Conforme a Tabela 2.6, somente a variável de gestão de capital (elemento de controle para o risco de estratégia) não mostrou significância ao nível de 1%. Assim, pode-se inferir que

as avaliações de gestão de capital, no âmbito do SRC, têm menor impacto na atribuição da nota final do risco de estratégia. A variável controles internos apresenta o maior coeficiente (0,25) e o coeficiente da variável porte sugere que o critério de proporcionalidade está presente nas avaliações de risco de estratégia pela supervisão bancária, pois quanto maior a variável porte (portanto menor o porte da IF), menor é o impacto no risco de estratégia.

Também é interessante observar o sinal do coeficiente de RE\_E no segundo estágio. Conforme o esperado, e reforçado pela endogeneidade detectada, notas elevadas do risco de estratégia (maior risco), relacionam-se a menores valores para o Z-score (maior risco).

Tabela 2.6 – Modelo de Regressão em Dois Estágios

First-stage regressions						
-----						
					Number of obs =	3115
					F( 7, 3107) =	748.22
					Prob > F =	0.0000
					R-squared =	0.6462
					Adj R-squared =	0.6454
					Root MSE =	0.2570
-----						
RE_E	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
-----						
EstratNeg_E	.1548566	.007731	20.03	0.000	.1396982	.170015
PlanCap_E	.1245039	.0066504	18.72	0.000	.1114643	.1375436
GestCap_E	.0093721	.0090733	1.03	0.302	-.0084183	.0271624
Governanca_E	.0277368	.0086187	3.22	0.001	.0108379	.0446357
ContrInt_E	.2476656	.0081563	30.36	0.000	.2316732	.2636579
PlanEstrat_E	.0864431	.0086655	9.98	0.000	.0694523	.1034339
Porte	-.0300691	.0048155	-6.24	0.000	-.039511	-.0206272
_cons	1.055307	.0218154	48.37	0.000	1.012533	1.098081
-----						
Instrumental variables (2SLS) regression					Number of obs =	3115
					Wald chi2(1) =	44.36
					Prob > chi2 =	0.0000
					R-squared =	0.0509
					Root MSE =	1.3626
-----						
Z_Score_Time	Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
-----						
RE_E	-.6407393	.0962052	-6.66	0.000	-.829298	-.4521806
_cons	3.312463	.2110552	15.69	0.000	2.898802	3.726124
-----						

Passando para a análise final do estudo, qual seja, dos elementos de avaliação do risco de estratégia sobre o Z-score calculado a partir dos dados de balancetes mensais, a Tabela 2.7 evidencia a significância e o sinal esperado em quatro das seis variáveis explanatórias. Uma das variáveis que identificam riscos inerentes (estratégia de negócio) e três variáveis que refletem controles implementados para a mitigação de riscos (gestão de capital, governança corporativa e planejamento estratégico) possuem significância estatística e sinais esperados. Sinais

negativos indicam que quanto maior a nota do elemento (pior foi a avaliação), menor será o Z-score e, portanto, maior o risco de crédito (default). Dentre todas as variáveis analisadas, governança corporativa apresentou o maior coeficiente em valor absoluto (-0,22), seguida de planejamento estratégico (-0,20). Vale observar que, com a utilização de erros robustos na estimação do modelo, governança corporativa e planejamento estratégico permanecem, respectivamente, com significância ao nível de 1% e 5%.

Tabela 2.7 – Regressões sobre a medida de risco longitudinal Z-score

GEE population-averaged model		Number of obs	=	3115		
Group variable:	COD_IF	Number of groups	=	105		
Link:	identity	Obs per group: min	=	12		
Family:	Gaussian	avg	=	29.7		
Correlation:	exchangeable	max	=	75		
Scale parameter:	1.895241	Wald chi2(7)	=	62.05		
		Prob > chi2	=	0.0000		
-----						
Z_Score_Time	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
-----						
EstratNeg_E	-.1454488	.0557842	-2.61	0.009	-.2547838	-.0361139
PlanCap_E	.0935672	.041386	2.26	0.024	.012452	.1746823
GestCap_E	-.0909286	.0541929	-1.68	0.093	-.1971447	.0152874
Governanca_E	-.2220968	.0611207	-3.63	0.000	-.3418912	-.1023023
ContrInt_E	.1550999	.0592636	2.62	0.009	.0389454	.2712545
PlanEstrat_E	-.2049874	.0594896	-3.45	0.001	-.3215849	-.0883899
Porte	.017419	.0698762	0.25	0.803	-.1195358	.1543738
_cons	2.614593	.258568	10.11	0.000	2.107809	3.121377
=====						
GEE population-averaged model		Number of obs	=	3115		
Group variable:	COD_IF	Number of groups	=	105		
Link:	identity	Obs per group: min	=	12		
Family:	Gaussian	avg	=	29.7		
Correlation:	exchangeable	max	=	75		
Scale parameter:	1.895241	Wald chi2(7)	=	19.57		
		Prob > chi2	=	0.0066		
-----						
(Std. Err. adjusted for clustering on COD_IF)						
-----						
Z_Score_Time	Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
-----						
EstratNeg_E	-.1454488	.1026379	-1.42	0.156	-.3466154	.0557177
PlanCap_E	.0935672	.0612254	1.53	0.126	-.0264325	.2135668
GestCap_E	-.0909286	.0788726	-1.15	0.249	-.2455161	.0636588
Governanca_E	-.2220968	.0791349	-2.81	0.005	-.3771984	-.0669952
ContrInt_E	.1550999	.0930098	1.67	0.095	-.0271959	.3373957
PlanEstrat_E	-.2049874	.0943019	-2.17	0.030	-.3898157	-.0201591
Porte	.017419	.0672143	0.26	0.796	-.1143187	.1491567
_cons	2.614593	.3217114	8.13	0.000	1.98405	3.245136
-----						

Como teste de robustez, utilizou-se outra medida longitudinal de risco. A variável  $Y\_CAMELS \in [0,1]$  foi calculada a partir do modelo logit estimado no Capítulo 1, também para

janela amostral de 04/2010 a 02/2017. Nesse caso, o sinal esperado dos coeficientes é positivo, pois quanto maior a nota da avaliação pelo supervisor, espera-se uma associação a maior probabilidade de estresse financeiro (Tabela 2.8).

Novamente a variável governança corporativa apresenta significância (p-valor = 0,002), com o maior coeficiente entre os regressores, o que confirma a importância desse constructo. No entanto, na regressão com erros robustos, o p-valor cai para 15%. Estratégia de negócio também manteve-se significativa na relação, porém desta vez com o sinal contrário ao esperado.

A outra variável de avaliação de risco (Plano de Capital) manteve-se com significância e com o sinal contrário ao esperado, assim como na regressão anterior. A repetição do resultado, portanto, em ambos os testes sugere que a manutenção de capital pela instituição financeira acima do Índice de Basileia e/ou a folga na relação Capital Nível I sobre Patrimônio de Referência não necessariamente se relaciona a menores riscos, considerando as medidas Z-score e Y\_CAMELS empregadas.

Porém, a gestão de capital mostrou-se importante na mitigação de riscos, nos dois testes, diferentemente do achado em relação às avaliações do SRC (Tabela 2.6). Isso reforça a importância do alinhamento de diretrizes do conselho de administração, expressas nos objetivos estratégicos, com as decisões de gestão acerca da implementação do plano de negócios e da estrutura de gestão de riscos na instituição financeira (apetite a risco, papéis e responsabilidades, cultura de risco, mapeamento de riscos, planos de contingência para cenários de estresse).

Tabela 2.8 – Regressões sobre a medida de risco longitudinal Y\_CAMELS

GEE population-averaged model		Number of obs	=	2838		
Group variable:	COD_IF	Number of groups	=	96		
Link:	reciprocal	Obs per group: min	=	2		
Family:	gamma	avg	=	29.6		
Correlation:	exchangeable	max	=	75		
		Wald chi2(7)	=	45.75		
Scale parameter:	5.164568	Prob > chi2	=	0.0000		
-----						
Y_CAMELS	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
EstratNeg_E	-18.44736	6.526101	-2.83	0.005	-31.23828	-5.656432
PlanCap_E	-27.97911	5.610016	-4.99	0.000	-38.97454	-16.98368
GestCap_E	12.70836	6.47539	1.96	0.050	.0168272	25.39989
Governanca_E	23.75984	7.488202	3.17	0.002	9.083237	38.43645
ContrInt_E	.1360883	7.174378	0.02	0.985	-13.92544	14.19761
PlanEstrat_E	-3.863078	7.031648	-0.55	0.583	-17.64486	9.9187
Porte	-9.218067	7.097393	-1.30	0.194	-23.1287	4.692567
_cons	136.7173	29.06448	4.70	0.000	79.75195	193.6826
-----						
=====						

GEE population-averaged model		Number of obs	=	2838		
Group variable:	COD_IF	Number of groups	=	96		
Link:	reciprocal	Obs per group: min	=	2		
Family:	gamma	avg	=	29.6		
Correlation:	exchangeable	max	=	75		
Scale parameter:	5.164568	Wald chi2(7)	=	26.87		
		Prob > chi2	=	0.0004		
(Std. Err. adjusted for clustering on COD_IF)						
-----						
		Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
Y_CAMELS						
-----						
EstratNeg_E		-18.44736	11.63079	-1.59	0.113	-41.24328 4.348574
PlanCap_E		-27.97911	9.501984	-2.94	0.003	-46.60266 -9.355565
GestCap_E		12.70836	11.32375	1.12	0.262	-9.485788 34.9025
Governanca_E		23.75984	16.65685	1.43	0.154	-8.88699 56.40668
ContrInt_E		.1360883	18.59121	0.01	0.994	-36.30201 36.57418
PlanEstrat_E		-3.863078	14.53172	-0.27	0.790	-32.34472 24.61857
Porte		-9.218067	9.495707	-0.97	0.332	-27.82931 9.393177
_cons		136.7173	57.67897	2.37	0.018	23.66858 249.766
-----						

A seguir, substituiu-se a medida de risco longitudinal pela de corte transversal, calculada em função das variáveis de balanço da própria instituição financeira e do desvio-padrão *cross-section* dos retornos sobre ativos. Conforme a Tabela 2.9, a variável governança corporativa apresenta sinal compatível, porém sem significância (p-valor=0,45). Controles internos e planejamento estratégico são significativas, mas com impacto positivo. Desta forma, não foi possível constatar relacionamentos significativos tendo em conta a medida de risco (desvio padrão) transversal para cálculo dos Z-scores individuais.

Tabela 2.9 – Regressões sobre a medida de risco transversal Z-score

GEE population-averaged model		Number of obs	=	3093		
Group variable:	COD_IF	Number of groups	=	105		
Link:	identity	Obs per group: min	=	11		
Family:	Gaussian	avg	=	29.5		
Correlation:	exchangeable	max	=	75		
Scale parameter:	.3230284	Wald chi2(7)	=	71.20		
		Prob > chi2	=	0.0000		
-----						
		Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
Z_Score_Cr~s						
-----						
EstratNeg_E		.003668	.0194044	0.19	0.850	-.034364 .0417
PlanCap_E		-.0076039	.0139281	-0.55	0.585	-.0349024 .0196946
GestCap_E		.0150229	.018378	0.82	0.414	-.0209973 .0510431
Governanca_E		-.0161487	.0214567	-0.75	0.452	-.058203 .0259056
ContrInt_E		.0529284	.020354	2.60	0.009	.0130352 .0928216
PlanEstrat_E		.0477324	.0205439	2.32	0.020	.007467 .0879977
Porte		.3156555	.0470155	6.71	0.000	.2235069 .4078042
_cons		.5375372	.1621526	3.32	0.001	.2197239 .8553504
-----						

Também é possível extrair inferências específicas quanto ao impacto dos elementos do SRC, discriminando suas quatro categorias (notas de avaliação) frente à medida de risco Z-

score longitudinal. A Tabela 2.10 traz os impactos subdivididos nas avaliações de notas 2, 3 e 4, tendo a categoria 1 como categoria de base.

Tabela 2.10 – Impactos das categorias de avaliações (notas) sobre a variável dependente

GEE population-averaged model					Number of obs	=	3115
Group variable:			COD_IF		Number of groups	=	105
Link:			identity		Obs per group: min	=	12
Family:			Gaussian		avg	=	29.7
Correlation:			exchangeable		max	=	75
Scale parameter:			1.83932		Wald chi2(18)	=	93.53
					Prob > chi2	=	0.0000
-----							
Z_Score_Time		Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
-----							
EstratNeg_E							
2		.0032898	.1035659	0.03	0.975	-.1996956	.2062752
3		-.2016422	.1282047	-1.57	0.116	-.4529188	.0496344
4		-.4411	.2094864	-2.11	0.035	-.8516859	-.0305141
-----							
PlanCap_E							
2		.1176933	.0737143	1.60	0.110	-.0267842	.2621707
3		.2012211	.1047264	1.92	0.055	-.0040388	.4064811
4		.3199978	.1685634	1.90	0.058	-.0103804	.6503761
-----							
GestCap_E							
2		.0288035	.1128102	0.26	0.798	-.1923004	.2499075
3		-.0012021	.1351151	-0.01	0.993	-.2660229	.2636187
4		-.3409794	.1951167	-1.75	0.081	-.7234011	.0414422
-----							
Governanca_E							
2		-.0563074	.0908495	-0.62	0.535	-.2343692	.1217544
3		-.3941418	.1287276	-3.06	0.002	-.6464433	-.1418404
4		-1.175711	.2654539	-4.43	0.000	-1.695991	-.6554314
-----							
ContrInt_E							
2		-.1309205	.133946	-0.98	0.328	-.3934498	.1316088
3		-.0009058	.1509432	-0.01	0.995	-.2967491	.2949375
4		.6286263	.2279067	2.76	0.006	.1819373	1.075315
-----							
PlanEstrat_E							
2		-.2023781	.1028709	-1.97	0.049	-.4040014	-.0007549
3		-.5242	.1309525	-4.00	0.000	-.7808621	-.2675378
4		-.0716217	.2420869	-0.30	0.767	-.5461034	.4028599
-----							
_cons		2.180924	.1531404	14.24	0.000	1.880774	2.481074
-----							

Estatisticamente, ao nível de significância de 10%, um banco com avaliação 1, 2 ou 3 na variável estratégia de negócio possui o mesmo impacto na percepção de risco. Já a avaliação 4 acarreta um impacto de -0,44 em relação à categoria de base. Com relação à governança corporativa, as notas 1 e 2 são equivalentes na medida de risco, enquanto que a nota 3 e a nota 4 diminuem o Z-score em -0,39 e -1,18, respectivamente (magnitudes crescentes e sinais negativos, conforme o esperado).

As avaliações do planejamento estratégico também estão negativamente relacionadas ao Z-score, com impactos decrescentes conforme aumenta a nota, com exceção da categoria 4 que não possui distinção da categoria de base. Já as notas atribuídas à variável controles internos parecem não se relacionar com o Z-score, pois os coeficientes das notas 2 e 3, estatisticamente, não são diferentes de zero, e a nota 4 apresenta sinal oposto ao esperado.

Finalmente, a análise dos impactos conjuntos dos indicadores de governança corporativa e de gestão de capital na medida de risco Z-score acrescenta a perspectiva do ponto de vista da interação entre as variáveis, no que se refere às diferentes combinações de notas (Tabela 2.11).

Quando a avaliação da qualidade de governança corporativa é máxima (nota 1), percebe-se o seu domínio sobre as avaliações de gestão de capital, as quais praticamente, nesse caso, têm menor importância no impacto sobre o Z-score. No demais casos, a maioria das interações entre as variáveis possui significância ao nível de 1%, com os sinais esperados e magnitude dos coeficientes crescentes.

Tabela 2.11 – Impactos conjunto de governança corporativa e gestão de capital

GEE population-averaged model		Number of obs		=	3143	
Group variable:	COD_IF	Number of groups		=	107	
Link:	identity	Obs per group: min		=	12	
Family:	Gaussian	avg		=	29.4	
Correlation:	exchangeable	max		=	75	
Scale parameter:		Wald chi2(13)		=	56.30	
		Prob > chi2		=	0.0000	
-----						
Z_Score_Time	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
-----						
Governanca_E#						
GestCap_E						
1 2	-.1627875	.1449971	-1.12	0.262	-.4469766	.1214017
1 3	-.4135048	.2127167	-1.94	0.052	-.8304218	.0034122
1 4	-.1194445	.3536813	-0.34	0.736	-.8126471	.5737582
2 1	-.5302284	.1844991	-2.87	0.004	-.8918399	-.1686168
2 2	-.2135476	.1307221	-1.63	0.102	-.4697582	.042663
2 3	-.2753432	.1494327	-1.84	0.065	-.5682259	.0175394
2 4	-1.211484	.2850977	-4.25	0.000	-1.770266	-.652703
3 1	-.7604105	.4031839	-1.89	0.059	-1.550637	.0298155
3 2	-.7408619	.1884018	-3.93	0.000	-1.110123	-.3716011
3 3	-.5491766	.1659466	-3.31	0.001	-.8744259	-.2239273
3 4	-.6992404	.2452742	-2.85	0.004	-1.179969	-.2185118
4 1	0	(empty)				
4 2	0	(empty)				
4 3	-1.338257	.3170883	-4.22	0.000	-1.959739	-.7167751
4 4	-1.157324	.295988	-3.91	0.000	-1.73745	-.5771985
_cons	2.130862	.1319724	16.15	0.000	1.872201	2.389523
-----						

Destarte, os resultados apresentados nesta seção do estudo corroboram a hipótese H1<sub>0</sub>, no sentido de que as probabilidades de default das instituições financeiras são atenuadas em função da qualidade de mecanismos de governança corporativa, considerando-se medidas longitudinais (*time-series*). Foi possível identificar, ainda, outras dimensões sobre as quais esse constructo exerce influência, principalmente sobre aspectos estratégicos das instituições financeiras e sobre as políticas e processos de gestão de capital – aí incluídos a estruturação e a cultura de gerenciamento de riscos das instituições.

Vale observar que, durante o processo de levantamento de dados de supervisão, foi obtida a informação de que estava em curso uma alteração na metodologia de avaliação das entidades supervisionadas, com a “promoção” do constructo governança corporativa, deixando de ser considerado apenas no contexto do risco de estratégia e passando a integrar a avaliação ponderada dos demais riscos, como risco de crédito, risco de mercado, risco de liquidez e risco operacional.

Quanto à segunda hipótese, não houve evidências de que as probabilidades de default das instituições financeiras são atenuadas em função da qualidade de mecanismos de governança corporativa, considerando-se o vetor *cross-section* de retornos sobre os ativos (ROA) para o cálculo do Z-score.

Assim, o cálculo da métrica de “distância para o default” baseada no número de desvios-padrão abaixo da média que a rentabilidade deve cair para comprometer o patrimônio da organização, não se mostrou significativo na relação com as variáveis organizacionais da alta gestão (conselho de administração, planejamento estratégico, *compliance*, práticas de remuneração, divulgação de informações, existência de *Chief Risk Officer*, comitês auxiliares) quando as instituições financeiras são comparadas entre si, em cortes transversais, mesmo quando se controla pelo porte da organização. Por outro lado, quando se analisam as séries históricas individuais para o cálculo do Z-score, a relação mostra-se empiricamente válida e importante para análises de riscos financeiros.

Diante do exposto, esta pesquisa complementa os resultados de Gompers et al. (2003), Pathan e Skully (2010) e Correia et al. (2011) ao acrescentar uma medida de supervisão bancária como indicador de governança corporativa, ao lado de itens característicos desta variável, como proteção aos acionistas e direito de controle. Ademais, os resultados vão ao encontro de outros estudos sobre impactos de dimensões de governança corporativa e gestão de riscos na



probabilidade de estresse financeiro bancário, como John et al. (2008), Barry et al. (2011), Pathan (2009), Laeven e Levine (2009), Ellul e Yerramilli (2013) e Switzer e Wang (2013).

## 2.5. Conclusão

Este estudo examinou uma seleção de artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, tendo como fio condutor a teoria de agência, com os desdobramentos relacionados às estruturas de propriedade e de controle, risco moral, governança corporativa e governança de riscos.

Em síntese, corporações necessitam de recursos financeiros para investir em seus projetos e os financistas necessitam de capital humano especializado para gerar retornos sobre seus fundos. Esses últimos precisam se certificar de que não serão expropriados ou terão seus recursos investidos em projetos não atrativos, no contexto do problema do agente-principal.

Pesquisas sobre governança em bancos compartilham bases conceituais do setor não financeiro, mas contemplam as idiosincrasias dos negócios bancários, como a alta opacidade relacionada à assimetria de informação, a complexidade dos negócios e a regulamentação no setor.

Poucos estudos buscam medir o impacto da governança no risco de crédito bancário, isto é, o risco de um banco não honrar seus pagamentos e entrar em *default*. Após a crise financeira de 2007-2008, o Banco para Compensações Internacionais, o banco central dos bancos centrais, sintetizou as lições aprendidas com aquele evento sistêmico em documentos que ressaltam a necessidade de aprimoramento das práticas de governança corporativa em bancos.

Apoiado em dados de especialistas, levantados no processo de supervisão bancária de instituições financeiras no país, este estudo analisou um painel inicial com 273 observações, estendidas para 3.115 observações para possibilitar o uso de maior quantidade de dados referente às medidas de risco Z-Score e de estresse financeiro calculadas no modelo logit do Capítulo 1, com um total de 108 bancos na amostra.

A aplicação de análise fatorial, de modelos de equações estruturais e de estimativas de equações generalizadas evidenciaram a relação significativa entre o constructo de governança corporativa e as medidas de risco de crédito em bancos, quando utilizado o Z-Score *time-varying*. Ademais, foi possível identificar relações em outras dimensões de processos

organizacionais que são diretamente influenciados pela alta administração, como planejamento estratégico e gestão de capital – aí inserida a estruturação de gestão de riscos dos bancos.

Desta forma, o estudo contribui para evidenciar a importância do uso concomitante de dados econômico-financeiros com medidas de gestão em bancos, como aqueles gerados por processos de avaliação qualitativa, na metodologia SRC de supervisão bancária. O Capítulo 1 mostrou a relevância de um modelo de alerta antecipado com o uso de variáveis da dimensão CAMELS, ao passo que este ensaio corroborou a relação entre governança corporativa e risco em bancos. Desta forma, modelos de alerta antecipados tendem a se tornarem mais efetivos com a inclusão de governança corporativa como *proxy* para a qualidade de gestão.

Como principal limitação do estudo, pode-se citar a contemplação de dados sintéticos das instituições financeiras. A inclusão de detalhes sobre os itens específicos de avaliação de governança corporativa (conselho de administração, planejamento estratégico, remuneração, divulgação de informações, existência de *Chief Risk Officer*, comitês auxiliares, etc.) poderia trazer novos *insights* para discriminar características interiores do constructo que mais agregam efeitos sobre a variável dependente, sobretudo se as medidas fossem em escala contínua. Ademais, a amostra utilizada neste estudo não permitiu a formação de um grupo de tratamento com instituições sob estresse financeiro, inviabilizando, assim, testes comparativos de eficiência de alertas comparativamente ao modelo do primeiro ensaio.

Estudos futuros poderão analisar se os custos de agência envolvendo bancos pequenos e de capital fechado são mitigados pela contratação de gestores externos, com participação no capital, gerando melhor eficiência relativa a seus pares, seguindo DeYoung et al. (2001). Vale ressaltar que dos nove casos de *financial distress* estudados no Capítulo 1, sete são bancos de pequeno e micro portes, os quais representam, respectivamente, 37% e 45% da amostra geral.

## REFERÊNCIAS

- Aebi, V., Sabato, G., & Schmid, M. (2012). Risk management, corporate governance, and bank performance. *Journal of Banking and Finance*, 36, 3213-3226.
- Aldrighi, D.M., & Postali, F.A.S. (2011). Propriedade piramidal das empresas no Brasil. *Revista EconomiA*.
- Andres, P., & Vellelado, E. (2008). Corporate governance in banking: the role of the board of directors. *Journal of Banking and Finance*, 32, 2570-2580.

- Azofra, V., & Santamaría, M. (2011). Ownership, control, and pyramids in Spanish commercial banks. *Journal of Banking and Finance*, 35, 1464-1476.
- BCB, Banco Central do Brasil. (2017). *Manual da Supervisão - MSU*. <https://www3.bcb.gov.br/gmn/visualizacao/listarDocumentosManualPublico.do?method=listarDocumentosManualPublico&idManual=1>. Acesso em 01.05.2017.
- Barry, T.A., Lepetit, L., & Tarazi, A. (2011). Ownership structure and risk in publicly held and privately owned banks. *Journal of Banking and Finance*, 35, 1327-1340.
- Berger, P.G., Ofek, E., & Yermack, D.L. (1997). Managerial Entrenchment and Capital Structure Decisions. *The Journal of Finance*, 52(4), 1411-1438.
- Berger, A.N., & Patti, E.B. (2006). Capital structure and firm performance: A new approach to testing agency theory and an application to the banking industry. *Journal of Banking and Finance*, 30, 1065-1102.
- BCB – Banco Central do Brasil. (2012). *Relatório de Estabilidade Financeira-2012*. Recuperado em 4 abril, 2015, de <http://www.bcb.gov.br>.
- BIS, Bank for International Settlements. (2010). Principles for enhancing corporate governance.
- BIS, Bank for International Settlements. (2014). Corporate governance principles for banks.
- Bollen, K. A. (1989). *Structural Equations with Latent Variables*. New York: Wiley-Interscience.
- Boyd, J., De Nicoló, G., & Jalal, A. (2006). Bank risk-taking and competition revisited: New theory and new evidence. *International Monetary Fund*. Working paper n° 297.
- Chen, M., Jeon, B. N., Wang, R., & Wu, J. (2015). Corruption and bank risk-taking: Evidence from emerging economies. *Emerging Markets Review*, 24, 122-148.
- Chiaromonte, L., Croci, E., & Poli, F. (2015). Should we trust the Z-score? Evidence from European Banking Industry. *Global Finance Journal*, 28, 111-131.
- Choi, D.Y., Saito, R., & Silva, V.A.B. (2015). Estrutura de capital e remuneração dos funcionários: evidência empírica no Brasil. *Revista de Administração Contemporânea*, 19(2), 249-269.
- Claessens, S., Djankov, S., Fan, J.P.H., & Lang, L.H.P. (2002). Disentangling the incentive and entrenchment effects of large shareholdings. *The Journal of Finance*, 57(6), 2741-2771.

- Coelho, E. G. (2016). Financial Distress e os Mecanismos de Governança Corporativa: um estudo em companhias brasileiras de capital aberto. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal do Paraná.
- Correia, L.F., Amaral, H.F., & Louvet, P. (2011). Um índice de avaliação da qualidade da governança corporativa no Brasil. *Revista de Contabilidade e Finanças*, 22(55), 45-63.
- Deyoung, R., Spong, K., & Sullivan, R.J. (2001). Who's minding the store? Motivating and monitoring hired managers at small, closely held commercial banks. *Journal of Banking and Finance*, 25, 1209-1243.
- Ellul, A., & Yerramilli, V. (2013). Stronger Risk Controls, Lower Risk: Evidence from U.S. Bank Holding Companies. *The Journal of Finance*, 58(5), 1757-1803.
- Fahlenbrach, R., Prilmeier, R., & Stulz, R. M. (2012). This Time Is the Same: Using Bank Performance in 1998 to Explain Bank Performance during the Recent Financial Crisis. *The Journal of Finance*, 67(6), 2139-2185.
- Friedman, E., Johnson, S., & Mitton, T. (2003). Propping and tunneling. *Journal of Comparative Economics*, 31, 732-750.
- Gompers, P., Ishii, J., & Metrick, A. (2003). Corporate Governance and Equity Prices. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(1), 107-155.
- Grossman, S.J., & Hart, O.D. (1986). The costs and benefits of ownership: a theory of vertical and lateral integration. *Journal of Political Economy*, 94(4), 691-719.
- Hardin, J. W., & Hilbe, J. M. (2013). *Generalized Estimating Equations*. 2nd Edition. Boca Raton: CRC Pres.
- Harris, M., & Raviv, A. (2014). Hot to get banks to take less risk and disclose bad news. *Journal of Financial Intermediation*, 23, 437-470.
- IBGC, Instituto Brasileiro de Governança Corporativa. (2014). Comitê de Auditoria para Instituições Financeiras de Capital Fechado. Disponível em [http://www.ibgc.org.br/userfiles/files/CARTA\\_DE\\_OPINIAO\\_-\\_Comite\\_de\\_Auditoria\\_de\\_IF\\_fechadas.pdf](http://www.ibgc.org.br/userfiles/files/CARTA_DE_OPINIAO_-_Comite_de_Auditoria_de_IF_fechadas.pdf) . Acesso em 12/05/2016.
- Jensen, M.C., & Meckling, W.H. (1976). Theory of the firm: managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics*, 3, 305-360.

- John, K., Litov, L., & Yeung, B. (2008). Corporate Governance and Risk-Taking. *The Journal of Finance*, 63(4), 1679-1728.
- La Porta, R., Lopez-De-Silanes, F., & Shleifer, A. (1999). Corporate ownership around the world. *The Journal of Finance*, 54(2), 471-517.
- Laeven, L., & Levine, R. (2009). Bank governance, regulation and risk taking. *Journal of Financial Economics*, 93, 259-275.
- Leal, R.P.C., Silva, A.L.C., & Valadares, S.M. (2002). Estrutura de Controle das Companhias Brasileiras de Capital Aberto. *Revista de Administração Contemporânea*, 6(1), 7-18.
- Li, X., & Malone, C. (2016). Measuring bank risk: An exploration of Z-score. *SSRN Electronic Journal*. 10.2139/ssrn.2823946.
- Modigliani, F., & Miller, M. H. (1958). The cost of capital, corporation finance and the theory of investment. *The American Economic Review*, 48(3), 261–297.
- Pathan, S. (2009). String boards, CEO power and bank risk-taking. *Journal of Banking and Finance*, 33, 1340-1350.
- Pathan, S., & Skully, M. (2010). Endogenously structured boards of directors in banks. *Journal of Banking and Finance*, 34, 1590-1606.
- Saghi-Zedek, N., & Tarazi, A. (2014). Excess control rights, financial crisis and bank profitability and risk. *Journal of Banking and Finance*, article in press, 2014.
- Shleifer, A., & Vishny, R.W. (1997). A Survey of Corporate Governance. *The Journal of Finance*, 52(2), 737-783.
- Silva, A.L.C., & Leal, R.P.C. (2007). Índice de governança corporativa, valor e desempenho da firma no Brasil. In: Silva, A.L.C., & Leal, R.P.C. *Governança Corporativa – evidências empíricas no Brasil*. São Paulo: Atlas.
- Silveira, A.D.M., Perobelli, F.F.C, & Barros, L.A.B.C. (2008). Governança corporativa e os determinantes da estrutura de capital: evidências empíricas no Brasil. *Revista de Administração Contemporânea*, 12(3), 763-788.
- STATA. (2013). Manual do Usuário. StataCorp LP.
- Stulz, R.M. (1988). Managerial control of voting rights – financing policies and the market for corporate control. *Journal of Financial Economics*, 20, 25-54.

Switzer, L.N., & Wang, J. (2013). Default Risk Estimation, Bank Credit Risk, and Corporate Governance. *Financial Markets, Institutions & Instruments*. New York University Salomon Center.

## Capítulo 3

### **Risco Sistêmico e Seleção de Carteiras com Abordagem Multiagente: um Estudo Aplicado ao Contexto da Espiral da Dívida Soberana**<sup>8 9</sup>

**Resumo:** Este estudo explora o processo de emergência de risco sistêmico decorrente da dinâmica autorrealizável entre o risco da dívida soberana e o risco de bancos com títulos soberanos em seus portfólios. Sistemas financeiros modernos dependem, sobretudo em tempos de incertezas políticas-econômicas, da disponibilidade de ativos seguros (referências definidas como livres de risco) para a escolha de carteiras e para uso em diversas operações, como em colaterais em operações compromissadas. A proposição da pesquisa é de que a atitude ótima de investimento em relação à tomada de risco constitui um gatilho para a dinâmica espiral crítica da dívida soberana, tendo como fundamentação a atratividade na relação risco/retorno desse ativo, e a própria dinâmica da dívida pública. A base teórica multidisciplinar é composta por seleção de portfólio, dívida soberana e *computational finance*. Para a simulação das distribuições estocásticas de investimentos são utilizados dados do mercado brasileiro no período de 2006 a 2017, o modelo CAPM e um conjunto de 3.000 agentes avessos, neutros e propensos a risco, nos estágios de verificação e validação do modelo. A parametrização do modelo baseado em agentes inclui estes atributos: estratégia de investimento (seleção aleatória de ativos; pela participação no índice de bolsa; por segmentos econômicos; ou por análise técnica), período de rebalanceamento de portfólio, e opção de acionamentos tipo *stop gain/loss*. O principal achado do estudo é que as escolhas ótimas de investimentos seriam aquelas menos orientadas ao risco, especialmente em trajetórias crescentes do prêmio de risco, indo de encontro às evidências do fenômeno denominado *equity premium puzzle*, no caso do mercado brasileiro. Os achados têm implicações para formuladores de políticas no âmbito da estabilidade financeira e monitoramento de mercados, dentre outras políticas públicas.

**Palavras-chave:** seleção de carteiras, modelagem baseada em agentes, dívida soberana, risco sistêmico.

**Classificação JEL:** G21, G28, G11, H63

---

<sup>8</sup> Ensaio apresentado em três eventos acadêmicos: 18th Workshop on Multi-agent-based Simulation (16th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems – AAMAS 2017), São Paulo-SP, 05/2017; XVII Encontro Brasileiro de Finanças, Brasília-DF, 07/2017; XLI Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, São Paulo-SP, 10/2017.

<sup>9</sup> Versão sintética submetida ao periódico Pesquisa Operacional (em estágio de segunda revisão).

### 3.1. Introdução

Sistemas financeiros modernos possuem características importantes consideradas neste estudo. Dentre elas estão a crescente escassez de ativos livres de risco, que servem como pontos de referências em modelos econômicos e financeiros; a instabilidade financeira gerada pela interação cíclica entre dívida soberana, spreads e classificação de risco de crédito de bancos; e o processo emergente de risco sistêmico.

Desde a década de 1990 até 2008, títulos de governo (*bonds*) emitidos por países europeus possuíam atributos de um ativo livre de risco. De acordo com Bowdler e Esteves (2013), o percentual da dívida em relação ao produto interno bruto em economias avançadas aumentou de cerca de 50% em 2007 para 80% em 2012. Em 2011, uma das preocupações era o risco sistêmico do sistema bancário europeu, em que a possibilidade de contágio entre os investidores da zona do Euro resultou em instabilidade financeira (Black et al., 2016). A crise da dívida soberana da zona Euro evidenciou a relação entre governos e bancos e os fortes efeitos potenciais na intermediação bancária e na atividade econômica (Altavilla et al., 2016).

Gibson et al. (2017) confirmaram as interações entre spreads soberanos, classificação de risco de crédito soberano e de ratings bancários: rebaixamentos da qualidade da dívida soberana e aumentos dos spreads levam a rebaixamento da nota de crédito de bancos na respectiva jurisdição, tendo esse último rebaixamento, por sua vez, impacto negativo na avaliação dos títulos soberanos, gerando aumento dos spreads. Os ciclos de retroalimentação dificultam a explicação dos movimentos de spreads por meio das variáveis tradicionais.

Brunnermeier et al. (2016) descrevem a espiral crítica entre risco soberano e risco bancário como um choque econômico inicial gerando perdas nos títulos soberanos em carteira, alimentando o ciclo com perspectivas negativas para esses ativos, prejudicando, novamente, o rating soberano. Dentre os tipos de risco sistêmico, Allen e Carletti (2013) incluem os defaults soberanos. Neste estudo, coloca-se a seguinte questão de pesquisa: comportamentos racionais de investidores podem levar a risco sistêmico?

O levantamento bibliográfico de Silva et al. (2017) mostra uma intensificação de artigos com foco em risco sistêmico, desde a crise de 2007/8. A maioria das pesquisas usa métodos quantitativos. Conforme apontado na pesquisa, somente dois dos 266 artigos usaram modelagem baseada em agentes, técnica de simulação computacional que pode ser aliada para análises de interconexões micro-macro. O objeto de estudo ‘riscos de crédito, de contraparte e soberano’ responde por 17% da amostra. Ademais, Ashraf (2017) argumenta que a última crise



financeira global abriu espaço para novas pesquisas sobre comportamentos de apetites a risco, incluindo exames de macro fatores, como instituições políticas.

O objetivo desta pesquisa é explorar a emergência de risco sistêmico como consequência do mencionado ciclo crítico da dívida soberana, utilizando modelagem baseada em agentes, com três tipos de agentes: investidores neutros, propensos e avessos a risco. Os investidores escolhem carteiras de ativos, tomando decisões racionais mensalmente. A proposição de pesquisa é de que atitudes racionais ótimas frente a risco constituem um gatilho para o ciclo crítico da dívida soberana. Para explorar esta conjectura, as seguintes hipóteses foram delineadas:

**H1<sub>0</sub>:** Investidores propensos a risco, que selecionam carteiras com *maiores* risco e retorno esperado em relação a investidores avessos a risco, obtêm melhor desempenho, considerando um portfólio de mercado comum.

**H1<sub>a</sub>:** Investidores avessos a risco, que selecionam carteiras com *menores* risco e retorno esperado em relação a investidores propensos a risco, obtêm melhor desempenho, considerando um portfólio de mercado comum.

A hipótese nula está baseada no enigma do prêmio de risco de ações (*equity premium puzzle*). Mehra e Prescott (1985) mostraram que, historicamente, o retorno médio das ações superou significativamente o retorno de curto prazo de títulos de dívida considerados como livres de risco. De 1889 a 1978, o rendimento real anual médio do índice Standard and Poor 500 foi de 7%, enquanto que o retorno médio dos títulos de dívida foi de cerca de 1%, desafiando, assim, modelos de equilíbrio geral de precificação de ativos. Ademais, em mercados emergentes o prêmio médio de ações é significativamente maior que em mercados desenvolvidos, com alguns segmentos obtendo resultados consistentemente melhores que outros (Donadeli & Persha, 2014).

Desta forma, mesmo que durante períodos de crise possa-se esperar atitudes de proteção de capital por parte dos investidores, delineou-se a hipótese alternativa para investigar um período mais amplo, que inclui a última crise financeira mundial. Utilizando dados do mercado brasileiro no período de 2006 a 2017 e um conjunto de 3.000 agentes para gerar distribuições estocásticas de realizações de carteiras, foram analisadas as escolhas de investimentos com base na teoria de seleção de carteiras clássica (Markowitz, 1952; Sharpe, 1964; Lintner, 1965). Os resultados mostram que investidores avessos a risco obteriam melhor desempenho que investidores neutros e propensos a risco, sobretudo em períodos de incertezas políticas e

econômicas. Essa racionalidade pode ser considerada como um potencial choque na espiral crítica da dívida que conecta os riscos da dívida soberana e de bancos, o qual, por sua vez, consiste em um gatilho para o risco sistêmico.

A seguir, na seção 3.2 é apresentada a revisão de literatura sobre trabalhos relacionados a esta pesquisa. A seção 3.3 traz a metodologia do estudo, com o modelo de pesquisa de alto nível e os algoritmos principais. Na seção 3.4 são apresentados os resultados e na seção 3.5, as conclusões.

### **3.1.1. Problemática de Pesquisa**

Após a crise financeira mundial de 2007-2008, o Comitê de Basileia, fórum regular para a cooperação internacional em assuntos sobre supervisão bancária, publicou um padrão regulatório para auxiliar na proteção da estabilidade financeira e na promoção do crescimento econômico sustentável. As recomendações de Basileia III, publicadas em 2010, além de redefinir os níveis e a qualidade do capital e de apresentar padrões de liquidez de curto e de longo prazo, trazem como inovação aspectos macroprudenciais de regulamentação.

O pacote de Basileia III, além aprimorar a regulamentação ao nível das instituições bancárias individualmente – regulamentação microprudencial – também lança um importante desafio para os bancos centrais e supervisores de sistemas financeiros: implementar políticas macroprudenciais que tratem de problemas tais como instituições sistemicamente importantes, provisionamento de *buffers* de capital contracíclicos, interconectividade de instituições, contágio e risco sistêmico.

Em geral, as pesquisas envolvendo simulações por meio de modelos baseados em agentes (MBA) não utilizam dados reais, apesar de contribuírem para o teste de teorias e análises de sistemas complexos. Especificamente quanto a pesquisas sobre risco sistêmico com uso de dados reais, não foram encontrados estudos com essa metodologia. Da mesma forma, simulações envolvendo ações de agentes autônomos e racionais são escassas na literatura, denotando potencial de exploração desse campo por meio de MBA.

A espiral crítica da dívida soberana descrita por Brunnermeier et al. (2016) e Gibson et al. (2017) coloca-se como uma das fontes potenciais de risco sistêmico (Carletti, 2013), sendo a iniciação do ciclo problemático dependente de um choque externo ao sistema.

A proposição deste estudo assinala que a atitude ótima de investimento em relação à tomada de risco constitui um gatilho para a dinâmica espiral crítica da dívida soberana, tendo

como fundamentação a atratividade na relação risco/retorno desse ativo, e a própria dinâmica da dívida pública. Desta forma, busca-se evidências para responder à pergunta: comportamentos racionais de investidores podem levar a risco sistêmico?

### **3.1.2. Objetivos Geral e Específicos**

O objetivo geral do estudo é explorar o processo emergente de risco sistêmico, tipicamente caracterizado como um sistema complexo, em que a modelagem linear é de difícil emprego por conta dos relacionamentos complexos dos agentes do sistema. Dentre as fontes de risco sistêmico apontadas na literatura, Allen e Carletti (2013) incluem os defaults soberanos.

Assim, para permitir a modelagem no nível micro dos agentes e realizar a conexão com o contexto macro abordado na revisão de literatura, os seguintes objetivos específicos são traçados:

- Analisar a vertente de risco sistêmico advinda da espiral crítica da dívida soberana e identificar possível conexão do fenômeno com o comportamento de agentes;
- Modelar o comportamento de agentes (investidores) atuando no mercado financeiro, restringindo o experimento ao mercado monetário e ao mercado de capitais (especificamente ações);
- Identificar a racionalidade das carteiras com melhor desempenho no período amostral do estudo, a partir de simulações estocásticas que permitam inferências sobre as variáveis aleatórias de agentes avessos, neutros e propensos a risco;
- Realizar a conexão analítica com o contexto macro da pesquisa, notadamente a espiral crítica da dívida soberana descrita por Brunnermeier et al. (2016).

Vale observar que não faz parte do escopo do estudo simular contágio entre agentes financeiros, o que também é classificado como um fator de risco sistêmico.

### **3.1.3. Justificativas do Estudo**

O relatório do Banco Central Europeu (ECB, 2010) registra que a modelagem para risco sistêmico e contágio requer a incorporação de regras institucionais e de comportamentos dos agentes.

Com o intuito de estudar sistemas complexos e não-lineares, como são os mercados financeiros, em que atores econômicos heterogêneos interagem com racionalidade limitada, alguns trabalhos na área de inteligência computacional aplicada à economia e finanças utilizam a simulação por computador para a elaboração de modelos baseados em agentes (MBA),

combinando métodos quantitativos e observação de dinâmicas comportamentais de atores (indivíduos, empresas, bancos, etc.) em mercados financeiros artificiais ou reais. Estes trabalhos buscam analisar, a partir de modelos holísticos para a gestão de risco sistêmico, a interação de agentes no nível microeconômico, sua interconectividade, o relacionamento em redes e possíveis mecanismos de contágio, dentre outros fatores que importam para a eficácia da mitigação de riscos sistêmicos.

Esta pesquisa justifica-se pela sua contribuição ao estudo de gestão de risco sistêmico, acrescentando decisões de agentes avessos, neutros e propensos a risco como um componente-gatilho para o ciclo crítico da dívida pública e a estabilidade financeira (Brunnermeier et al., 2016).

### **3.2. Referencial Teórico**

Nesta seção são apresentados trabalhos relacionados ao objeto de pesquisa, à dívida soberana e ao risco sistêmico, e ao problema de seleção de carteiras.

#### **3.2.1. Pesquisas Correlatas**

Embora diferente em seu objetivo, este estudo é similar ao de Feldman (2010), Cui et al. (2012) e Rekik et al. (2014) em alguns aspectos. Feldman (2010) desenvolve um modelo baseado em agentes (MBA) com dois mercados para estudar como gerentes de carteiras globais afetam crises financeiras e estabilidade. O autor descreve a abordagem de MBA como uma maneira de capturar o comportamento complexo e a dinâmica de mercados financeiros, os quais são modelados como interações em grupo entre agentes com racionalidade limitada, cujo comportamento e aprendizagem é capturada principalmente por simulações em computador. O modelo em Feldman (2010) usa a teoria de portfólio de Markowitz para simular decisões de investimento. Kolm et al. (2014) destacam que o trabalho de Markowitz tem impactado tanto pesquisas quanto práticas na indústria financeira. Além da denominada otimização de média-variância, a abordagem do presente estudo também utiliza o Capital Asset Pricing Model (CAPM). Diferentes abordagens para seleção de carteiras foram implementadas em outras pesquisas, como o uso de *itemsets* (Baralis et al., 2017), algoritmos evolutivos (Macedo et al., 2017), programação genética (Berutich et al., 2016), modelagem *fuzzy* (Liu, 2011), abordagem direcionada por entropia (Rodder et al., 2010) e redes neurais (Ko & Lin, 2008).

A arquitetura em Cui et al. (2012) modela três tipos de agentes atuando em um mercado de ações artificial: mercado de ações, agente financeiro e agente investidor, que pode ter comportamento racional ou irracional. O agente financeiro produz sinais para os agentes

investidores, que usam esta informação para análise fundamentalista. Os agentes podem também usar análise técnica para investir. No modelo da presente pesquisa, as diferenças entre os agentes refletem suas atitudes com relação ao apetite a risco (investidores avessos, neutros e propensos a risco). Em virtude da ausência de informações para análise fundamentalista pelos agentes, foram utilizados processos de simulação estocástica para obter as funções de densidade de probabilidade de cada tipo de investidor.

Rekik et al. (2014) exploram a dinâmica de mercado a partir de uma perspectiva comportamental, usando a irracionalidade do investidor para explicar anomalias financeiras em modelos de precificação de ativos, com três tipos de investidores na MBA: fundamentalistas, não-fundamentalistas e avessos a perdas. O propósito do presente estudo é analisar o comportamento racional do investidor, tendo o *trade-off* entre risco e retorno como um direcionador de decisão.

### **3.2.2. Dívida Soberana, Estabilidade Financeira e Risco Sistêmico**

Um ativo financeiro seguro pode ser entendido como aquele que possui propriedade de liquidez, oferecendo mínimo risco de *default*. Em outras palavras, um ativo que pode ser facilmente convertido em moeda e possui probabilidade muito baixa de não ser honrado pelo seu emissor. Este tipo de ativo é usualmente definido como um ativo livre de risco (*risk-free*), sendo a principal referência nos mercados financeiros, definindo referências para as demais operações de ativos. Bastante utilizado mundialmente como um ativo seguro, o título do tesouro dos Estados Unidos sofreu, contudo, um revés de classificação em sua nota de crédito em 2011, passando de A triplo (AAA) para AA+, refletindo riscos políticos e crescimento da carga de dívida soberana. Reservas em ouro, tipicamente mantidas por bancos centrais como reservas internacionais, é um outro tipo de ativo designado como livre de risco (Oktay, Oztunç, & Serin, 2016).

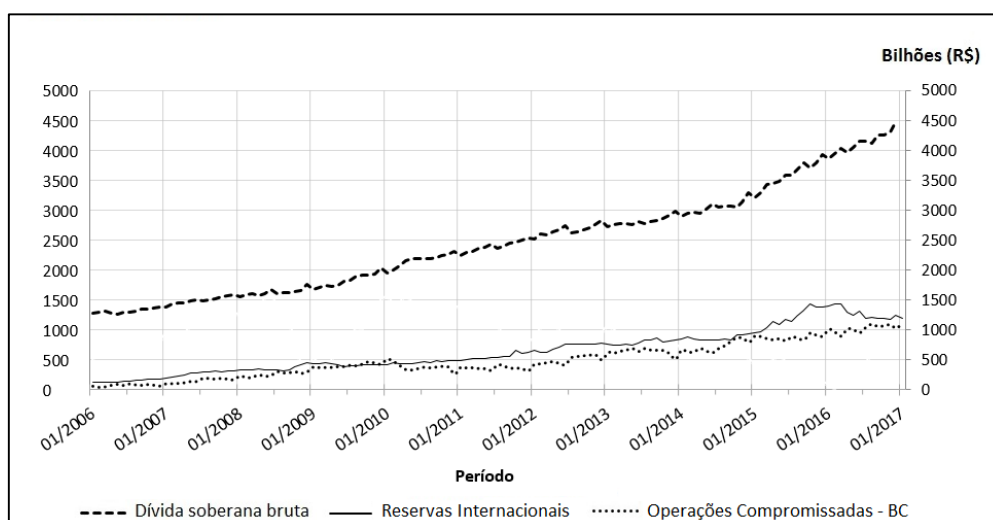
Um dos principais desafios para a União Europeia é a escassez de ativos seguros na zona do Euro (Brunnermeier et al., 2016), em decorrência da taxa de crescimento dos países em desenvolvimento do bloco durante as duas últimas décadas, que vêm demandando crescentes volumes de ativos seguros. A crise financeira de 2007/8 mostrou um movimento em direção aos ativos tidos como livres de risco, como um processo de *flight to quality* para alocação de capitais.

Vale observar, ainda, a importância dos arcabouços regulatórios para a indústria bancária referentes a ativos de dívida soberana. Seguindo os padrões prudenciais de Basileia, os

reguladores bancários exigem que a gestão de capital regulatório atenda a requisitos de proporcionalidade entre ativos e capital próprio. Assim, as instituições bancárias tendem a manter uma parte substancial de títulos de governos em seus balanços, obtendo ponderação zero para ativos desta classe no cômputo do requerimento de capital. Para economizar capital, particularmente durante crises quando o capital se torna escasso, as instituições financeiras são incentivadas a manter título de dívida de governos como ativos (ESRB, 2015).

Conforme apontam Brunnermeier et al. (2016), bancos da zona do Euro mantêm € 1,9 trilhões de títulos soberanos do bloco. Deste total, três membros são classificados com a nota máxima de crédito (AAA): Alemanha, Holanda e Luxemburgo. O valor de face do títulos governamentais da União Europeia era de € 2,6 trilhões em 2015 (25% do produto interno bruto do bloco), enquanto que a dívida soberana dos Estados Unidos alcançava US\$ 19 trilhões (105% do seu produto interno bruto).

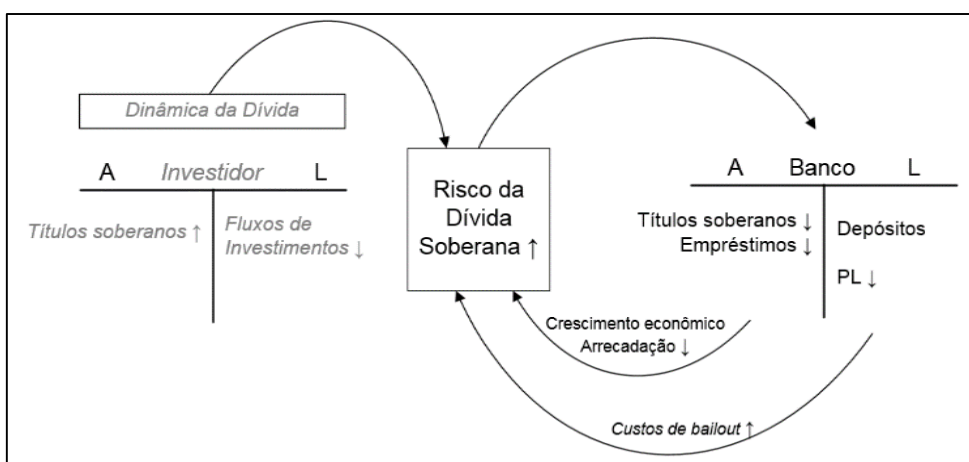
A dívida soberana brasileira era de US\$ 937 bilhões em setembro de 2016 (49% do produto interno bruto), sendo 95% do estoque de títulos emitidos na sua própria moeda, com retorno real médio de 5,95% ao ano ao investidor. Instituições financeiras, fundos de pensão e fundos mútuos de investimento respondem, cada um, por cerca de 25% das aquisições dos papéis do governo. O valor médio do mercado secundário atinge cerca de US\$ 10 bilhões diários. O estoque da dívida está dividido, proporcionalmente, em três tipos de títulos: índice de preços (consumidor), pré-fixados e pós-fixados (STN, 2016). A Figura 3.1 apresenta a trajetória recente da dívida pública brasileira, bem como do portfólio total das reservas internacionais, ativo considerado para o cálculo da dívida soberana líquida.



**Figura 3.1.** Estoque da dívida pública. Trajetória da dívida pública nacional, das reservas internacionais mantidas pelo país e de operações compromissadas realizadas pelo Banco Central.

### 3.2.2.1. A Espiral Crítica da Dívida Soberana

Um projeto de nova arquitetura financeira é proposta por Brunnermeier et al. (2016), considerando a securitização de títulos soberanos da zona do Euro como um portfólio diversificado. Essa proposição é uma resposta ao problema destacado pelos autores como a espiral crítica da dívida soberana (Figura 3.2). Brunnermeier et al. (2016) tratam esse ciclo problemático do ponto de vista dos bancos, mostrando um balanço típico com depósitos e empréstimos e seus impactos nos canais de propagação. Na presente pesquisa é introduzido um investidor geral (que inclui bancos) que, em fase prévia ao ciclo crítico da dívida, acumula títulos da dívida pública e outro investimentos no mercado de capitais (ações).



**Figura 3.2.** A espiral crítica da dívida soberana. Figura adaptada de Brunnermeier et al. (2016), com inserções em itálico. A conjectura da presente pesquisa é de que aumentos no risco da dívida soberana, que podem afetar negativamente o balanço patrimonial de investidores, podem ser relacionados à dinâmica da dívida pública. É importante notar que a dinâmica da dívida pública envolve, basicamente, o nível corrente do estoque de dívida, o crescimento da economia e o nível da taxa de juros.

Brunnermeier et al. (2016) descrevem a ameaça a partir de observações empíricas sobre preferências de bancos para manter ativos de seu próprio Estado, particularmente durante crises. De acordo com Acharya e Rajan (2013), conforme dados de testes de estresse de 2010, bancos da Grécia, Irlanda, Portugal, Espanha e Itália mantinham em média mais de 60% de seus títulos em títulos de seu próprio governo. A importância do relacionamento entre bancos e títulos soberanos também é descrita em IMF (2017).

Esse viés cria um potente ciclo crítico entre risco soberano e risco bancário (Brunnermeier et al., 2016), funcionando assim: considerando um choque econômico inicial, ele afetaria o risco soberano que poderia reduzir o valor de mercado dos respectivos títulos e causar, conseqüentemente, perdas na contabilização de ativos e no valor de mercado dos investidores (bancos). Em seguida, dois canais de propagação apareceriam. O primeiro – canal de *bailout* – relacionado à redução de solvência bancária, levando a um aumento no risco soberano e queda

dos preços desses ativos; e o segundo – economia real – relacionado ao corte das funções de intermediação bancária, reduzindo a atividade econômica, com impactos na política fiscal, e nova pressão sobre a dívida soberana.

Este efeito cíclico amplificou a crise da zona do Euro depois de 2009. Em países como Irlanda, Espanha, Grécia, Itália, Portugal e Bélgica a dinâmica da dívida ameaçou a solvência bancária e as garantias soberanas tornaram-se menos confiáveis (Brunnermeier et al., 2016).

Com relação à dinâmica da dívida pública (IMF, 2017), em uma economia fechada onde a dívida soberana é expressa em moeda local, o estoque corrente da dívida depende, em grande parte: do nível prévio do respectivo estoque, da taxa nominal de juros e do resultado primário do governo (superávit ou déficit). A condição intertemporal de solvência previne um esquema tipo Ponzi (rolamento infinito da dívida com novas emissões) com a condição de que a dívida em aberto seja coberta pelo valor presente de resultados primários positivos futuros. Assim, no longo prazo, as projeções do indicador dívida/produto interno bruto consideram a taxa de juros real ( $r$ ), o crescimento da economia ( $g$ ) e o resultado primário. As variáveis  $r$  e  $g$  compõem a dinâmica automática da dívida, e a trajetória sustentável ocorreria quando  $g > r$ .

### **3.2.2.2. Estabilidade Financeira e Risco Sistêmico**

O termo “macroprudencial” tem sido bastante utilizado desde a recente crise financeira. No entanto, já na década de 70 o termo constava em relatórios do Banco de Compensações Internacionais (Bank for International Settlements – BIS), com o significado de estabilidade financeira e ligação com a macroeconomia. Atualmente, o termo se refere ao uso de ferramentas prudenciais para a promoção de estabilidade do sistema como um todo, não necessariamente de instituições individuais (Clement, 2010).

O termo estabilidade financeira pode se referir à robustez do sistema para suportar choques externos, independentes dos comportamentos individuais, ou à resiliência a choques originados dentro do próprio sistema, relativo ao comportamento coletivo dos agentes (Galati & Moessner, 2011). O objetivo da política macroprudencial é reduzir o risco sistêmico ao abordar as ligações e exposições entre as instituições financeiras (dimensão *cross-section*) e a prociclicidade do sistema, isto é, a tendência de retração do crédito em momentos de baixa de um ciclo econômico e de expansão em momentos de alta do ciclo (dimensão temporal).

Crockett (2000) salienta que a instabilidade financeira pode afetar decisões de investimento e de consumo, a alocação eficiente de recursos entre poupadores e investidores e destruir a capacidade de geração de crédito no setor financeiro, gerando impactos na atividade



econômica por períodos longos, inclusive dificultando o alcance das metas das políticas monetária e fiscal.

Conforme avaliam Allen e Carletti (2013), previamente à crise financeira de 2007-2008, a ênfase principal da regulação bancária era microprudencial, com foco em bancos, individualmente, e seus respectivos riscos financeiros.

Risco sistêmico refere-se ao potencial de falências de múltiplos bancos, em um efeito dominó, que pode causar grandes perdas a investidores, governos e para a economia em geral. Há quatro tipos de risco sistêmico, segundo Allen e Carletti (2013): pânico, crises bancárias em função de queda de preços de ativos, contágio e dívidas em moedas estrangeiras. Os defaults de dívidas soberanas são classificados no segundo tipo, como parte do ciclo crítico. Crises de dívida soberana tendem a gerar mais custos que crises bancárias, estas por sua vez com maior potencial danoso que crises de moedas (Laeven & Valencia, 2013). Crises bancárias frequentemente precedem ou acompanham crises de dívidas soberanas (Reinhart & Rogoff, 2011).

Segundo Black et al. (2016), em 2011, uma das principais preocupações era o risco sistêmico no sistema bancário europeu, onde o medo de contágio espalhou-se entre os investidores, resultando em instabilidade financeira. Como medida de risco sistêmico, Black et al. (2016) calculam um prêmio total de seguro para estresse financeiro de cerca de € 500 bilhões, em grande parte pelo risco de default soberano.

Além de sua utilidade como ativo líquido, ativos livres de risco servem como parte importante de operações diárias em mercados financeiros, como mercados de operações compromissadas (*Repo Market*), onde são utilizados por contrapartes centrais em operações com colateral (garantia). Em função do porte e das ligações de contrapartes centrais (*clearings*) no sistema de pagamentos, estas instituições também oferecem preocupações de risco sistêmico. O efeito da crise da dívida soberana de 2011 é analisada por Boissel et al. (2016), mostrando que as taxas das operações de *repo* respondem rapidamente aos movimentos do risco soberano, indicando potencial de estresse financeiro nas contrapartes centrais. Banco centrais também utilizam títulos de dívida em operações de política monetária e de mercado aberto.

Em 2009, o Banco Central Europeu hospedou um encontro entre profissionais de bancos centrais e organizações internacionais nos campos de estabilidade financeira e sistemas de pagamento para promover discussões sobre o setor financeiro como uma rede de agentes financeiros (ECB, 2010). O relatório do evento declara que os *policymakers* buscavam uma

nova ferramenta analítica para auxiliar na eficácia para identificação e monitoramento de fontes de risco sistêmico. Como opção para suprir essa lacuna, a modelagem baseada em agentes (MBA) foi considerada como abordagem alternativa, valendo-se de algoritmos e simulações, onde regras simples de decisões podem gerar comportamentos complexos ao nível sistêmico. Algumas pesquisas utilizando a modelagem de agentes vêm sendo conduzidas para investigar a dinâmica de mercados financeiros (Ashraf et al., 2017; Ge, 2017) e políticas públicas para tratar de crises bancárias e recessões (Dosi et al., 2015).

Esta pesquisa tem como objetivo investigar a emergência de risco sistêmico em função da espiral crítica descrita por Brunnermeier et al. (2016) e Gibson et al. (2017), utilizando a abordagem de agentes múltiplos para modelar três tipos de agentes: investidores neutros, propensos e avessos a risco.

### 3.2.3. Seleção de Carteiras

A quantificação da relação entre risco e retorno esperado é um dos importantes problemas da moderna literatura econômico-financeira (Campbell, Lo & Mackinlay, 1997). Apesar do senso comum que sugere que investimentos de maior risco como mercado de ações gerarão retornos maiores que investimentos livres de risco, foi somente durante a década de 1960 que pesquisadores acadêmicos desenvolveram trabalhos seminais abrangendo a teoria de portfólio (Markowitz, 1952; Sharpe, 1964; Lintner, 1965). A principal preocupação eram agentes econômicos que agem sob condições de incerteza e podem fazer uso de recursos computacionais e de dados para obter diversificação de investimentos para reduzir a incerteza e maximizar suas funções de utilidade esperada. A presença de incerteza é essencial para a análise de comportamentos racionais de investimento (Markowitz, 1952).

Investidores manteriam um nível ótimo de otimização média-variância em seus portfólios: um conjunto de ativos com os maiores retornos esperados para um certo nível de variância. Dado um vetor  $\omega$  de pesos ou proporções de investimentos em cada um dos  $n$  ativos para compor o portfólio, o retorno esperado e o risco deste portfólio são, respectivamente:

$$E(R) = \sum_{i=1}^n R_i \omega_i \quad (1)$$

$$V(R) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \omega_j \sigma_{ij} \quad (2)$$

onde  $R_i$  é o retorno do ativo  $i$  e  $\sigma_{ij}$  é a covariância entre os retornos dos ativos  $i$  e  $j$ .

Um portfólio  $p$  será o portfólio de mínima variância dentre todos os portfólios com retorno médio  $\mu_p$  se o seu vetor de pesos for a solução para a seguinte otimização:

$$\begin{aligned} \min \boldsymbol{\omega}' \boldsymbol{\Omega} \boldsymbol{\omega} \\ \text{tal que } \boldsymbol{\omega}' \boldsymbol{\mu} = \mu_p \text{ e } \boldsymbol{\omega}' \boldsymbol{1} = 1 \end{aligned} \quad (3)$$

onde  $\boldsymbol{1}$  é um vetor unitário,  $\boldsymbol{\mu}$  é o vetor de retorno esperados, e  $\boldsymbol{\Omega}$  é a matriz de variâncias-covariâncias dos retornos.

Resolvendo a equação (3) obtém-se  $\boldsymbol{\omega}_p$  (Campbell et al., 1997):

$$\boldsymbol{\omega}_p = \boldsymbol{g} + \boldsymbol{h} \mu_p \quad (4)$$

$$\boldsymbol{g} = \frac{1}{D} [B(\boldsymbol{\Omega}^{-1} \boldsymbol{1}) - A(\boldsymbol{\Omega}^{-1} \boldsymbol{\mu})] \quad (5)$$

$$\boldsymbol{h} = \frac{1}{D} [C(\boldsymbol{\Omega}^{-1} \boldsymbol{\mu}) - A(\boldsymbol{\Omega}^{-1} \boldsymbol{1})] \quad (6)$$

$$A = \boldsymbol{1}' \boldsymbol{\Omega}^{-1} \boldsymbol{\mu}, B = \boldsymbol{\mu}' \boldsymbol{\Omega}^{-1} \boldsymbol{\mu}, C = \boldsymbol{1}' \boldsymbol{\Omega}^{-1} \boldsymbol{1}, D = BC - A^2 \quad (7)$$

A fronteira eficiente de carteiras sugerida por Markowitz foi aprimorada com a introdução de um ativo livre de risco no modelo Capital Asset Pricing Model (CAPM), dando a oportunidade para investir a proporção  $\alpha$  dos recursos financeiros em ativos com risco e, conseqüentemente, a proporção  $(1 - \alpha)$  em ativos considerados livres de risco (Sharpe, 1964; Lintner, 1965).

O fator  $\beta$  mede a sensibilidade do retorno de cada ativo em relação ao retorno de um portfólio de mercado, o qual é um portfólio ideal composto por todas as opções de investimento,

$$\beta_i = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2} \quad (8)$$

em que  $m$  refere-se ao portfólio de mercado.

Portanto, o retorno esperado de qualquer ativo pode ser calculado em função de seu coeficiente de sensibilidade ( $\beta_i$ ), do retorno do ativo livre de risco ( $R_f$ ) e do retorno esperado do portfólio de mercado ( $R_m$ ):

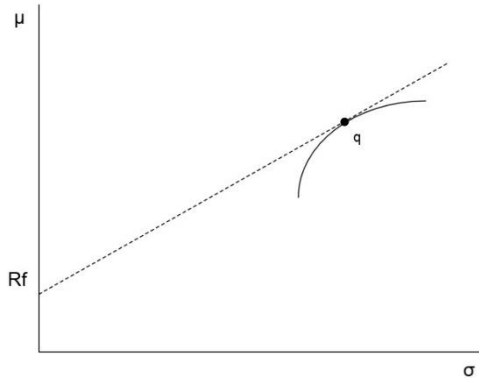
$$E(R_i) = R_f + \beta_i [E(R_m) - R_f] \quad (9)$$

A Figura 3.3 mostra que, com um ativo livre de risco, todas as carteiras eficientes situam-se ao longo da linha de mercado de títulos (*security market line*), a partir do ativo livre de risco até o portfólio  $q$ , o qual denomina-se portfólio tangente ou de mercado. No segmento de reta entre os pontos  $R_f$  e  $q$  existe um contínuo de escolhas para o vetor  $\boldsymbol{\omega}$ , com  $0 \leq \alpha \leq 1$ . Especificamente para o portfólio tangente, a proporção  $\alpha$  é igual a um, e após este ponto, o

investidor estaria disposto a tomar emprestado ao custo da taxa livre de risco e reinvestir esse montante em ativos com risco.

Ao portfólio tangente são atribuídos os pesos  $\omega_q$  que podem ser obtidos desta forma:

$$\omega_q = \frac{1}{\mathbf{1}' \boldsymbol{\Omega}^{-1} (\boldsymbol{\mu} - R_f \mathbf{1})} \cdot \boldsymbol{\Omega}^{-1} (\boldsymbol{\mu} - R_f \mathbf{1}) \quad (10)$$



**Figura 3.3.** Fronteira eficiente com ativo livre de risco. Figura adaptada de Campbell et al. (1997). A inclusão da categoria de ativo livre de risco na abordagem de seleção de carteiras altera a fronteira eficiente, ampliando as opções na linha de mercado de títulos (SML) e o *trade-off* entre risco ( $\sigma$ ) e retorno esperado ( $\mu$ ). O ponto  $q$  reflete o portfólio de mercado (portfólio tangente), que é composto exclusivamente por ativos com risco (como os ativos do mercado de capitais). Projetando-se a SML para além do ponto  $q$ , atinge-se posições vendidas na taxa livre de risco, com operações compradas, de valor equivalente, em ativos com risco.

### 3.3. Modelagem Baseada em Agentes

Wooldridge (2009) discorre sobre a base conceitual de sistemas multiagentes, disciplina com fundamentos na filosofia, na matemática, na computação e na economia, dentre outras. Um agente (máquina ou humano) é um sistema computacional localizado em um ambiente, dotado de um repertório de ações para influir no ambiente de modo autônomo, segundo seus objetivos. Destacam-se, portanto, as características de autonomia e de interação com o ambiente onde o agente está situado. É considerado um agente inteligente (adaptativo) aquele que possui, ainda, as características de reatividade, dando conta da percepção de mudanças no ambiente e execução de ações em resposta a essas mudanças; de proatividade, no sentido de tomar iniciativa para o alcance dos seus objetivos; e de habilidade social, para a interação com outros agentes do sistema, tanto para cooperação entre eles quanto para a competição, se for o caso. O agente pode, ainda, apresentar a propriedade de cálculo racional na tomada de decisão, sendo assim orientado por cálculos utilitários de consequências.

Considerando o ambiente  $E = \{e, e', \dots\}$  composto por finitos estados, uma sequência de estados intercalados com ações dos agentes é definida como uma execução (*run*)  $r: e_1 \xrightarrow{a_1} e_2$

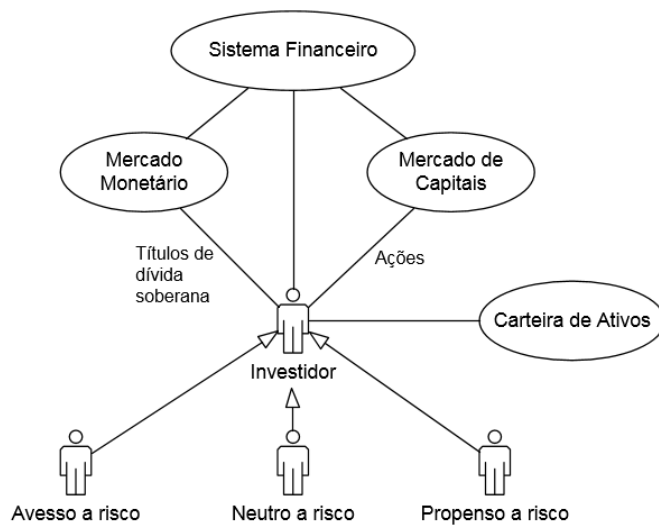
$\xrightarrow{a_2} e_3 \xrightarrow{a_3} \dots \xrightarrow{a_i} e_i$ . Um agente toma a decisão sobre qual ação executar conhecendo a história da transformação do ambiente. Os agentes são modelados como funções que mapeiam execuções em ações:  $Ag: R^E \rightarrow AC$ , onde  $R^E$  representa qualquer estado corrente do ambiente durante uma execução e  $AC = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\}$  é o conjunto de ações dos agentes.

Em termos computacionais, continua Wooldridge (2009), o paradigma da programação orientada a agentes permite a implementação de mecanismos de abstração para representar propriedades de sistemas complexos, usados pelos agentes em suas ações, como o modelo BDI (*beliefs, desires, intentions*). Nesse modelo, as crenças representam o estado do ambiente, o qual é continuamente percebido pelo agente. Os desejos representam um conjunto de interesses potenciais do agente, enquanto que as intenções expressam o resultado de sua deliberação em relação aos desejos, gerando então um objetivo ao qual o agente se compromete em alcançar por meio de raciocínio meios-fins, definindo um plano de ação.

Funções de utilidade influenciam as diferentes atitudes frente a risco. Um agente avesso a risco prefere uma situação certa do que uma situação com risco com o mesmo valor esperado. Por outro lado, um agente propenso a risco preferiria aderir a oportunidades de maiores ganhos, mesmo com baixa probabilidade, ao invés de altas probabilidades de ganhos relativamente menores, tendo ambas as situações o mesmo valor esperado. O agente neutro a risco tem sua preocupação voltada ao valor esperado, sendo indiferente quanto ao risco (Shoham & Leyton-Brown, 2009).

### 3.3.1. Modelo de Pesquisa

A Figura 3.4 traz o modelo de pesquisa. O investidor escolhe, durante o período de simulação, suas carteiras a partir de dois mercados financeiros: o mercado monetário, onde ele pode operar posições compradas em ativos da dívida soberana e tomar recursos à taxa básica de juros; e o mercado de capitais, onde os agentes podem negociar ações na bolsa de valores.



**Figura 3.4** - Modelo baseado em agentes. Há três classes concretas relacionadas à classe Investidor, cada uma implementando as respectivas racionalidades dos investidores para o problema de seleção de carteiras. Os ativos são escolhidos exclusivamente a partir do mercado monetário e do mercado de capitais.

Seguindo Shoham e Leyton-Brown (2009) para evitar pressupostos quanto às curvas de utilidade de cada investidor, e considerando a ausência de parâmetros na literatura, foram fixadas neste estudo as proporções de ativos com risco que cada investidor manterá em seus portfólios durante as simulações (Figura 3.5). O agente avesso a risco mantém 50% de ativo livre de risco, o investidor neutro a risco replica o portfólio de mercado, e o investidor propenso a risco toma recursos emprestados para aplicá-los em ativos de risco. Essa definição é uma tentativa de equalização das três atitudes de apetite a risco na linha de mercado de títulos, tendo como ponto de referência central o portfólio de mercado. Na segunda rodada de simulações, para validação do modelo, esta restrição é relaxada, permitindo aos agentes moverem-se ao longo da linha de mercado de títulos.

São definidos, também:

a) um vetor de tipos de agentes  $AgT_{1 \times 3} = \{\text{Averso}, \text{Neutro}, \text{Propenso}\}$  e uma matriz de agentes (investidores)

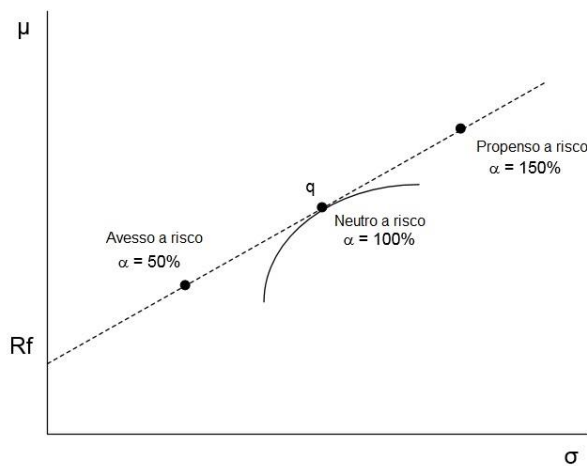
$$\begin{aligned}
 AgI_{1000 \times 3} = \{ & \{AgI_{1,1} \in AgT_1, AgI_{1,2} \in AgT_2, AgI_{1,3} \in AgT_3\}, \dots, \\
 & \{AgI_{i,1} \in AgT_1, AgI_{i,2} \in AgT_2, AgI_{i,3} \in AgT_3\}, \dots, \\
 & \{AgI_{1000,1} \in AgT_1, AgI_{1000,2} \in AgT_2, AgI_{1000,3} \in AgT_3\} \}
 \end{aligned}$$

para realizar a verificação e a validação do modelo com 3.000 instâncias de agentes, sendo 1/3 de cada tipo de agente;

b) um vetor de ativos do mercado de capitais, baseado no índice IBovespa da bolsa brasileira, com variação ao longo do período de simulação:  $Stk_{l \times m} = \{(\text{código do ativo}_i, \text{segmento econômico}_i, \text{participação no índice}_i) \mid \text{código do ativo}_i \in \text{IBOVESPA}_{\text{year}=\{2006,2017\}}\}$ ;

c) um vetor de segmentos econômicos,  $Seg_{l \times p} = \{\text{segmento}_i \mid \text{segmento}_i \in Stk\}$ .

Cada uma das tuplas de investidores  $AgI_{n \times 3}$  compartilham os quatro parâmetros escolhidos aleatoriamente, conforme descrito na seção 3.3.2 (Quadro 3.1). Três desses parâmetros são constantes ao longo da vida dos três agentes da tupla (estratégia de investimento, período de rebalanceamento do portfólio em meses, e limites para *stop/gain*) e um é alterado a cada novo evento de rebalanceamento (o portfólio de mercado que é composto por seis ativos do vetor  $Stk$ ). Para proporcionar uma comparação justa entre os três agentes de cada tupla, o agente neutro a risco seleciona o portfólio de mercado, que é utilizado também pelos outros dois agentes.



**Figura 3.5** - Tipos de investidores e proporções de ativos de risco. Todos os portfólios-alvo são posicionados na linha de mercado de títulos, com variações no peso total de ativos do mercado de capitais ( $\alpha$ ). Alfa maior que 100% representa operações vendidas no mercado monetário à taxa de juros básica, com aplicação correspondente em ativos de risco.

No início da simulação, cada agente recebe \$100,00 para investir. A cada mês  $t \in [\text{Jan}/2006, \text{Jan}/2017]$ , os agentes atualizam suas crenças, percebendo os preços correntes dos ativos no estado de ambiente  $e_t \in E = \{e_1, \dots, e_{132}\}$  e executam as ações  $act_m \in Act_{l \times 4} = \{\text{seleção do portfólio de mercado, rebalanceamento de portfólio, avaliação de desempenho da carteira, ajuste de proporção do ativo livre de risco}\}$ .

A ação  $act_4$  é projetada para fins de testes de robustez. No segundo estágio da simulação, o histórico dos estados do ambiente  $act_4$  é recuperado a partir do primeiro estágio de

execuções, permitindo que os agentes atualizem a proporção  $\alpha$  do patrimônio que estão disponíveis a investir nos ativos  $Stk$  do mercado de capitais, para maior ou menor apetite a risco.

Para avaliar a significância estatística dos desempenhos das carteiras ao final do período de simulação, as medidas de Sharpe e Treynor são usadas para teste de hipótese (Jobson & Korkie, 1981), sendo a hipótese nula de desempenhos equivalentes, com pressuposto de distribuição normal das observações:

$$Z_{Sin} = \frac{\widehat{Sh}_{in}}{\sqrt{\theta}} \sim N(0,1) \quad (11)$$

$$\widehat{Sh}_{in} = s_n \bar{r}_i - s_i \bar{r}_n \quad (12)$$

$$\theta = \frac{1}{T} \left[ 2\sigma_i^2 \sigma_n^2 - 2\sigma_i \sigma_n \sigma_{in} + 0.5 \mu_i^2 \sigma_n^2 + 0.5 \mu_n^2 - \frac{\mu_i \mu_n}{2\sigma_i \sigma_n} (\sigma_{in}^2 + \sigma_i^2 \sigma_n^2) \right] \quad (13)$$

### 3.3.2. Dados e Configuração da Simulação

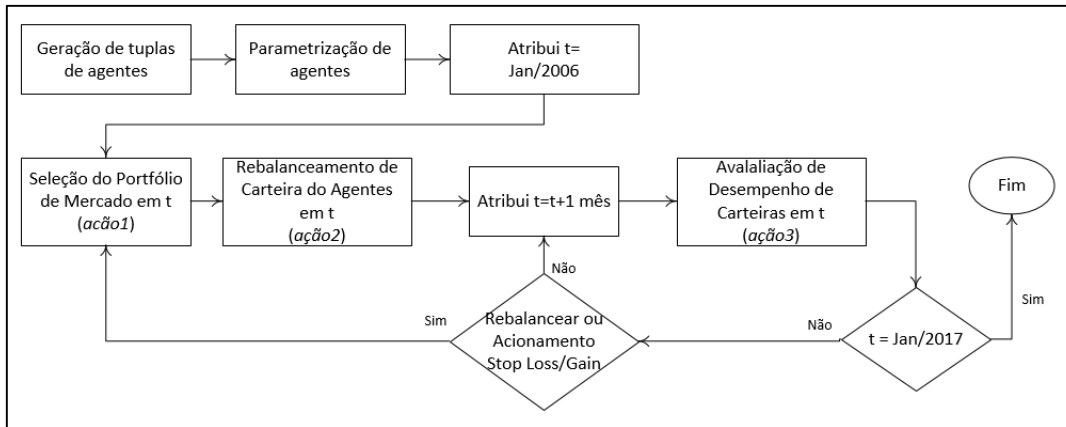
Os dados utilizados são da BM&FBOVESPA, no período de Jan-2006 a Jan-2017. Os preços de fechamento das ações são ajustados para pagamento de dividendos e operações de desmembramento. Também são usados dados oficiais de índice de preços (IPCA) e dados da dívida soberana nacional.

Como proxy para os retornos dos títulos do governo (definido como o ativo livre de risco), utiliza-se o Certificado de Depósito Interfinanceiro (CDI), um instrumento com alta liquidez e comumente adotado em pesquisas do gênero. O CDI reflete o nível da taxa interbancária de empréstimos e seu retorno espelha o rendimento dos títulos de dívida pós-fixados.

Dois estágios de simulação são projetados para lidar com a estocasticidade e a validação dos resultados, tendo cada estágio 3.000 agentes. Para o 1º estágio, o procedimento principal é descrito na Figura 3.6. Ao final da simulação, a função de densidade de probabilidade de cada agente é encontrada.

O 2º estágio é dividido em duas etapas, permitindo mudanças na quantia a investir no ativo livre de risco e, conseqüentemente, nos ativos do mercado de capitais. Na primeira etapa do 2º estágio, o apetite a risco dos agentes é maior que no 1º estágio, e na segunda etapa, é menor. O Quadro 3.1 mostra a parametrização do modelo.





**Figura 3.6** - Procedimento principal da simulação e ciclo de vida dos agentes. Os objetos (instâncias) são criados em tuplas de três agentes cada (avesso, neutro e propenso a risco) com o objetivo de permitir justa comparação de desempenho em cada execução de simulações, com os agentes compartilhando os mesmos valores aleatórios do ambiente (como o portfólio de mercado) ao longo da simulação. Os agentes de cada tupla compartilham os mesmos parâmetros. As ações principais (*act*) dos agentes são descritas na seção de algoritmos (seção 3.3.3).

### Quadro 3.1

Parametrização do modelo. O parâmetro estratégia de investimento define o processo de seleção de ativos para formar o portfólio de mercado (algoritmo 1, seção 3.3.3). O parâmetro rebalanceamento de portfólio define a frequência em meses para a redefinição do portfólio de mercado e, conseqüentemente, as carteiras dos agentes. O parâmetro *stop gain/loss* atribui o percentual limite para forçar uma redefinição do portfólio de mercado independentemente do período de rebalanceamento automático. O processo de geração aleatória de parâmetros utiliza as distribuições Uniforme e Normal de probabilidades.

Parâmetro	Processo de <i>Setup</i>	Valores	Função Densidade Acumulada
Nº de ativos do portfólio de mercado	Fixo	6	-
Estratégia de investimento	Aleatório $\in \mathbb{R} \sim U(0,1)$	Ativos aleatórios	0.25
		Participação no IBOVESPA	0.50
		Segmento econômico	0.75
		Análise técnica	1.00
Rebalanceamento de portfólio (meses)	Aleatório $\in \mathbb{R} \sim U(0,1)$	Mensal	0.16
		Bimestral	0.33
		Trimestral	0.50
		Quadrimestral	0.66
		A cada 5 meses	0.83
		Semestral	1.00
<i>Stop gain/loss</i>	Aleatório $\in \mathbb{R} \sim U(0,1)$	Ativado	0.50
		Não ativado	1.00
		Aleatório $\in \mathbb{R} \sim N(15\%, 2\%)$	Limite para ativação

### 3.3.3. Algoritmos e Implementação

Cada agente usa sua estratégia na execução da ação  $act_1$ . Os ativos podem ser escolhidos aleatoriamente no vetor  $Stk$ , ou pela participação no índice IBOVESPA (quanto maior a participação do ativo, maior a probabilidade de ser selecionado), ou aleatoriamente pelo segmento econômico  $\in Seg$ . Ou, ainda, os agentes podem utilizar a análise técnica (técnica de regressão à média) para a ação  $act_1$ .

---

**Algoritmo 1** - Ação  $act_1$ : Seleção do portfólio de mercado em  $t$

---

- 1: estratégia  $s \leftarrow$  estratégia do agente
  - 2: **se**  $s$  é igual {ativos aleatórios} **faça**
  - 3:  $aleat_{1..6} \leftarrow$  número aleatório  $\in \mathbb{Z} \sim U(1,m)$
  - 4: portfólio de mercado  $stk_{t,j=1..6} = \{x_i \in Stk_{1xm} \mid i = aleat_j\}$
  - 5: **se**  $s$  é igual {participação no IBOVESPA} **faça**
  - 6:  $aleat_{1..6} \leftarrow$  número aleatório  $\in \mathbb{R} \sim U(0,1)$
  - 7: ordena ativos  $Stk_{1xm}$  por participação <sub>$i$</sub>  e calcula a participação acumulada no índice;
  - 8: portfólio de mercado  $stk_{t,j=1..6} \leftarrow \{x_i \in Stk_{1xm} \mid participação_{acumulada_{i-1}} < aleat_j < participação_{acumulada_i}\}$
  - 9: **se**  $s$  é igual {segmento econômico} **faça**
  - 10:  $aleat\_seg_{1..6} \leftarrow$  número aleatório  $\in \mathbb{Z} \sim U(1,p)$
  - 11: portfólio de mercado  $stk_{t,j=1..6} = \{x_i \in Stk_{1xm} \mid segmento_i \in Seg_{1xp} = aleat\_seg_j\}$
  - 12: **se**  $s$  é igual {análise técnica} **faça**
  - 13:  $MM21_{t,1..m} \leftarrow$  média móvel de preços de 21 dias para cada ativo  $x_i \in Stk_{1xm}$
  - 14:  $diferencas_{t,1..m} \leftarrow$  preço de fechamento do ativo <sub>$i$</sub>  -  $MM21_{t,1..m}$  ‘ ordem decrescente
  - 15: portfólio de mercado  $stk_{t,j=1..6} = \{x_j \in diferencas_{t,1..6}\}$
- 

O algoritmo 2 permite a definição das proporções  $\omega_q$  de cada ativo na carteira do agente, dado um determinado portfólio de mercado e o apetite a risco. O investimento do agente é distribuído nos ativos do mercado de capitais e no ativo livre de risco, tendo em conta as preferências do agente e o estado do ambiente em  $t$ . Para executar a ação  $act_2$ , cada agente  $agI_n$  seleciona os pesos  $\omega_{t,n,k}$  considerando sua preferência por risco, de acordo com o seu tipo  $AgT_k$ :  $\alpha_{k=1} = 50\%$ ,  $\alpha_{k=2} = 100\%$ ,  $\alpha_{k=3} = 150\%$ .

---

**Algoritmo 2** - Ação  $act_2$ : Rebalanceamento de portfólio em  $t$

---

- 1: **para** cada agente  $agI_n$  **faça**
  - 2:  $\alpha_{t,n,k} \leftarrow$  proporção dos ativos com risco
  - 3:  $Rf_{t,n,k} \leftarrow (1 - \alpha_k)$  ‘ proporção risk-free
  - 4: calcula o novo vetor de pesos  $\omega_{t,n,k}$ , usando os ativos  $stk_i \in portfólio\ de\ mercado_t$
  - 5: calcula o novo valor a investir (ou tomar emprestado) no ativo livre de risco
  - 6: calcula o novo valor a investir nos demais ativos  $stk_i$ , de acordo com  $\omega_{t,n,k}$
- 

O algoritmo 3 é responsável pela atribuição de desempenho. Com base nas séries históricas de preços, os retornos de cada ativo e o valor corrente das carteiras são calculados.

---

**Algoritmo 3 - Ação  $act_3$ : Avaliação de desempenho da carteira em  $t$** 

---

- 1: **para** cada ativo  $stk_i \in \text{portfólio de mercado}_t$  **faça**
  - 2: retorno do ativo  $\mu_{i,t} \leftarrow \frac{\text{Preço}_{i,t}}{\text{Preço}_{i,t-1}} - 1$
  - 3: retorno do ativo livre de risco  $\mu_{Rf} \leftarrow \text{Rendimento CDI}_t$
  - 4: **para** cada agente  $agl_n$  **faça**
  - 5: calcula o retorno do  $\text{portfólio}_{t,n,k}$
  - 6: calcula o novo valor do  $\text{portfólio}_{t,n,k}$
- 

O algoritmo 4 foi incluído no repertório de ações do agente para o 2º estágio de simulações. Esta ação habilita o agente a mover-se ao longo da linha de mercado de títulos, adaptando suas escolhas em relação ao ativo livre de risco para maior ou menor apetite. Este procedimento recupera os estados de execuções do 1º estágio, inclusive os portfólios de mercado que foram aleatoriamente selecionados. De acordo com o apetite a risco da nova execução, os agentes irão aumentar ou diminuir a proporção do ativo livre de risco, em função do excesso de retorno de seus portfólio. O excesso de retorno é calculado em relação ao portfólio de referência (*benchmark*) do índice de inflação (linhas 5–7 e 9–11).

---

**Algoritmo 4 - Ação  $act_4$ : Ajuste da proporção do ativo livre de risco na execução  $r$  e apetite  $apt$** 

---

- 1:  $e_j \leftarrow$  estado do ambiente recuperado em  $r$
  - 2:  $bmkt \leftarrow$  portfólio de referência para inflação $_t$
  - 3:  $portf_t \leftarrow$  valor da carteira do agente em  $t$
  - 4: **se**  $apt$  é igual {maior apetite a risco} **faça**
  - 5:  $Rf_{t,n,k=1} \leftarrow \min((portf_t - 0,50 * bmkt) / portf_t; 0,50)$  ‘avesso a risco: 50% ou menos
  - 6:  $Rf_{t,n,k=2} \leftarrow (-1) * \max((portf_t - bmkt) / portf_t; 0,00)$  ‘neutro: 0% ou menos
  - 7:  $Rf_{t,n,k=3} \leftarrow (-1) * \max([1 - (0,50 * bmkt) / portf_t]); 0,50)$  ‘propenso: -50% ou menos
  - 8: **se**  $apt$  é igual {menor apetite a risco} **faça**
  - 9:  $Rf_{t,n,k=1} \leftarrow \max((portf_t - 0,50 * bmkt) / portf_t; 0,50)$  ‘avesso: 50% ou mais
  - 10:  $Rf_{t,n,k=2} \leftarrow \max((portf_t - bmkt) / portf_t; 0,00)$  ‘neutro: 0% ou mais
  - 11:  $Rf_{t,n,k=3} \leftarrow (-1) * \min([1 - ((portf_t - 0,50 * bmkt) / portf_t)]; 0,50)$  ‘propenso: -50% ou mais
  - 12:  $\alpha_{t,n,k} = (1 - Rf_{t,n,k})$
- 

Os algoritmos foram implementados na plataforma de desenvolvimento .NET, o que permitiu o apoio das funcionalidades de planilhas eletrônicas para a condução das simulações (acesso aos dados das séries históricas, cálculos e registros de resultados). Uma classe tipo controlador (*design pattern*) foi criada para o laço principal de execução (Figura 3.6). Cada agente, para realizar a simulação do ciclo completo ( $t=01/2006$  a  $t=01/2017$ ), utilizou cerca de três minutos em média de processamento (CPU de 2,50 GHz com 4 GB de memória RAM). Notadamente, a opção adotada foi considerada em detrimento da performance de execução, porém tendo em vista *outputs* similares caso fosse utilizada orientação a objetos pura.

### 3.3.4. Hipótese de Pesquisa

As seguintes hipóteses, ao nível micro de análise, foram definidas:

**H1<sub>0</sub>**: Investidores propensos a risco, que selecionam carteiras com *maiores* risco e retorno esperado em relação a investidores avessos a risco, obtêm melhor desempenho, considerando um portfólio de mercado comum.

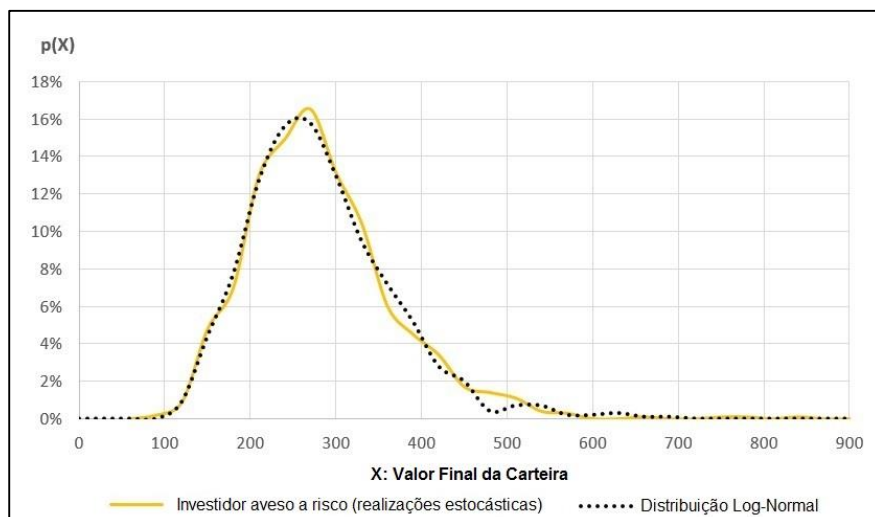
**H1<sub>a</sub>**: Investidores avessos a risco, que selecionam carteiras com *menores* risco e retorno esperado em relação a investidores propensos a risco, obtêm melhor desempenho, considerando um portfólio de mercado comum.

### 3.4. Apresentação dos Resultados

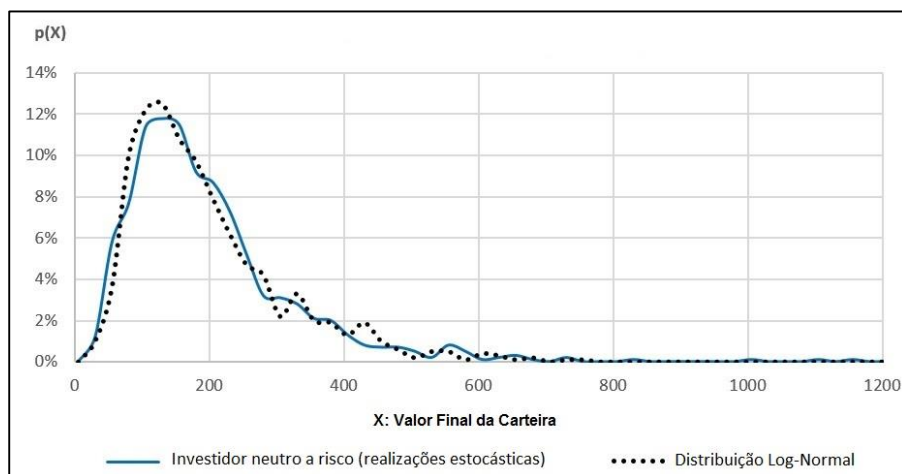
Inicialmente, no 1º estágio da simulação, o estado do ambiente  $e_1$  foi definido com os preços de fechamento dos ativos  $Stk$  observados de Jan-2001 a Jan-2006 de maneira a gerar os retornos esperados correntes e respectivos riscos para a ação inicial de rebalanceamento de portfólio  $act_2$  em  $t=Jan-2006$ . As séries históricas de retornos contêm observações mensais. Subsequentemente, as crenças dos agentes foram atualizadas a cada novo estado até o final da simulação ( $e_{132}$ ), em Jan-2017. No 2º estágio, os procedimentos são repetidos, com a diferença de que os investidores podem variar o peso do ativo livre de risco em suas carteiras.

#### 3.4.1. Primeiro Estágio: pesos fixos do ativo livre de risco

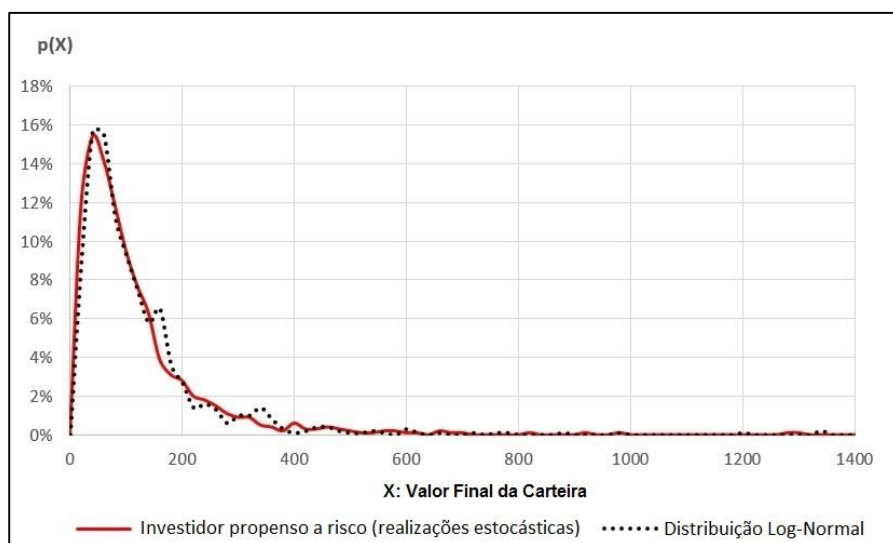
Os Gráficos 3.1, 3.2 e 3.3 mostram as funções de densidade de probabilidade dos valores das carteiras ao final da simulação, com base em 1.000 realizações estocástica de cada tipo de agente. As figuras contêm tanto as realizações do experimento quanto as respectivas distribuições teóricas. As observações possuem distribuição log-normal, impedindo valores negativos de carteiras. As distribuições log-normal são transformações da variável aleatória original ‘valor final da carteira’, assumidas com distribuição normal ( $Y = \ln[X]$ ). Os parâmetros de locação e escala ( $\mu$ ,  $\sigma$ ) para os investidores avessos, neutros e propensos a risco são, respectivamente, (5.54, 0.32), (5.03, 0.63) e (4.26, 0.94). O Gráfico 3.4 apresenta as curvas log-normais e também a curva normal para a distribuição das carteiras avessas a risco, que apresentou boa adequação.



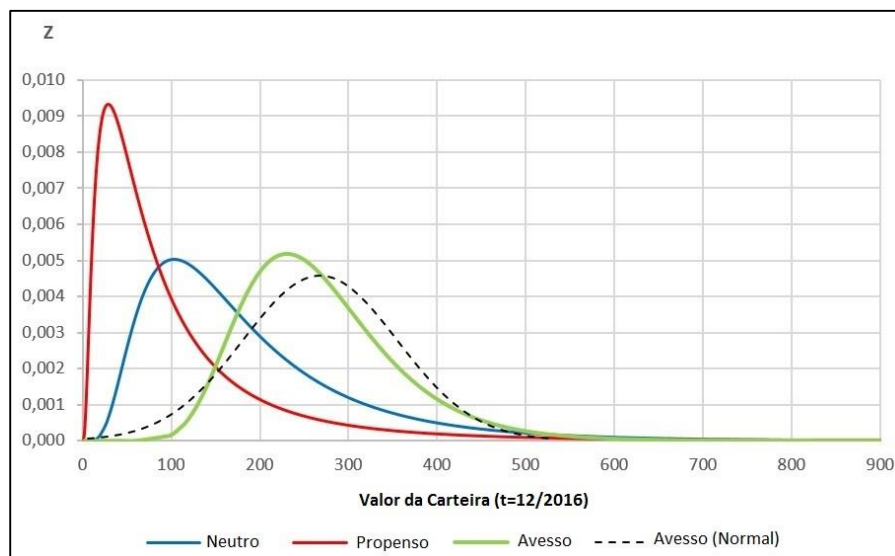
**Gráfico 3.1** - Função de densidade de probabilidade do investidor avesso a risco. A distribuição reflete 1.000 realizações estocásticas de carteiras (1º estágio da simulação).



**Gráfico 3.2** - Função de densidade de probabilidade do investidor neutro a risco. A distribuição reflete 1.000 realizações estocásticas de carteiras (1º estágio da simulação).

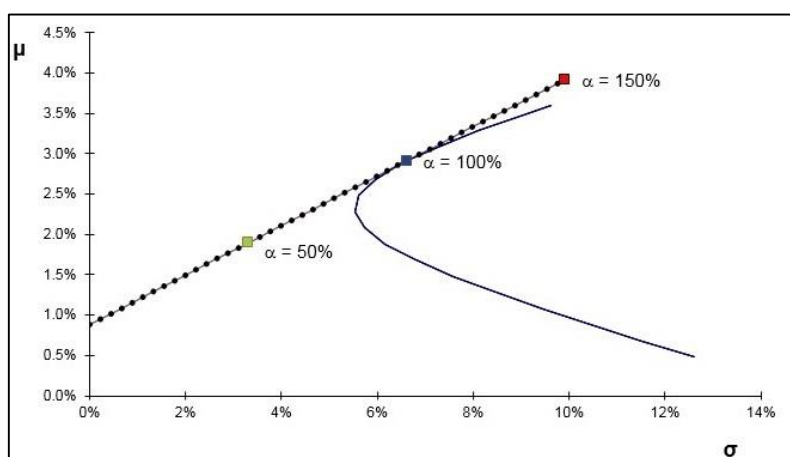


**Gráfico 3.3** - Função de densidade de probabilidade do investidor propenso a risco. A distribuição reflete 1.000 realizações estocásticas de carteiras (1º estágio da simulação).



**Gráfico 3.4** - Distribuições de probabilidade do experimento. As variáveis aleatórias são os valores médios das carteiras em  $t=12/2016$ , com pressupostos de distribuição normal: Averso a risco  $\sim N(268, 87^2)$ ; Neutro a risco  $\sim N(187, 131^2)$ ; Propenso a risco  $\sim N(110, 132^2)$ . As distribuições log-normais são transformações das variáveis originais.

O Gráfico 3.5 mostra, para o estado da simulação em  $t=Jan-2008$ , a linha de mercado de títulos e a fronteira eficiente. Observa-se que uma carteira com 50% de ativos com risco obteria um retorno esperado de 1,9% com risco próximo a 3,3%, enquanto que uma carteira com 100% de ativo livre de risco obteria um retorno de 0,88%. O aumento do retorno esperado para um investidor neutro a risco em relação a um avesso a risco é de cerca de 1%, porém o aumento no risco é de 3,3%. Similarmente, o retorno esperado de uma carteira propensa a risco alcançaria o patamar de 3,9%, com o correspondente nível de risco de 9,93%.



**Gráfico 3.5** - Retorno esperado ( $\mu$ ) e risco ( $\sigma$ ) de carteiras avessa, neutra e propensa a risco. A figura exhibe os *trade-offs* para três agentes aleatoriamente escolhidos em  $t=01/2008$ .

A Tabela 3.1 apresenta o resumo dos dados da simulação. O maior valor de carteira alcançado foi de \$1.510,70, o que representa um retorno de 1.410% no período. Essa realização foi de um agente propenso a risco. Entretanto, a pior performance, considerando o 1º percentil

de valores, foi também deste tipo de agente que buscou maiores retorno esperados, frente a maior exposição a risco. Por outro lado, comparando-se com um portfólio referenciado à inflação (valor de \$187,26 em  $t = 01/2017$ ), 840 das 1.000 realizações de carteiras avessas a risco obtiveram resultado superior a esse *benchmark*.

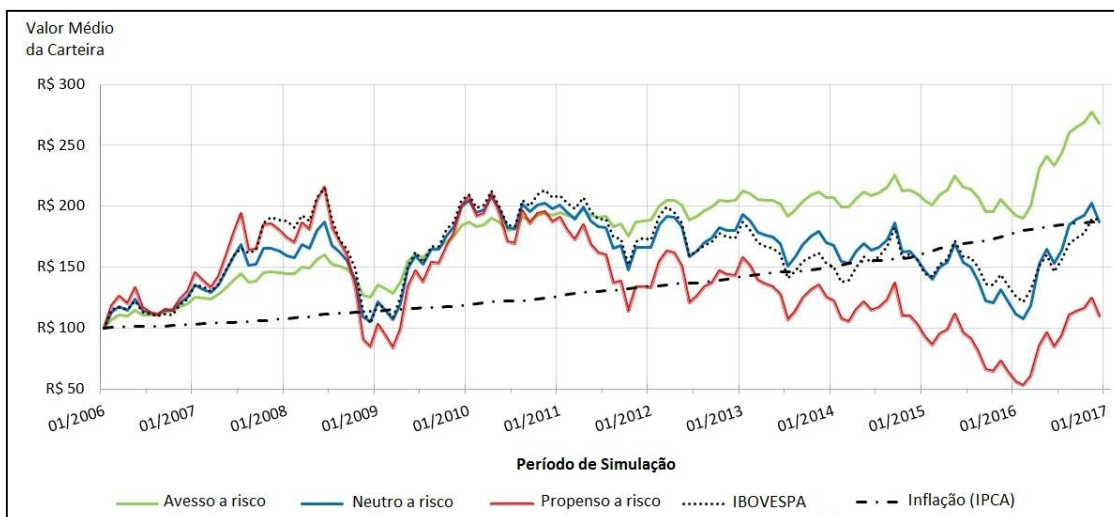
**Tabela 3.1**

Sumário do 1° estágio de simulação. Foram geradas 1.000 instâncias para cada tipo de agente. Os valores apresentados correspondem à média dos valores finais de cada agente ( $t=Jan-2017$ ), considerando ausência de custos de transação e equilíbrio de ofertas e demandas no mercado de capitais. O portfólio referenciado à inflação reflete o índice IPCA de uma carteira de \$100,00 em  $t=Jan-2006$ . Ao final da simulação, esse portfólio valia \$187,26.

Tipo de Agente	Desempenho da Carteira		Mediana	Máx.	Média do 99° percentil	Média do 1° percentil	Desempenho Acima da Inflação (ocorrências)
	$\mu$	$\sigma$					
AgT <sub>1</sub> – Averso	267,89	87,43	256,20	830,26	623,66	101,00	84%
AgT <sub>2</sub> – Neutro	187,12	130,89	156,13	1.265,71	869,39	21,39	38%
AgT <sub>3</sub> – Propenso	110,11	131,52	71,69	1.510,70	939,78	1,59	15%

O Gráfico 3.6 traz os resultados de cada racionalidade na seleção das carteiras. É notável o efeito da crise financeira de 2007/8 em todas as carteiras simuladas, com menor impacto percebido para as atitudes mais conservadoras. No período de  $t=01/2006$  a  $t=06/2008$ , o agente propenso a risco obteve a melhor performance, com aproximadamente 114% de retorno no período. A volatilidade desses retornos continuaram após a queda acentuada de preços em  $t=12/2008$ , quando o retorno acumulado do agente propenso a risco foi revertido. Em seguida, após doze meses ( $t=12/2009$ ), o agente propenso a risco reestabeleceu o valor de sua carteira e, então, iniciou nova trajetória descendente até o final da simulação, onde obteve retorno acumulado final próximo a 10%.

Os movimentos na trajetória de simulação do agente neutro a risco são similares. A correlação entre este tipo de agente e o agente propenso a risco foi de 0,68 (Tabela 3.2). De  $t=12/2008$  até o final da simulação, o agente neutro a risco obteve melhor desempenho do que o agente propenso a risco. Em  $t=01/2017$ , seu valor médio de carteira foi de \$187,12, próximo aos valores dos portfólios referenciados pela inflação e pelo índice IBOVESPA. Vale observar que a correlação entre o desempenho das carteiras neutras a risco e o índice da bolsa de valores foi de 0,93, denotando que a seleção aleatória dos portfólios de mercado (compostos por somente seis ativos) ao longo da simulação foi uma proxy consistente para o portfólio de mercado mais comumente adotado (IBOVESPA).



**Gráfico 3.6** - Histórico do desempenho das carteiras. O valor corresponde ao desempenho de carteiras iniciais de R\$100,00 de cada um dos 3.000 agentes.

Com relação à racionalidade de aversão a risco, o Gráfico 3.6 mostra variações menos acentuadas nos valores dessas carteiras. O investidor avesso a risco obteve melhor retorno acumulado a partir da segunda metade do período, com proporção de 50% de ativo livre de risco, enquanto que o investidor neutro a risco investiu exclusivamente no portfólio de mercado, e o investidor propenso a risco manteve a posição vendida de 50% no ativo livre de risco. Este resultado sugere que uma atitude mais conservadora em relação à tomada de risco teria sido a racionalidade ótima para a gestão de carteiras, no contexto analisado.

As correlações entre as carteiras simuladas estão na Tabela 3.2 mostrando correlação positiva entre as performances dos agentes 1 e 2 e dos agentes 2 e 3, enquanto que as carteiras dos agentes avessos a risco e propensos a risco são negativa e fracamente correlacionadas.

**Tabela 3.2**

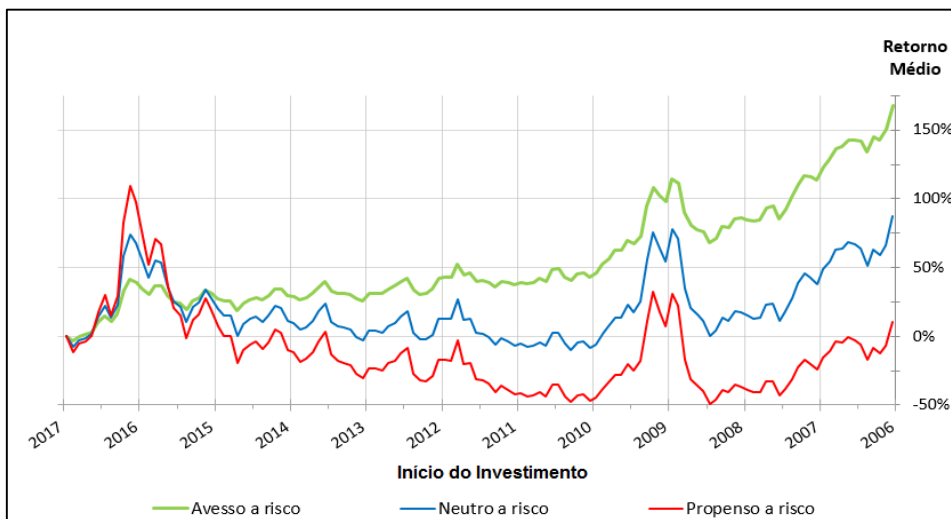
Correlações entre os retorno médios das carteiras. As medidas são relacionadas ao vetor  $AgT_{1x3} = \{\text{Averso, Neutro e Propenso a risco}\}$ .

Investidores	$\rho_{ij}$
$AgT_1, AgT_2$	0,60
$AgT_1, AgT_3$	-0,17
$AgT_2, AgT_3$	0,68

O Gráfico 3.7 permite analisar o retorno médio das carteiras a partir dos diversos pontos nos quais seria possível iniciar os investimentos. O maior retorno no período foi acima de 150%, para uma carteira avessa a risco com início em 2006 e mantida até o final da simulação, enquanto que uma carteira propensa a risco teria obtido retorno médio negativo em 50%, se iniciada em meados de 2008. Observa-se um retorno acima de 100% para uma carteira propensa a risco aberta no início de 2016, duplicando o patrimônio investido em cerca de 12 meses



apenas. Considerando os possíveis períodos de início das carteiras, dentro do intervalo de simulação, o retorno médio das carteiras avessas a risco se destacam como opções a longo prazo.

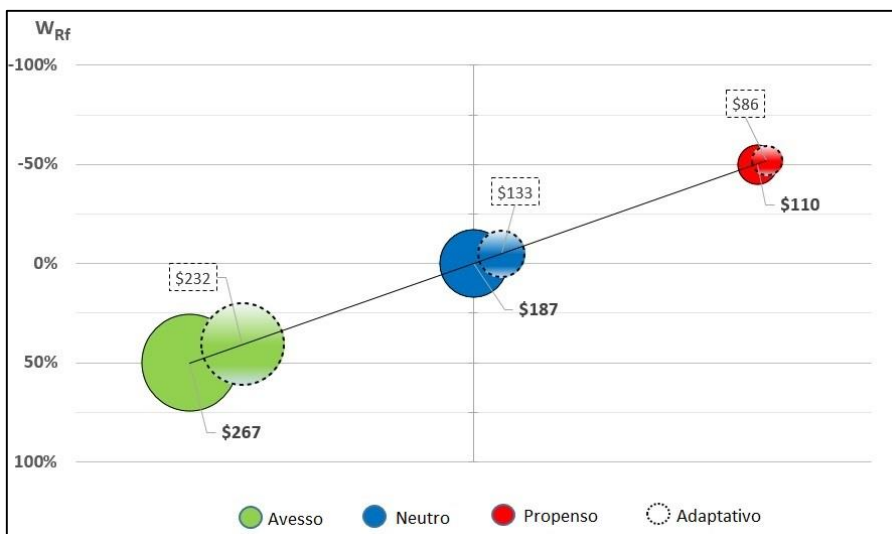


**Gráfico 3.7** - Histórico do desempenho das carteiras, por período de entrada. O retorno médio corresponde ao desempenho das carteiras, considerados os diversos pontos de início dos investimentos.

### 3.4.2. Segundo Estágio: agentes adaptativos

Neste estágio, os agentes possuem comportamento adaptativo, e, assim, podem se mover ao longo da linha de mercado de títulos, sendo os pontos iniciais iguais aos do primeiro estágio para cada elemento de  $AgI_{1000 \times 3}$ . Os parâmetros de cada agente são aqueles escolhidos aleatoriamente no 1º estágio. Os testes de robustez no 2º estágio têm dois objetivos.

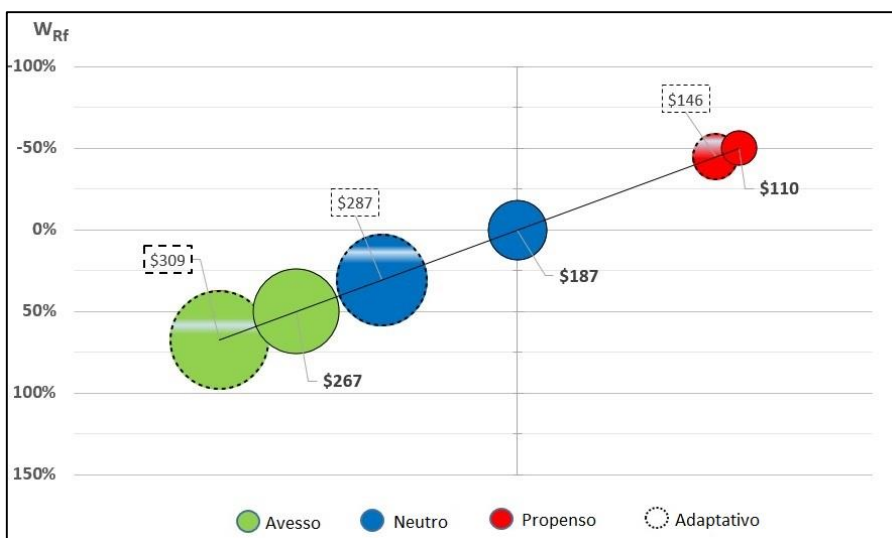
Primeiro, os agentes podem aumentar seu apetite a risco, com peso mínimo igual ao respectivo peso do 1º estágio, isto é, agentes avessos a risco podem investir 50% ou mais no portfólio de mercado; avessos podem passar a tomar recursos emprestados à taxa livre de risco para reinvestir no portfólio de mercado; e agentes propensos a risco são flexíveis para maior exposição a operações *short* no ativo livre de risco (acima dos 50% iniciais). A lógica para a tomada de decisão sobre os novos pesos é o excesso de retorno da carteira *vis-à-vis* ao portfólio referenciado à inflação. Se a diferença for positiva, o ganho será reinvestido no mercado de capitais, resultando em maior exposição ao risco. Os resultados da simulação estão no Gráfico 3.8. Os valores finais das carteiras, comparados aos resultados do 1º estágio, perderam valor, respectivamente, em -13%, -29% e -21%.



**Gráfico 3.8** - Aumento do apetite a risco. Agentes adaptativos reinvestem o excesso de retorno da carteira (*vis-à-vis* ao portfólio referenciado à inflação) no mercado de capitais. Os valores exibidos para  $W_{Rf} = 50\%$ ,  $0\%$ , e  $-50\%$  são aqueles obtidos no 1º estágio da simulação.

Em seguida, de maneira similar, na segunda etapa os agentes podem diminuir a proporção  $\alpha$  nas carteiras, conforme descrito no algoritmo 4 da seção 3.3.3. Assim, em  $t=01/2017$  a riqueza aumentou, respectivamente, em 15%, 53% e 33% (Gráfico 3.9).

Estes resultados corroboram aqueles do 1º estágio, com referência à relação negativa entre apetite a risco e desempenho das carteiras, tendo em conta as especificações do modelo proposto no estudo.



**Gráfico 3.9** - Diminuição do apetite a risco. Agentes adaptativos reinvestem o excesso de retorno da carteira (*vis-à-vis* ao portfólio referenciado à inflação) no mercado monetário. Os valores exibidos para  $W_{Rf} = 50\%$ ,  $0\%$ , e  $-50\%$  são aqueles obtidos no 1º estágio da simulação.

### 3.4.3. Teste de hipótese e avaliação da conjectura de pesquisa

Os testes de hipótese aplicados ao desempenho das carteiras no período simulado ( $t=01/2006$  a  $t=01/2017$ ) mostram que, considerando-se o processo estocástico conduzido no 1º estágio da simulação, os retornos médios acumulados são estatisticamente diferentes, ao nível de significância de 1% (Tabela 3.3). É interessante notar que o único período em que os retornos estão em ordem crescente, correspondendo, assim, à exposição de risco associada, é antes da crise financeira do *subprime*.

**Tabela 3.3**

Teste de hipótese. Os testes são baseados nas medidas de desempenho de Sharpe – Equações 11 a 13 (Jobson & Korkie, 1981). Os testes são entre os tipos de agente 1 e 2, e tipos 1 e 3 do vetor  $AgT_{1x3} = \{\text{Averso, Neutro, Propenso a risco}\}$ .

Período	$\mu_{AgT=1}$	$\sigma_{AgT=1}$	$\widehat{Sh}_{1,2}$	$Z_{1,2}$	p-value <sub>1,2</sub>	Resultado
	$\mu_{AgT=2}$	$\sigma_{AgT=2}$				
	$\mu_{AgT=3}$	$\sigma_{AgT=3}$	$\widehat{Sh}_{1,3}$	$Z_{1,3}$	p-value <sub>1,3</sub>	
01/2006- 06/2008	60%	16%	0,06	2,15	0,032**	Rejeita H <sub>0</sub>
	87%	33%				
	116%	52%				
07/2008- 12/2010	26%	22%	0,08	2,75	0,006***	Rejeita H <sub>0</sub>
	18%	45%				
	2%	72%				
01/2011- 06/2013	4%	25%	0,06	1,73	0,084*	Não Rejeita H <sub>0</sub>
	-16%	51%				
	-33%	82%				
07/2013- 01/2017	40%	28%	0,156	3,88	0,000***	Rejeita H <sub>0</sub>
	24%	56%				
	3%	89%				
2006-2017 (full period)	168%	32%	0,81	12,50	0,000***	Rejeita H <sub>0</sub>
	87%	65%				
	10%	106%				

Notas: Os níveis de significância são 1% (\*\*\*), 5%(\*\*) e 10%(\*). A hipótese nula é de desempenhos iguais.

Consequentemente, pode-se rejeitar a hipótese nula em favor da hipótese alternativa formulada: **(H1<sub>a</sub>)** Investidores avessos a risco, que selecionam carteiras com *menores* risco e retorno esperado em relação a investidores propensos a risco, obtêm melhor desempenho, considerando um portfólio de mercado comum.

Portanto, restrito ao conjunto de dados estudado, a conjectura de pesquisa acha suporte na abordagem *bottom-up* utilizada, a qual demonstrou que comportamentos ótimos seriam aqueles menos orientados a risco. Além disso, especialmente em períodos de tendência de alta de prêmios de risco da dívida soberana, escolhas racionais para seleção de carteiras, assentadas

na premissa de existência de ativo livre de risco, podem constituir um gatilho para a espiral da dívida soberana em função da dinâmica interna da dívida (influenciadas principalmente pelo crescimento econômico e taxa de juros) e da virtual escassez de ativos desta categoria.

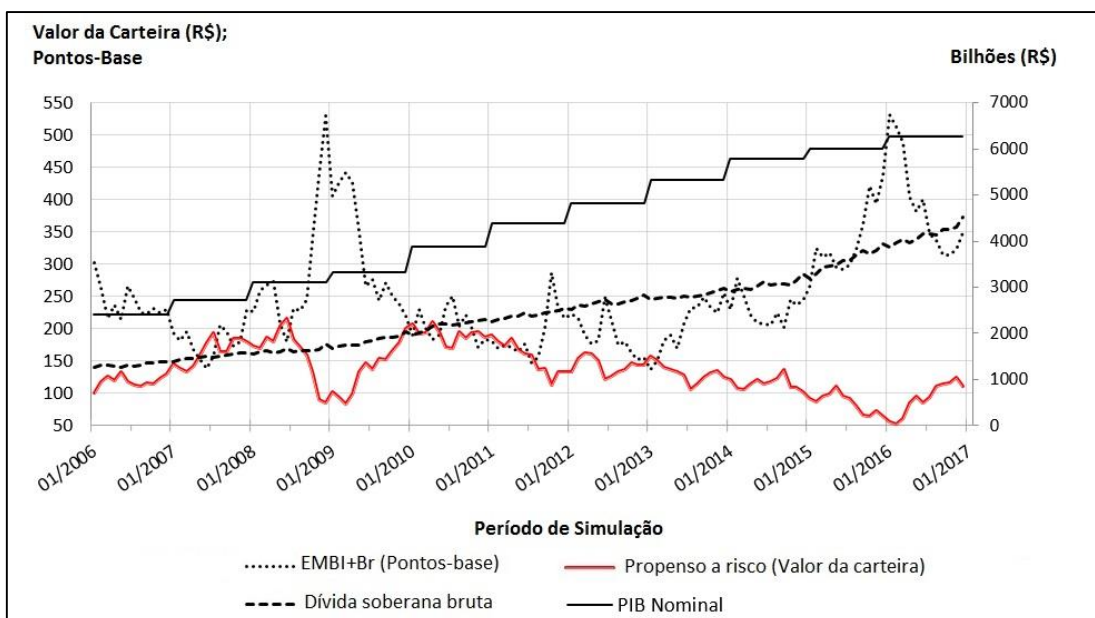
O Gráfico 3.10 exibe as emissões do tesouro e a percepção de risco pelo mercado, conforme o indicador *Emergent Markets Bond Index Plus for Brazilian external debt* (EMBI+Br). O gráfico ilustra uma correlação negativa (-0,72) entre o EMBI+Br e as carteiras simuladas propensas a risco, denotando que *feedbacks* negativos de spreads soberanos na dinâmica da dívida, além de afetar a precificação de títulos governamentais, têm impacto considerável para comportamentos propensos a risco, e a queda na qualidade dos indicadores de sustentabilidade da dívida pode prejudicar ambas as estratégias. No longo prazo, a propensão ao entesouramento e a postergação de investimentos podem revelar fragilidades em relação à disponibilidade de ativos relativamente livres de risco.

Assim, indicadores saudáveis da dívida soberana, níveis de taxas de juros básicas, inflação, crescimento econômico e orçamento público são componentes críticos, a cargo dos *policymakers*, para a sustentabilidade da dinâmica da dívida. Em ambientes de baixas – ou mesmo negativas – taxas de juros, as quais desafiam economias avançadas desde a última crise financeira global (Rogoff, 2017), o fomento a projetos e atividades empreendedoras requerem expectativas razoáveis de retorno *vis-à-vis* às referências de ativos livres de risco.

De maneira complementar, instituições políticas e legais podem também influenciar atitudes de tomada de riscos, inclusive em bancos, conforme Ashraf (2017). De acordo com Levine, Lin e Xie (2016), o desenvolvimento do mercado de capitais atua como um “pneu sobressalente” durante crises bancárias, provendo canais alternativos de financiamento corporativo e mitigando a severidade econômica de crises. Entretanto, comportamento orientados a risco podem gerar problemas de risco moral (*moral hazard*) pela expectativa de *bailout* governamental – um dos canais de propagação da espiral crítica da dívida soberana.

O mercado de capitais brasileiro possui 338 empresas listadas, com valor de mercado de US\$ 841 bilhões, correspondendo a 89% da dívida pública em ser. O volume de negócios em ações, em 05/2017, teve a participação de instituições financeiras domésticas (6%) e de investidores estrangeiros (52%), dentre outros (BM&FBOVESPA, 2017). O fortalecimento de instituições legais para melhorar os níveis de confiança nos negócios poderia ajudar o rebalanceamento do apetite a risco dos investidores e reduzir a probabilidade da espiral da dívida.

Uma observação final sobre a questão orientadora da pesquisa se impõe: como demonstrado, comportamento racional pode levar a situações de risco sistêmico. Apesar de constituir uma simulação, com restrições consideráveis à realidade dos mercados financeiros e disponibilidade de opções de investimento, o experimento conduzido neste estudo permite colocar como potencial gatilho à espiral da dívida pública uma das principais funções de um *bond*, o de emprestar liquidez ao investidor. Em uma situação pré-espiral, o alcance de níveis de escassez de emissões, seja para atender à demanda racional de investidores (para proteção ou pelo *trade-off* risco/retorno) ou para fins de política monetária, poderia desencadear eventos de *downgrade* soberano, com impactos nesta importante dimensão do sistema CAMELS de análise de risco (liquidez).



**Gráfico 3.10** - Emissões de títulos pelo tesouro e índice de risco (EMBI+Br). O gráfico mostra um padrão de correlação negativo entre as carteiras simuladas propensas a risco e o índice de risco soberano. Apesar dos dois picos (crise de 2007/8 e crise política/*impeachment* presidencial, com o mote de gestão de contas públicas), o spread médio sobre o título do tesouro dos EUA é de 252 pontos-base no período, uma medida razoável de baixo risco de liquidez e/ou default. Vale notar que a existência de picos no EMBI+Br e sua volatilidade desafiam a definição *stricto sensu* de um ativo livre de risco em economias emergentes.

### 3.5. Conclusão e Trabalhos Futuros

A escassez de ativos livres de risco desafia ambientes econômicos pelo mundo, como na União Europeia, onde bancos possuem € 1,9 trilhões de Euros em títulos soberanos. Por outro lado, investimentos em papéis soberanos criam um potente ciclo crítico entre risco soberano e risco da contraparte investidora, o qual pode se disseminar como fonte de risco sistêmico. Além de sua característica de liquidez, a utilidade de ativos livres de risco também está relacionada a

aspectos de requerimento regulatório de capital para instituições financeiras que seguem os critérios prudenciais de Basileia, como um instrumento financeiro de ponderação nula, e como instrumento para a operacionalização de políticas monetárias.

Por meio de uma abordagem metodológica *bottom-up*, com dados do mercado financeiro brasileiro no período de 2006 a 2017, este estudo examinou a racionalidade de três tipos de agentes, com relação às suas decisões para seleção de carteiras. Dentre as atitudes de exposição a riscos, o agente avesso a risco, investindo metade de seu capital no ativo admitido como livre de risco (uma proxy aos títulos soberanos) alcançou, ao final do processo de simulação, o portfólio médio de melhor performance. Os resultados foram obtidos por meio de dois estágios de simulações estocásticas, utilizando 3.000 agentes em cada estágio, o que gerou funções de densidade de probabilidades log-normais para as três classes de agentes. Considerou-se custos de transações nulos e compatibilidade entre oferta e demanda de ativos.

Desta forma, os resultados, limitados ao contexto estudado, confirmaram a conjectura de que ações racionais na gestão de portfólios de ativos podem atuar como potencial gatilho para a espiral crítica da dívida soberana (Brunnermeier et al., 2016). Ademais, a dimensão de liquidez é um importante requisito na avaliação da saúde bancária, conforme o modelo CAMELS. A espiral crítica ocorre, sobretudo, pela forte inter-relação entre emissões soberanas e investimentos dessas instituições nestes papéis, fundamentais também para operações de política monetária.

Isto traz importantes questões para a regulação do sistema financeiro, para planejamento e execuções fiscais e orçamentárias, para limites de endividamento público e para o desenvolvimento do mercado de capitais. Índices crescentes da dívida soberana em relação ao produto interno bruto podem colocar preocupações adicionais de sustentabilidade, por conta de eventuais ajustes tributários necessários para suportar a carga da dívida (*debt overhang*) e consequentes externalidades nas futuras decisões de investimento e de consumo.

Com relação à metodologia de simulação baseada em agentes, o processo de programação, testes e de execução dos componentes de software do modelo pode demandar tempo para obtenção final dos resultados, especialmente no caso de *frameworks* em fases iniciais de desenvolvimento. Apesar disso, pode ser interessante a construção ou a extensão de modelos para a promoção de investigações com base neste tipo de metodologia.

Como principais limitações, pode-se citar a limitação imposta pelo modelo de pesquisa, com acesso aos ativos de bolsa (ações apenas) e de uma proxy para os títulos públicos, o que,

idealmente, distancia-se do conceito de diversificação do portfólio de mercado. A ausência de dados para análise fundamentalista constitui outro ponto limitador, além da característica míope dos investidores, com parâmetro aleatório de rebalanceamento obrigatório de carteiras entre um e seis meses.

Estudos futuros, para lidar com o problema principal/agente, poderão incorporar atores de governança corporativa ao modelo, em função da importância desses agentes para a credibilidade do mercado de ações e para a tomada de decisões em ambientes financeiros corporativos. Análises da dinâmica da dívida poderiam incorporar também simulações *forward-looking* com variáveis como crescimento da economia e taxa de juros.

Diferentes abordagens para a seleção de carteiras poderiam ser implementadas, com o uso de *itemsets* (Baralis et al., 2017), algoritmos evolucionários (Macedo et al., 2017) ou estratégias de dominância estocástica (Bruni et al., 2017).

## REFERÊNCIAS

- Acharya, V., & Rajan, R. G. (2013). Sovereign Debt, Government Myopia, and the Financial Sector. *The Review of Financial Studies*, 26(6), 1526–1560.
- Allen, F., & Carletti, A. (2013). What is Systemic Risk? *Journal of Money, Credit and Banking*, 45(1), 121–127.
- Altavilla, C., Pagano, M., & Simonelli, S. (2016). Bank exposures and sovereign stress transmission. *European Systemic Risk Board*, Working Paper n. 11.
- Ashraf, B. N. (2017). Political institutions and bank risk-taking behavior. *Journal of Financial Stability*, 29, 13–35.
- Ashraf, Q., Gershman, B., & Howitt, P. (2017). Banks, market organization, and macroeconomic performance: An agent-based computational analysis. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 135, 143–180.
- Baralis, E., Cagliero, L., & Garza, P. (2017). Planning stock portfolios by means of weighted frequent itemsets. *Expert Systems with Applications*, 86, 1–17.
- Berutich, J. M., López, F., Luna, F., & Quintana, D. (2016). Robust technical trading strategies using GP for algorithmic portfolio selection. *Expert Systems with Applications*, 46, 307–315.

- Black, L., Correa, R., Huang, C., & Zhou, H. (2016). The systemic risk of European banks during the financial and sovereign debt crises. *Journal of Banking and Finance*, 63, 107–125.
- BM&FBOVESPA – Brazilian Stock Exchange. (2017). <http://www.bmfbovespa.com.br/> Acesso em 10.06.2017.
- Boissel, C., Derrien, F., Ors, E., & Thesmar, D. (2016). Systemic risk in clearing houses: Evidence from the European repo market. *European Systemic Risk Board*, Working Paper n.10.
- Bowdler, C., & Esteves, R. P. (2013). Sovereign debt: the assessment. *Oxford Review of Economic Policy*, 29(3), 463–477.
- Bruni, R., Cesarone, F., Scozzari, F., & Tardella, F. (2017). On exact and approximate stochastic dominance strategies for portfolio selection. *European Journal of Operational Research*, 259, 322–329.
- Brunnermeier, M. K., Garicano, L., Lane, P., Pagano, M., Reis, R., Santos, T., Thesmar, D., Van Nieuwerburgh, S., & Vayanos, D. (2016). The sovereign-bank diabolic loop and ESBies. *American Economic Review*, 106 (5), 508–512.
- Campbell, J.Y., Lo, W., & Mackinlay, A. C. (1997). *The Econometrics of Financial Markets*. New Jersey: Princeton University Press, (Chapter 5).
- Clement, P. (2010). The term “macroprudential”: origins and evolution. *BIS Quarterly Review*, Março, 2010.
- Crockett, A. (2000). Marrying the micro and macro-prudential dimensions of financial stability. *BIS Speeches*.
- Cui, B., Wang, H., Ye, K., & Yan, J. (2012). Intelligent agent-assisted adaptive order simulation system in the artificial stock market. *Expert Systems with Applications*, 39, 8890–8898.
- Donadelli, M., & Persha, L. (2014). Understanding Emerging Market Equity Risk Premia: Industries, Governance and Macroeconomic Policy Uncertainty. *Research in International Business and Finance*, 30, 284-309.
- Dosi, G., Fagiolo, G., Napoletano, M., Roventini, A., & Treibich, T. (2015). Fiscal and monetary policies in complex evolving economies. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 52, 166–189.



- ECB – European Central Bank. (2010). Recent Advances in Modelling Systemic Risk Using Network Analysis. <http://www.ecb.europa.eu/> Acesso em 07.11.2013.
- ESRB – European Systemic Risk Board. (2015). Report on the regulatory treatment of sovereign exposures. <http://www.esrb.europa.eu/> Acesso em 05.11.2016.
- Feldman, T. (2010). Portfolio manager behavior and global financial crises. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 75, 192–202.
- Galati, G., & Moessner, R. (2011). Macroprudential policy – a literature review. *BIS Working Papers* N. 337. Monetary and Economic Department.
- Ge, J. (2017). Endogenous rise and collapse of housing price – An agent-based model of the housing market. *Computers, Environment and Urban Systems*, 62, 182–198.
- Gibson, H. D., Hall, S. G., & Tavlás, G. S. (2017). Self-fulfilling dynamics: The interactions of sovereign spreads, sovereign ratings and bank ratings during the euro financial crisis. *Journal of International Money and Finance*, 73, 371-385.
- IMF – International Monetary Fund. (2017). Debt Sustainability Analysis. <http://www.imf.org/> Acesso em 22.02.2017.
- Jobson, J. D., & Korkie, B. M. (1981). Performance Hypothesis Testing with the Sharpe and Treynor Measures. *The Journal of Finance*, 36(4), 889–908.
- Ko, P., & Lin, P. (2008). Resource allocation neural network in portfolio selection. *Expert Systems with Applications*, 35, 330–337.
- Kolm, P.N., Tutuncu, R., & Fabozzi, F. J. (2014). 60 Years of portfolio optimization: Practical challenges and current trends. *European Journal of Operational Research*, 234, 356–371.
- Laeven, L., & Valencia, F. (2013). Systemic Banking Crises Database. *IMF Economic Review*, 61(2), 225–270.
- Levine, R., Lin, C., & Xie, W. (2016). Spare tire? Stock markets, banking crises, and economic recoveries. *Journal of Financial Economics*, 120, 81–101.
- Lintner, J. (1965). The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets. *The Review of Economics and Statistics*, 47(1), 13–37.
- Liu, S. (2011). A fuzzy modeling for fuzzy portfolio optimization. *Expert Systems with Applications*, 38, 13803–13809.

- Macedo, L. L., Godinho, P., & Alves, M. J. (2017). Mean-semivariance portfolio optimization with multiobjective evolutionary algorithms and technical analysis rules. *Expert Systems with Applications*, 79, 33–43.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77–91.
- Mehra, R., & Prescott, E. C. (1985). The Equity Premium – A Puzzle. *Journal of Monetary Economics*, 15, 145-161.
- Oktaý, B., Oztunç, H., Serin, Z. V. (2016). Determinants of Gold Reserves: An Empirical Analysis for G-7 Countries. *Procedia Economics and Finance*, 38, 8–16.
- Reinhart, C. M., & Rogoff, K. S. (2011). From Financial Crash to Debt Crisis. *American Economic Review*, 101(5), 1676-1706.
- Rekik, Y. M., Hachicha, W., & Boujelbene, Y. (2014). Agent-Based Modeling and Investors' Behavior Explanation of Asset Price Dynamics on Artificial Financial Markets. *Procedia Economics and Finance*, 13, 30–46.
- Rodder, W., Gartner, I. R., & Rudolph, S. (2010). An entropy-driven expert system shell applied to portfolio selection. *Expert Systems with Applications*, 37, 7509–7520.
- Rogoff, K. (2017). Monetary policy in a low interest rate world. *Journal of Policy Modeling*, in press.
- Sharpe, W. F. (1964). A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *The Journal of Finance*, 19(3), 425–442.
- Shoham, Y., & Leyton-Brown, K. (2009). *Multiagent Systems: Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations*. New York: Cambridge University Press, (Chapter 10).
- Silva, W., Kimura, H., & Sobreiro, V. A. (2017). An analysis of the literature on systemic financial risk: A survey. *Journal of Financial Stability*, 28, 91–114.
- STN – Secretaria do Tesouro Nacional (Brazilian National Treasury). (2016). Relatório Mensal da Dívida Pública Federal – Setembro, 2016. <http://www.tesouro.fazenda.gov.br/> Acesso em 12.11.2016.
- Wooldridge, M. (2009). *An Introduction to Multiagent Systems*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS DA PESQUISA

Ao longo deste trabalho, foram formuladas três questões para investigação com dados empíricos, por meio de técnicas econométricas e de simulação por computador. Em conjunto, as questões buscam evidências de que políticas públicas de estabilidade financeira tendem a ganhar eficácia ao considerarem tanto medidas econômico-financeira das organizações bancárias quanto suas características de gestão estratégica, bem como ao aplicar técnicas de modelagem de problemas complexos, como a baseada em agentes. A primeira abordagem é a mais frequentemente encontrada na literatura, enquanto que as duas seguintes buscam aprimorar a adequação da modelagem de sistemas de alerta antecipados.

A teoria das organizações atribui metáforas para agrupar vertentes teóricas. Nas revisões da literatura desta pesquisa, os três estudos compartilham a estabilidade financeira como o foco predominante. No primeiro estudo, a estabilidade financeira está relacionada a sistemas de alerta antecipado para monitoramento da saúde financeira das organizações, as quais são percebidas conforme a metáfora da *máquina*. Periodicamente, são verificados indicadores econômico-financeiro resultantes de processos internos à organização, os quais refletem importantes dimensões de organizações bancárias, como a sua capitalização, a qualidade de seus ativos, a qualidade de sua gestão, a lucratividade e a liquidez.

O capítulo conclui que o conjunto informacional de balancetes mensais para obtenção de variáveis explanatórias baseadas no sistema CAMELS permite a modelagem de um sistema eficaz de alerta antecipado para instituições bancárias no Brasil, com taxas de verdadeiros positivos de 81%, 94% e 89% nos resultados na amostra, fora da amostra e em sinalizações do modelo de alerta antecipado, respectivamente, para uma amostra de 2006 a 2014, contendo nove casos de intervenção pelo Banco Central do Brasil ou de fusão e aquisição motivados por estresse financeiro. Contudo, as taxas de falsos positivos geradas na modelagem do ensaio foram de 24%, 29% e 32% (na amostra, fora da amostra e alertas antecipados), denotando uma margem de potencial melhoria de eficiência das sinalizações com a redução de erros tipo II.

O segundo estudo apoia-se na metáfora do *organismo*, uma vez que incorpora à análise as ações estratégicas da organização, orientadas pela alta administração, para responder aos desafios ambientais, adaptando-se em busca da sobrevivência. Desta forma, o constructo risco de estratégia bancária é analisado nas dimensões estratégia, capital e governança corporativa. Constatou-se que as probabilidades de default das instituições financeiras são atenuadas em

função da qualidade de mecanismos de governança corporativa, como conselho de administração, diretoria executiva, práticas de remuneração, gestão de capital e gestão de riscos.

O resultado sugere que modelos de alertas antecipados podem se tornar mais efetivos com a inclusão de governança corporativa como *proxy* para a qualidade de gestão no sistema CAMELS (M=*Management*). Ou ainda, uma nova dimensão poderia ser incorporada a esse sistema, que considera também adequação de capital (C), qualidade dos ativos (A), rentabilidade (E), liquidez (L) e sensibilidade ao risco de mercado (S). O constructo governança corporativa, o qual vem recebendo especial atenção em recomendações de supervisão bancária recentemente, poderia incorporar-se como uma nova dimensão ao sistema CAMELS, ao abarcar questões tocantes à alta administração das organizações bancárias, como estratégia, gestão de capital e gestão de riscos.

No terceiro capítulo da pesquisa, a estabilidade financeira é estudada sob a ótica da complexidade sistêmica. Nesse estudo, as teorias que suportam a análise empírica, no nível micro, e a conjectura analítica, na interconexão micro-macro, são relacionadas, respectivamente, às metáforas do *cérebro* e do *fluxo/transformação*. Com abordagem baseada em agentes, as organizações, modeladas como agentes racionais em busca da maximização do retorno de suas carteiras de investimentos, processam informações e aprendem. Como resultado das simulações, a seleção ótima de carteiras, *ex-post facto*, pressupõe investimentos majoritariamente no ativo livre de risco, que, por sua vez, é central ao subsistema descrito como a espiral da dívida soberana (um fluxo circular típico de *feedback* positivo, em que o aumento/diminuição em uma variável causa o aumento/diminuição em outra), fenômeno que pode acarretar problemas na dimensão de liquidez financeira.

Assim, o possível paradoxo entre indicadores da carga da dívida pública e a demanda por ativos livres de risco constitui a tensão que requer *feedbacks* negativos de políticas para estabilização do sistema, com eventuais transformações no ambiente, no padrão de atração dominante, e nas organizações.

Conclui-se, portanto, a partir dos ensaios conduzidos no trabalho, que a modelagem de sistemas de alerta antecipado, como forma de contribuição para a estabilidade financeira via supervisão bancária, pode beneficiar-se à medida que adiciona, ao lado da tradicional visão mecanicista, diferentes abordagens teóricas das organizações, como as relacionadas às perspectivas de organizações como organismos, como cérebros e como participantes de sistemas complexos.

As principais limitações encontradas ao longo do desenvolvimento dos três ensaios foram: número relativamente baixo de casos de estresse financeiro atribuídos ao grupo de tratamento na discriminação das observações; informação limitada e conseqüente parcela subjetiva de avaliação sobre casos de estresse financeiro podem ter superestimado alertas classificados como falsos positivos pelo modelo; a amostra de governança corporativa das instituições financeiras não permitiu a realização de testes sob a ótica de alertas antecipados, embora tenha corroborado a potencialidade de seu uso nesses modelos. Por último, a restrição da modelagem do terceiro ensaio aos mercados monetário e de capitais distancia-se do conceito de diversificação ideal dos portfólios de mercado nas simulações, e a ausência de dados fundamentalistas de ativos para a tomada de decisão também limita a racionalidade dos agentes participantes do mercado financeiro.

Estudos futuros poderiam incorporar funções de utilidade de modelos de alerta antecipado para os gestores públicos, com os custos de sinalizações classificadas como falsos positivos e falsos negativos, bem como utilizar métodos recursivos com janelas móveis para a estimação dos parâmetros ao longo da janela amostral. O uso de nova amostra de governança corporativa em bancos, a qual permita análises discriminatórias de situações de estresse financeiro, poderia confirmar o aumento da eficiência das sinalizações de alerta antecipado com a inclusão desta perspectiva.

Finalmente, em que pese a relativa complexidade da tarefa de programação de softwares para a modelagem baseada em agentes, a utilização desta metodologia, seja para a construção ou extensão de modelos customizados ou apoiada em ferramentas de mercado, pode ser aliada a métodos quantitativos para análise de problemas não-lineares. Pesquisas futuras poderiam, por exemplo, modelar o problema principal/agente na tomada de decisões em ambientes financeiros corporativos, bem como a análise de agentes em redes.