

PRÊMIO ANPEC-FEBRABAN DE ECONOMIA BANCÁRIA

14ª EDIÇÃO | 2022

Categoria B

Teses e Dissertações

Menção Honrosa

São Paulo

2022



Diferentes riscos, diferentes regras: como as características das instituições bancárias influenciam o risco financeiro sistêmico

Resumo

As diretrizes internacionais e nacionais sobre a regulação do sistema financeiro sugerem que as medidas prudenciais devem ser proporcionais à contribuição das instituições individuais ao risco sistêmico. Nesse sentido, esta dissertação explorou a contribuição marginal de diferentes bancos individuais ao risco sistêmico com o objetivo de colaborar para o estabelecimento de políticas públicas sobre regulação prudencial que sejam adequadas ao perfil de risco dos bancos em operação no Brasil. A partir de uma amostra de bancos brasileiros de capital aberto, foram coletados dados financeiros e de mercado no período entre 2017 e 2020 a fim de mensurar o risco assumido por essas instituições sob a perspectiva contábil, do mercado e do regulador. Em seguida, os bancos da amostra foram segregados por meio de um modelo de *clusterização* não supervisionado. Os resultados encontrados foram comparados com a metodologia atualmente utilizada pelo Banco Central do Brasil na segmentação das instituições bancárias. Por fim, foi avaliada a contribuição marginal dos representantes de cada grupo de bancos organizados segundo o seu perfil de riscos para o risco financeiro sistêmico utilizando-se o $\Delta CoVaR$. Os resultados sugerem que instituições que compartilham características semelhantes em relação ao seu perfil de riscos se comportam de maneira similar nos momentos de maior estresse de mercado. Somado a isso, observou-se que o tamanho, a diversificação geográfica e a liquidez são atributos compartilhados pelas instituições que mais contribuíram para o risco financeiro sistêmico quando da ocorrência de crises no mercado financeiro.

Palavras-chaves: Medidas de Risco em Bancos. Regulação Financeira. Risco Bancário. Risco Financeiro Sistêmico.

Abstract

International and national guidelines on the regulation of the financial system suggest that prudential measures should be proportionate to the contribution of individual institutions to systemic risk. This dissertation explored the marginal contribution of different individual banks to systemic risk in order to contribute to the establishment of public policies on prudential regulation that are adequate to the risk profile of Brazilian banks. From a sample of listed Brazilian banks, financial and market data were collected for the period between 2017 and 2020 in order to measure the risk assumed by these institutions from an accounting, market and regulatory perspective. Then, the sample banks were segregated using an unsupervised clusterization model. The results found were compared with the methodology currently used by the Central Bank of Brazil in the segmentation of banking institutions. Finally, the marginal contribution of representatives of each group of banks organized according to their risk profile to systemic financial risk was evaluated using the $\Delta CoVaR$. The results suggest that institutions that share similar characteristics in relation to their risk profile behave similarly in times of greater market stress. In addition, it was observed that size, geographic diversification and liquidity are attributes shared by the institutions that most contributed to systemic financial risk when crises occurred in the financial market.

Keywords: Banking Risk. Financial Regulation. Risk Measures in Banks. Systemic Financial Risk.

Lista de figuras

Figura 1 – Etapas executadas para atingir o objetivo proposto na dissertação	60
Figura 2 – U-Matrix: Distância entre os <i>clusters</i> e seus vizinhos	78
Figura 3 – Índice Davies-Bouldin	79
Figura 4 – Distribuição dos indivíduos em cada grupo	80
Figura 5 – Mapa de vetores e indivíduos por grupo (2017)	80
Figura 6 – Mapa de vetores e indivíduos por grupo (2018)	81
Figura 7 – Mapa de vetores e indivíduos por grupo (2019)	81
Figura 8 – Mapa de vetores e indivíduos por grupo (2020)	81
Figura 9 – Mapa comparativo entre as características dos bancos da amostra (2017–2020) separados por grupos	89
Figura 10 – $\Delta CoVaR$ para todas as instituições da amostra (2017–2020)	92
Figura 11 – $\Delta CoVaR$ para os grupos bancários (2017–2020)	94
Figura 12 – Dendrograma: instituições bancárias brasileiras (2017–2020)	97
Figura 13 – Treinamento do algoritmo para os mapas de Kohonen (2017-2020)	114
Figura 14 – Quantidade de indivíduos alocados em cada célula do SOM	115
Figura 15 – Distância média entre os indivíduos de um cluster	115
Figura 16 – Relação entre as variáveis e os <i>clusters</i> em 2017	116
Figura 17 – Relação entre as variáveis e os <i>clusters</i> em 2018	117
Figura 18 – Relação entre as variáveis e os <i>clusters</i> em 2019	118
Figura 19 – Relação entre as variáveis e os <i>clusters</i> em 2020	119
Figura 20 – $\Delta CoVaR$ para as instituições por grupo (2017-2020)	120

Lista de algoritmos

Algoritmo 1 – Modelo SOM	112
Algoritmo 2 – Modelo $\Delta CoVaR$	113

Lista de tabelas

Tabela 1 – Critérios para a segmentação das instituições financeiras conforme Resolução CMN n.º 4.553/2017	37
Tabela 2 – Percentual de requerimentos mínimos de patrimônio de referência (PR), capital nível 1 e capital principal, parcela do adicional de capital principal conservação e percentuais máximos das parcelas do adicional de capital contracíclico e sistêmico	46
Tabela 3 – Principais medidas para mensuração do risco financeiro sistêmico	56
Tabela 4 – Instituições financeiras bancárias da amostra	58
Tabela 5 – Principais índices para mensuração dos riscos assumidos pelas instituições bancárias individuais	61
Tabela 6 – Atributos das instituições bancárias	65
Tabela 7 – Estatística descritiva das medidas de risco individual	73
Tabela 8 – Estatística descritiva das características dos bancos que fazem parte da amostra - dados agrupados	74
Tabela 9 – Estatística descritiva das características dos bancos que fazem parte da amostra - por ano	75
Tabela 10 – Grupos identificados nos SOMs e suas principais características	82
Tabela 11 – Riscos das instituições bancárias individuais	85
Tabela 12 – Grupos identificados nos SOMs e suas principais características	91
Tabela 13 – Estatística descritiva do $\Delta CoVaR$ dos bancos brasileiros - em % diário	93
Tabela 14 – Síntese dos resultados encontrados sobre contribuição dos bancos agrupados em relação às suas categorias de risco e ao risco sistêmico	96

Lista de abreviaturas e siglas

ACP	Adicional de Capital Principal
ANDIMA	Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais
APRs	Ativos Ponderados pelo Risco
BCB	Banco Central do Brasil
BCBS	Comitê de Basileia para Supervisão Bancária (Basel Committee on Banking Supervision)
BIS	Banco de Compensações Internacionais (Bank for International Settlements)
CMN	Conselho Monetário Nacional
CVaR	Valor em Risco Condicional (Conditional Value-at-Risk)
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
FMI	Fundo Monetário Internacional
FSB	Comitê de Estabilidade Financeira (Financial Stability Board)
IB	Índice de Basileia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPR1	Índice de Capital de nível I
LCR	Indicador de Liquidez de Curto Prazo (Liquidity Coverage Ratio)
NSFR	Indicador de Liquidez de Longo Prazo (Net Stable Funding Ratio)
G-SIBs	Bancos globais sistematicamente significantes (Global Systemically Important Banks)
PR	Patrimônio de Referência
Proef	Programa de Fortalecimento das Instituições Financeiras Federais
Proer	Programa de Estímulo à Reestruturação e ao Fortalecimento do Sistema Nacional

Proes	Programa de Incentivo à Redução do Setor Público Estadual na Atividade Bancária
RA	Razão de Alavancagem
RAET	Regime de Administração Especial Temporária
SFN	Sistema Financeiro Nacional
SOM	Self-Organizing Map
SPB	Sistema de Pagamentos Brasileiro
Sumoc	Superintendência da Moeda e do Crédito
VaR	Valor em Risco (Value-at-Risk)

Sumário

1	Introdução	10
1.1	<i>Objetivos</i>	14
1.1.1	Objetivo geral	14
1.1.2	Objetivos específicos	14
1.2	<i>Estrutura da dissertação</i>	15
2	Instituições financeiras bancárias	16
2.1	<i>Evolução e contexto no Brasil</i>	16
2.2	<i>Supervisão do sistema financeiro</i>	18
2.2.1	Modelos de supervisão do sistema financeiro	19
2.2.1.1	Supervisão no sistema financeiro brasileiro	21
2.2.2	Princípios Básicos para uma Supervisão Efetiva	22
2.3	<i>Regulação bancária</i>	26
2.3.1	Acordos de Basileia	27
2.3.1.1	Aplicação do Acordo de Basileia no Brasil	32
2.3.2	Programas de reestruturação do sistema financeiro brasileiro	35
2.3.3	Segmentação e proporcionalidade	36
3	Risco bancário	39
3.1	<i>Classificação de riscos</i>	39
3.1.1	Risco de crédito	40
3.1.2	Risco de mercado	41
3.1.3	Risco operacional	42
3.1.4	Risco de liquidez	42
3.2	<i>Risco em bancos individuais</i>	43
3.2.1	Atributos de propensão ao risco	44
3.2.1.1	Adequação ao capital regulatório	44
3.2.1.2	Estrutura de ativos	45
3.2.1.3	Compliance com as normas prudenciais	45
3.2.1.4	Complexidade das operações	47
3.2.1.5	Tamanho	48

3.2.2	Medidas do risco em bancos individuais	48
3.2.2.1	Risco sob o ponto de vista do mercado	49
3.2.2.2	Risco sob o ponto de vista do regulador	50
3.2.2.3	Risco sob o ponto de vista contábil	51
3.3	<i>Risco financeiro sistêmico</i>	52
3.3.1	Medidas do risco financeiro sistêmico	53
4	Metodologia	57
4.1	<i>Tipologia da pesquisa</i>	57
4.2	<i>Amostra</i>	58
4.3	<i>Método proposto</i>	59
4.3.1	Mensuração do risco individual	60
4.3.2	<i>Clusterização</i> das instituições bancárias	62
4.3.3	Mensuração do risco sistêmico	68
5	Execução dos modelos e análise dos resultados	72
5.1	<i>Avaliação dos riscos individuais</i>	72
5.1.1	Risco de mercado, do regulador e contábil dos bancos da amostra	72
5.1.2	<i>Clusterização</i> dos bancos da amostra	73
5.1.3	Análise dos grupos encontrados	83
5.2	<i>Avaliação do risco sistêmico</i>	91
5.2.1	Análise das características individuais aplicadas ao risco sistêmico	94
6	Conclusão	98
	Referências	102
	Apêndice A – Síntese do <i>script</i> que operacionaliza a ferramenta <i>Self-Organizing Maps</i> (SOM)	112
	Apêndice B – Síntese do <i>script</i> $\Delta CoVaR$ para mensuração do risco do sistema financeiro	113
	Apêndice C – Maiores detalhes dos resultados dos <i>Self-Organizing Maps</i>	114
	Apêndice D – Maiores detalhes dos resultados do $\Delta CoVaR$	120

1 Introdução

O setor bancário é dotado de particularidades inerentes a sua própria natureza. A falência de uma firma bancária pode resultar em uma série de efeitos negativos em determinada sociedade, ou mesmo em conjuntos de diferentes sociedades, levando a crises sistêmicas difíceis de serem controladas. Por esse motivo, o assunto gestão de riscos em instituições financeiras é amplamente explorado em diversos campos de estudo e sob diferentes abordagens teóricas.

A atividade financeira possui uma série de externalidades positivas, ou seja, benefícios atrelados às operações desenvolvidas nas firmas que fazem parte desse setor. Conforme descrito por Carvalho et al. (2012), existem ganhos sociais pela facilidade com que as operações de alto valor são realizadas por meio dos sistemas de pagamentos. Além disso, a concessão de crédito permite a expansão da atividade econômica e, por conseguinte, o aumento do bem-estar atrelado ao estímulo da produção.

Allen, Carletti e Gu (2015), por sua vez, argumentam que a importância e o papel desempenhado pelos bancos variam significativamente de acordo com o contexto em que estão inseridos. A partir disso, os autores destacam as atribuições dessas instituições que geram ganhos para as partes envolvidas: o monitoramento contínuo a fim de garantir que as empresas estão utilizando os recursos de forma efetiva; o compartilhamento de riscos na economia por meio da diversificação em suas operações; o suprimento de fundos às empresas, contribuindo para o crescimento da economia; e a participação na governança corporativa de diferentes setores produtivos ao assumirem posições estratégicas nos seus conselhos administrativos.

Embora os benefícios da atividade financeira sejam importantes para a sociedade, as externalidades negativas podem gerar efeitos letais na economia de um país. Os choques provocados pela perda de confiança em uma instituição bancária costumam motivar crises sistêmicas uma vez que os passivos dessas instituições são os ativos dos consumidores, do governo e de outras firmas, inclusive bancárias. Nesse sentido, a corrida aos bancos e o saque generalizado de depósitos à vista tendem a condenar todo o sistema à quebra (CARVALHO et al., 2012).

Allen e Gale (2000) argumentam que as externalidades negativas originárias dos riscos assumidos por uma determinada instituição bancária são diretamente repassadas às demais por meio das transações financeiras. Essas transações são responsáveis pelo efeito contágio, que faz com que os choques em poucas firmas rapidamente se espalhem para o resto do sistema financeiro. Diamond e Dybvig (1983), por sua vez, se concentram nos efeitos indiretos das externalidades

negativas. Segundo os autores, a mudança de expectativa provocada por um comportamento excessivamente arriscado em uma determinada instituição faz com que os depositantes deixem de confiar em todas as demais, levando a choques generalizados no sistema financeiro.

A crise do *subprime* observada nos Estados Unidos da América entre 2007 e 2008 exemplifica o argumento apresentado por Diamond e Dybvig (1983). Conforme descrito por Garratt, Mahadeva e Svirydzenka (2014), os choques gerados a partir das falências em instituições financeiras foram rapidamente transmitidos ao sistema financeiro através de diversos canais, como cadeias de inadimplência, restrições aos financiamentos, liquidações imediatas e desconfiança em relação ao cumprimento das cláusulas contratuais. Assim, foi observada uma situação em que mudanças de expectativas levaram à desconfiança e à crise sistêmica.

Nesse contexto de externalidades positivas associadas a externalidades negativas, surge a regulação prudencial como um conjunto de normas que objetivam minimizar os riscos das operações das instituições financeiras ao mesmo tempo que não inibem a execução da sua atividade, essencial para o desenvolvimento econômico e social dos países. Essa regulação cria mecanismos e ferramentas para que a atividade financeira seja desenvolvida da forma mais segura possível, o que pressupõe o estabelecimento de limites às escolhas que seriam adotadas pelos agentes em caso de livre atuação.

A regulação prudencial tem os acordos publicados pelo Comitê de Basileia como uma de suas bases. Conforme descrito por Pinheiro, Savóia e Securato (2015), Basileia III, cujo documento principal é datado de 16 de dezembro de 2010, atuou de forma ampla na regulação do capital e nos padrões de liquidez, deixando aos supervisores locais decisões sobre a implantação e adequação do modelo às suas especificidades. Pela análise da regulação brasileira, observa-se que o Banco Central do Brasil (BCB) optou por adotar padrões regulatórios que consideram as características particulares das instituições financeiras. Entre essas características está a disposição ao risco, a qual varia de acordo com o contexto de cada banco.

É importante mencionar que a base da história econômica brasileira tem o conjunto “regulação, supervisão e fiscalização” de instituições financeiras como um importante aparato na prevenção de crises. Isso porque, a partir do Plano Real, implementado em 1994, e a consequente estabilização da inflação, os bancos brasileiros não puderam mais desfrutar das transferências inflacionárias (receitas originadas nos depósitos das instituições financeiras remunerados por taxas significativas devido à elevada inflação do período). Assim, com o objetivo de manter a estabilidade do sistema financeiro, foram implementados programas governamentais, como o Programa de Estímulo à Reestruturação e ao Fortalecimento do Sistema Financeiro (Proer),

o qual tinha como propósito reestruturar o sistema bancário brasileiro a partir do estímulo à concorrência (ROCHA, 2001).

Em relação aos riscos em instituições bancárias, os estudos teóricos costumam referir-se aos bancos como agentes avessos ao risco e que operam em um ambiente de incertezas (SEALEY, 1980; KOPPENHAVER, 1985). Enquanto isso, estudos empíricos procuram descobrir relações entre o perfil de riscos dessas instituições e as características relacionadas a suas operações. Esse é o caso, por exemplo, dos trabalhos de Camba-Mendez (2021), que investiga a heterogeneidade no perfil de riscos de diferentes bancos e as taxas por eles cobradas, e de Daydov, Vahamaa e Yasar (2021) sobre como os riscos assumidos por cada instituição afetam a sua disposição a conceder empréstimos.

Além desses tópicos, a literatura recente investiga, entre outros, a relação entre a gestão de riscos e a estrutura societária das instituições bancárias (PARK; OH, 2020; KLEIN; NAUDK; WOYAND, 2021), a relação entre os mecanismos de governança corporativa e a assunção de riscos por parte dos bancos (ZHANG; LI; ORTIZ, 2021; BROGI; LAGASIO, 2021), a gestão do risco empresarial dessas instituições para definir o limite de tolerância que deve ser seguido a fim de obter uma melhor performance (ADAM; SOLIMAN; MAHTAB, 2021) e a maneira pela qual os bancos sistematicamente importantes devem ser regulados para evitar o efeito contágio das crises financeiras (MARKOULIS; MARTZOUKOS; PATSALIDOU, 2020).

Além disso, embora a literatura sobre o risco sistêmico esteja em ascensão desde a crise financeira de 2007–2009, estudos sobre como atributos específicos dos bancos podem influenciar o nível de risco do sistema são relativamente escassos (DAYDOV; VAHAMAA; YASAR, 2021). Altunbas, Manganelli e Marques-Ibanez (2017) ressaltam que, nos anos que precederam a crise, os indicadores de risco financeiro apresentavam um cenário otimista. No entanto, esses sinais estavam altamente agrupados, tornando difícil separar as instituições mais arriscadas daquelas mais seguras. A erupção da crise revelou uma grande variabilidade no risco entre bancos individuais, o que pode ser evidenciado pela alta dispersão no preço de mercado dessas instituições entre 2008 e 2009.

Apesar da existência desse *gap* na literatura sobre o assunto, observa-se que, após a crise de 2007–2009, as regulações prudenciais passaram a atribuir importância às características das instituições individuais. Em relatório preparado para os membros do G-20, o *Financial Stability Board* afirmou que: “as instituições financeiras devem estar sujeitas a requerimentos proporcionais aos riscos que apresentam ao sistema financeiro” (FSB, 2010, p. 1). No caso dos Estados Unidos da América, a Lei *Dodd-Frank*, de 2010, dispôs que uma regulação efetiva

deveria considerar que os riscos enfrentados e criados por bancos diferem substancialmente de acordo com as suas características individuais (TARULLO, 2019).

Outrossim, tendo em vista os desdobramentos da crise econômica provocada pela pandemia da Covid-19 a partir de 2020, tem sido observado um esforço na literatura para descrever a participação do sistema bancário nesse cenário de instabilidade. Li, Strahan e Zhang (2020), por exemplo, enfatizam que a utilização de testes de estresse, o aumento do capital regulatório e os avanços nas políticas internas de administração de riscos permitiram que essas instituições não reduzissem a sua capacidade de atuação no ápice da crise. Borri e Giorgio (2021), por sua vez, analisaram 35 instituições bancárias e observaram que aquelas cujo modelo de negócio está mais exposto a operações de securitizações e com derivativos contribuíram de forma mais intensa para a disseminação da crise pelo sistema.

Ante o exposto, esta dissertação se concentrou na investigação das características dos bancos brasileiros que podem ajudar a explicar como eles se dividem quanto ao nível do risco assumido em suas atividades. A partir do agrupamento das instituições bancárias que atuam no país em diferentes conjuntos com características internas semelhantes, foi possível encontrar aquelas instituições que compartilham atributos considerados de maior ou menor exposição ao risco. Em seguida, cada grupo foi testado quanto a sua contribuição para o risco sistêmico visando traçar a participação das instituições que dele fazem parte em um cenário de crise financeira.

Apesar da importância atribuída ao assunto desde a crise de 2007–2009, ainda há espaço para explorar como as características individuais das instituições impactam o seu nível de risco e, conseqüentemente, o risco sistêmico do país. Mediante esse cenário, Altunbas, Manganelli e Marques-Ibanez (2017) afirmam que um importante exercício empírico seria “voltar ao básico” e entender como certos atributos podem estar associados a um maior, ou menor, risco. Cabe ressaltar que, embora as características individuais das instituições tenham conquistado relevância na regulação prudencial, a variável tamanho, mensurada por meio dos ativos sob custódia, tem preponderância na classificação de instituições que podem influenciar o risco sistêmico. No entanto, conforme argumentado por Adrian e Brunnermeier (2016), não se pode ignorar o efeito provocado pelas instituições menores.

Somado a isso, os estudos empíricos atuais que investigam as características dos bancos e o seu perfil de riscos se concentram, primariamente, nos Estados Unidos da América (LAEVEN; RATNOVSKI; TONG, 2016). Isso significa que faltam estudos nesse sentido para mercados emergentes, como é o caso do Brasil. Ademais, observa-se que as publicações no campo de

Finanças sobre o tema costumam selecionar uma determinada amostra de bancos para iniciar as análises considerando apenas o seu tamanho, ignorando, muitas vezes, instituições pequenas. Esforços com o objetivo de realizar um primeiro agrupamento das instituições para, em seguida, estudar suas características, aparecem em publicações na área de ciências da computação, como é o caso dos trabalhos de Iturriaga e Sanz (2015), Herrera-Restrepo et al. (2016) e Negnevitsky (2017).

Isto posto, esta dissertação pretende responder à seguinte pergunta: *observando as instituições bancárias a partir de suas características em relação ao perfil de risco, como se dá a contribuição das instituições individuais para o risco financeiro sistêmico do Brasil?*. A hipótese é a de que bancos com características individuais de risco semelhantes contribuem de forma similar para o risco financeiro sistêmico.

Por fim, de forma similar aos trabalhos de Klein, Naudk e Woyand (2021) e Laeven e Levine (2009), esta pesquisa objetiva contribuir para a estruturação de políticas regulatórias financeiras mais eficientes e alinhadas às expectativas das diretrizes internacionais. Conforme descrito por Laeven e Levine (2009, p. 273), esse tipo de análise é “crucial pela perspectiva da construção de políticas públicas, uma vez que o perfil de risco dos bancos afeta a fragilidade da economia, as flutuações nos ciclos de mercado e o crescimento econômico”. Ratti (1980) e Freixas, Laeven e Peydró (2015), por sua vez, enfatizam a importância das informações que dizem respeito à atitude dos bancos em relação aos riscos para que seja possível prever os efeitos das políticas regulatórias.

1.1 *Objetivos*

1.1.1 *Objetivo geral*

Analisar a contribuição das instituições bancárias brasileiras individuais, categorizadas de acordo com o seu perfil de riscos, para o risco financeiro sistêmico do Brasil.

1.1.2 *Objetivos específicos*

- Identificar o perfil de risco dos bancos brasileiros de capital aberto de acordo com as perspectivas do mercado, do regulador e contábil;

- Categorizar os bancos brasileiros de capital aberto de acordo com as suas características de capital, complexidade das operações, estrutura de ativos, compliance, liquidez e tamanho;
- Comparar a classificação encontrada quanto ao perfil de riscos dos bancos brasileiros de capital aberto com a metodologia atualmente utilizada pelo órgão regulador do sistema financeiro nacional para segmentar as instituições financeiras bancárias;
- Avaliar a contribuição dos diferentes perfis de risco assumidos pelos bancos brasileiros de capital aberto para o risco financeiro sistêmico do país por meio da variação do *Conditional Value-at-Risk* ($\Delta CoVaR$).

1.2 Estrutura da dissertação

Esta dissertação é composta por cinco capítulos, além desta Introdução. Os capítulos 2 e 3, “Instituições Financeiras Bancárias” e “Gestão de Riscos em Bancos”, respectivamente, pertencem ao seu referencial teórico. Enquanto o capítulo 2 se concentra no desenvolvimento da supervisão financeira e da regulação bancária, o capítulo 3 descreve os riscos aos quais essas instituições estão expostas e as características que, segundo a literatura, influenciam o nível do risco por elas assumido.

Por sua vez, o capítulo 4 se refere à Metodologia utilizada para atingir os objetivos apresentados e apresenta os detalhes quanto à tipologia da pesquisa, à amostra estudada e ao método proposto. No capítulo 5, foram discutidos os resultados encontrados a partir dos modelos executados para avaliar o risco das instituições bancárias individuais e a sua influência no risco financeiro sistêmico brasileiro. Por fim, no capítulo 6, foram apresentadas as considerações finais e contribuições geradas a partir da pesquisa proposta.

2 Instituições financeiras bancárias

Carvalho et al. (2012) definem bancos como as instituições financeiras mais importantes no mundo capitalista tendo em vista o volume de intermediações financeiras que realizam. De acordo com os autores, não existe uma definição universalmente aceita para essas instituições que as contraste com as demais instituições financeiras, mas não há dúvidas de que o seu papel como instituição depositária é essencial para o desenvolvimento econômico da sociedade como conhecemos.

De acordo com o autor, o crédito que origina de instituições bancárias é a principal fonte de financiamento hoje existente. Na União Europeia, por exemplo, esse crédito representava, em 2020, dois terços dos investimentos, e no ano de 2017, a participação dos bancos no débito total de empresas não financeiras era próximo a 82% (OECD, 2020). Outro exemplo que ilustra essa constatação foi a expansão do crédito a micro, pequenas e médias empresas como uma das principais formas de estímulo à economia na crise provocada pela Covid-19 (BCB, 2021b).

Visto que o escopo desta dissertação são os bancos que operam no Brasil e suas características, este capítulo será dedicado à descrição dos principais conceitos que se relacionam às instituições bancárias, com especial atenção ao contexto brasileiro. Além disso, uma vez que o objetivo se relaciona às políticas públicas sobre regulação prudencial, será apresentada a evolução da supervisão financeira e da regulação bancária, observando-se as diretrizes internacionais sobre o assunto e como o Brasil tem aplicado estas orientações em seu processo de normatização.

2.1 *Evolução e contexto no Brasil*

No Brasil, até a metade do século XX, as atividades desenvolvidas pelos bancos consistiam essencialmente em depósitos e empréstimos. Após a 2ª Guerra Mundial, o contexto permitiu que o setor bancário brasileiro passasse por grandes transformações. Conforme destacado por Fortuna (2015), o Decreto-Lei 7.293/1945, ao mesmo tempo que estabelecia a Superintendência da Moeda e do Crédito (Sumoc) para exercer o controle do mercado monetário, também criava instrumentos de controle do volume de crédito e dos meios de pagamento. Como consequência, inúmeros bancos encerraram suas atividades ou desapareceram por meio de fusões e incorporações. Segundo o autor, foi nesse momento que o Sistema Financeiro Nacional (SFN) se solidificou.

A partir da Reforma Bancária de 1964, institucionalizada pela Lei 4.595/1964 e da Reforma do Mercado de Capitais, institucionalizada pela Lei 4.728/1965, passou a predominar a busca pela especialização na atividade das instituições financeiras que operavam no país. Pelas novas normas, os bancos passaram a atuar no segmento de capital de giro e demais operações de curto prazo, enquanto as empresas de crédito, financiamento e investimento, os bancos de investimento e as associações de poupança e empréstimo assumiram as operações relativas a sua área de atuação (FORTUNA, 2015).

No contexto da Reforma Bancária, Pinheiro (2019) menciona que a tese da especialização e a Lei 4.595/1964 são essenciais para compreender a evolução do SFN. A referida lei, em vigência até os dias atuais, dispõe sobre as instituições monetárias, bancárias e creditícias, cria o Conselho Monetário Nacional (CMN), transforma a Sumoc no Banco Central do Brasil (BCB) e estabelece as diretrizes para atuação das instituições financeiras, tanto privadas quanto públicas. Segundo o autor, a tese da especialização, que prevalece em sua estrutura, possibilitou a redução dos custos operacionais por meio dos ganhos de escala, permitindo a oferta de empréstimos a taxas menores.

Já na década de 1980, Fortuna (2015) destaca a Resolução 1.524/1988, pela qual o CMN facultou às instituições financeiras a organização como uma única instituição com personalidade jurídica própria. Essas organizações, denominadas “bancos múltiplos”, são atualmente reguladas por meio da Resolução CMN n.º 2.099/1994, segundo a qual tais bancos devem ser constituídos por no mínimo duas carteiras, sendo uma delas comercial ou de investimentos. A referida resolução prevê que as operações realizadas por essas instituições estão sujeitas às mesmas normas e regulamentos das instituições singulares correspondentes as suas carteiras. Pinheiro (2019, p. 117) menciona que a estruturação dos bancos múltiplos levou ao desaparecimento do “organograma baseado na especialização”.

Segundo Fortuna (2015), outra ruptura no SFN se deu após o 1994, com o encerramento do sistema de *floating*, o qual garantia para todos os bancos de varejo taxas de até 80% pela aplicação dos recursos dos correntistas. Nesse momento, o controle da inflação generalizada levou os bancos brasileiros a enfrentarem um processo de reestruturação que permitiu o aumento da competição no setor. Assim, as instituições financeiras passaram a buscar novas estratégias de inserção de mercado, aumentando a oferta de produtos e serviços.

No entanto, as restrições de crédito ao consumidor para controle da inflação levaram a um desajuste na carteira de crédito dos bancos devido ao aumento da inadimplência. Assim, em 1995, foi estabelecido o Programa de Estímulo à Reestruturação e ao Fortalecimento do

Sistema Financeiro Nacional (Proer) em conjunto com uma série de medidas para melhorar a fiscalização e regulamentação bancária¹. Entre essas medidas, vale mencionar o “aumento do poder de intervenção do BCB nas instituições financeiras e instituição da responsabilidade penal dos controladores, mesmo que esses não participassem diretamente da administração” (PINHEIRO, 2019, p. 120).

Tendo em vista os ajustes no SFN a partir de meados da década de 1990, passou-se a observar um movimento de concentração de capital em uma reduzida quantidade de instituições financeiras. Conforme ilustrado por Pinheiro (2019, p. 121), os bancos estrangeiros que desejavam entrar no país recebiam uma lista de firmas financeiras em processo de resolução (liquidação extrajudicial, intervenção ou regime de administração temporária) com o intuito de adquirir os seus ativos. Como consequência desse processo, os grupos se tornaram cada vez maiores, levando ao aparecimento de “novos e fortes conglomerados, nacionais e estrangeiros”.

Se, no início, os bancos brasileiros lidavam apenas com depósitos e empréstimos, agora, com o surgimento de grandes conglomerados financeiros, novos produtos e serviços passaram a ser ofertados aos seus clientes. Somado a isso, no período recente, ganhou destaque o surgimento das *fintechs* e dos bancos digitais, com estruturas ainda mais robustas. Nesse sentido, o aumento da complexidade das operações bancárias levou à necessidade de estabelecimento de uma estrutura regulatória e normativa capaz de contingenciar o risco assumido por essas instituições. Essa estrutura, que envolve aspectos relacionados à regulação, organização, fiscalização e aplicação de sanções, faz parte da supervisão, em sentido amplo, das instituições financeiras.

2.2 *Supervisão do sistema financeiro*

Apesar de supervisão e regulação financeiras geralmente serem analisadas em conjunto devido a sua complementariedade (BARTH; JR.; LEVINE, 2004), neste capítulo optou-se por dividir a descrição dessas duas dimensões em diferentes seções. Entende-se que, tratando-as de forma separada, será possível descrever os modelos que dizem respeito a cada uma delas e explorar, com maior profundidade, as suas nuances.

Nesse sentido, enquanto o termo “supervisão de instituições financeiras” é utilizado no seu sentido amplo e se refere ao ambiente no qual o regulador realiza a supervisão e a fiscalização contínua das instituições financeiras a fim de garantir que as regras serão corretamente aplicadas, a “regulação financeira” é considerada um dos objetivos da supervisão, assim como a proteção

¹ Mais detalhes serão apresentados na seção 2.3.2 Programas de reestruturação do sistema financeiro brasileiro.

ao consumidor, a integridade do mercado e a prevenção contra fraudes (GARICANO; LASTRA, 2010). No entanto, devido ao fato de que ambos os conceitos muitas vezes são tratados como sinônimos, em certos momentos será inevitável referir-se ao conjunto “supervisão e regulação” financeira.

2.2.1 Modelos de supervisão do sistema financeiro

A supervisão é usualmente referida na literatura como essencial para a solidez de todo o sistema financeiro. Duffie (2019) afirma que um sistema razoavelmente bem supervisionado teria sido mais resiliente não apenas à crise iniciada em 2007, mas também a outros choques financeiros verificados ao longo dos anos. Aikman et al. (2019), por sua vez, defendem que um órgão regulador com poderes macroeconômicos, ou seja, capaz de interferir na estrutura do sistema, é mais apto para garantir a estabilidade financeira.

Garicano e Lastra (2010) argumentam que existem quatro diferentes modelos de supervisão do sistema financeiro: o fragmentado, o unitário, o separado e o *twin peaks*. Segundo os autores, o modelo adotado em cada país indica a forma pela qual aquela sociedade optou por conduzir suas crises financeiras e estabelecer estruturas mais efetivas de supervisão, de controle do risco sistêmico e de gerenciamento de crises futuras.

O modelo fragmentado é adotado pelos Estados Unidos da América, cujo sistema de supervisão é baseado na legislação federal (leis promulgadas pelo Congresso Nacional), nas legislações estaduais (leis promulgadas pelos Estados), nas regulações das agências financeiras (como o *Federal Reserve Bank* e a *Securities and Exchange Commission*) e na autorregulação. A descentralização característica desse modelo é observada tanto na estrutura da federação, em que as leis estaduais assumem grande relevância, quanto na criação de diferentes agências regulatórias com foco restrito a determinados segmentos de atuação (GARICANO; LASTRA, 2010).

O sistema de supervisão do Reino Unido entre 1997 e 2010, por sua vez, é exemplo de adoção do modelo unitário. Durante esse período, o Banco de Londres assumiu o papel de único supervisor e concentrou em sua estrutura a função de controle e vigilância de todas as atividades do sistema financeiro londrino (DALE; WOLFE, 1998). De acordo com Garicano e Lastra (2010), esse modelo gerou muitas críticas após a crise de 2007–2009 por não conseguir evitar as falências bancárias. Como consequência, optou-se pela reforma do sistema e a criação de uma agência de regulação prudencial para operar de forma subsidiária ao Banco de Londres.

Em relação ao modelo separado, o principal exemplo é o desenho da União Europeia. Segundo Garicano e Lastra (2010), a supervisão financeira nesse bloco é caracterizada pelos princípios da descentralização, cooperação e segmentação. A descentralização ocorre no nível dos seus Estados-membros, uma vez que há o controle soberano de cada Estado sem que se deixe de reconhecer a importância de harmonização dos princípios prudenciais entre os membros do bloco. Vale mencionar que a adoção do modelo separado no bloco não impede que os países, individualmente, adotem diferentes modelos dentro da sua estrutura. Esse é o caso da República Tcheca, que adota o modelo unitário.

O modelo *twin peaks* de supervisão financeira, atualmente adotado no Brasil (BCB, 2019), foi inicialmente proposto por Michael Taylor em 1995. A base desse modelo é o estabelecimento de dois órgãos de supervisão separados: um responsável pela estabilidade do sistema financeiro e o outro responsável pela proteção ao investidor de varejo. De acordo com Taylor (1995), o primeiro garantiria a estabilidade e a solidez do sistema financeiro pretendendo propiciar proteção sistêmica contra as crises financeiras. Por sua vez, o segundo protegeria os investidores individuais, considerados as partes mais sensíveis do negócio, a fim de garantir a proteção ao consumidor.

Em relação às formas de atuação dos supervisores, o responsável pela solidez do sistema teria como ferramentas a adequação do capital das instituições financeiras, o estabelecimento de requerimentos prudenciais no caso de exposições arriscadas e a adoção de medidas para garantir que os administradores dessas instituições possuam apropriados níveis de conhecimentos e habilidades para geri-la. Já o órgão responsável pela proteção aos investidores teria como ferramentas a implantação de regras sobre propaganda, marketing e vendas de produtos financeiros, além da exigência de que os responsáveis por ofertar esses produtos atinjam critérios mínimos de integridade e competência (TAYLOR, 1995).

No Brasil, conforme demonstrado em BCB (2021a), no Banco Central (BCB), as atividades de supervisão são desenvolvidas pela Diretoria de Fiscalização, responsável pela supervisão prudencial, pela Diretoria de Relacionamento, Cidadania e Supervisão de Conduta, responsável pela supervisão de conduta, e pela Diretoria de Regulação, responsável pela supervisão do crédito rural. Observa-se, assim, o esforço da principal entidade supervisora pela adoção do modelo *twin peaks*, uma vez, que na sua estrutura, há a separação entre a “Supervisão Prudencial” e de “Supervisão de Conduta” (BCB, 2019). Segundo Garicano e Lastra (2010), esse modelo também prevalece na Holanda, que possui diferentes instituições para supervisão sistêmica e supervisão dos negócios, e no Reino Unido, desde a sua reforma bancária em 2012.

No que se refere às relações que ocorrem no mercado de capitais, Yazbek (2008) argumenta que o papel de supervisor prudencial e o de supervisor de conduta são realizados pelo BCB e pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM), respectivamente. Nesse caso, o modelo *twin peaks* fica ainda mais evidente, cabendo ao BCB lidar com as externalidades, objeto da regulação sistêmica, e à CVM proteger os investidores. Vale ressaltar que essa divisão de responsabilidades entre o BCB e a CVM ocorre exclusivamente quando o objeto da supervisão são títulos e valores mobiliários, de modo que as demais operações seguem sendo supervisionadas, em termos prudenciais e de conduta, pelo BCB.

Em relação aos demais modelos, o *twin peaks* permite a mitigação dos conflitos de interesse por meio do incentivo à solvência das instituições financeiras ao mesmo tempo que garante proteção aos clientes e aos investidores. Outra vantagem desse modelo é a exploração da sinergia que surge entre a supervisão prudencial e de conduta aplicada a diferentes tipos de instituições financeiras (CALVO et al., 2018). Tendo em vista os seus benefícios, o Fundo Monetário Internacional (FMI) considerou que a adoção desse modelo no Brasil foi um importante passo para a mitigação do risco sistêmico no país (FMI, 2018).

2.2.1.1 Supervisão no sistema financeiro brasileiro

No caso brasileiro, o modelo *twin peaks* reparte a supervisão financeira do país em dois objetivos principais: um relacionado à manutenção da estabilidade das instituições que fazem parte do SFN e outro voltado para a proteção de seus clientes. Embora conhecer essa estrutura seja importante para compreender o sistema financeiro brasileiro, também é preciso entender a orientação sob a qual a supervisão financeira do país está baseada. A meta é extrair uma leitura que engloba as principais características do sistema que está sendo explorado nesta dissertação.

Yazbek (2008) divide a evolução da supervisão financeira no Brasil em diferentes momentos. Segundo o autor, a partir da reforma bancária de 1964, a supervisão tinha como objetivo a formação de um novo mercado no país e, conseqüentemente, o estabelecimento das estruturas que dele fariam parte. Em um segundo momento, após as primeiras crises no mercado de valores mobiliários em 1970 e as crises do petróleo de 1974 e 1979, foram editados diferentes documentos normativos que estabeleciam regras e proibições para as instituições financeiras e cuja fiscalização era concentrada na verificação do cumprimento dessas normas. Já após o Plano Real,

em 1994, foram realizadas reformas nas práticas e nas estruturas supervisorias, mas mantendo-se um modelo prescritivo, inclusive com a criação de medidas de saneamento especiais.

Em 1997, a publicação dos Princípios para uma Supervisão Bancária Efetiva pelo Comitê de Basileia reforçou a importância da adoção de um modelo prudencial por parte do órgão supervisor do sistema financeiro. Segundo esse documento, a supervisão deve estabelecer requerimentos que reflitam os riscos individuais assumidos por cada instituição, consolidando o entendimento de que a supervisão deve assumir um caráter preventivo e centrado no risco (BCBS, 1997; YAZBEK, 2008). A versão atualizada dos Princípios, publicada em 2012, reforça o caráter prudencial da supervisão financeira (BCBS, 2012).

O modelo prudencial difere do modelo prescritivo baseado em regras e proibições ao estabelecer que a supervisão deve ser mais abrangente e voltada para a prevenção de crises. Assim, conforme mencionado por Dordevic et al. (2021), é enfatizado o uso de testes de estresse e ferramentas de análise de cenários. Nesse modelo, ganham destaque os relatórios de risco emitidos por cada instituição financeira (autorregulação) e a transparência quanto a sua aceitação de riscos. Além disso, o foco é na supervisão contínua, nas instituições sistematicamente importantes e nos acordos de cooperação entre os supervisores e seus pares estrangeiros e nacionais.

2.2.2 Princípios Básicos para uma Supervisão Efetiva

A adoção do modelo prudencial no Brasil é fundamentada por meio dos “Princípios para uma Supervisão Bancária Efetiva”, documento publicado pelo Comitê de Basileia em 1997 e revisado em 2006 e em 2012. O Comitê não determina qual modelo de supervisão os países devem adotar e reforça que os princípios devem ser adaptados de acordo com as circunstâncias inerentes a cada país. Assim, esses padrões devem ser utilizados como guias em direção ao estabelecimento de um sistema de supervisão financeira que estimule a adoção de práticas para a manutenção da estabilidade sistêmica (BCBS, 2012).

Conforme explicitado em BCBS (2012), embora os princípios tenham sido originalmente desenhados para o setor bancário, é possível adaptá-los para os setores de títulos e de seguros, assim como para fundamentar práticas de proteção contra a lavagem de dinheiro e de promoção à transparência em outros setores. Sendo de adoção voluntária, os princípios são categorizados em dois grupos: (1) princípios de 1 a 13, que destacam os poderes, as responsabilidades e as funções dos supervisores; (2) princípios de 14 a 29, que enfatizam a regulação prudencial e

os requerimentos destinados às instituições bancárias. Devido a sua relevância no contexto internacional da supervisão financeira, os 29 princípios são elencados a seguir.

- Princípio 1 - Responsabilidades, objetivos e poderes: um sistema de supervisão bancária efetivo deve evidenciar as responsabilidades e os objetivos de cada autoridade envolvida na supervisão dos bancos e dos conglomerados financeiros;
- Princípio 2 - Independência, prestação de contas, recursos e proteção legal aos supervisores: a legislação deve proteger o supervisor, garantindo independência operacional, processos transparentes, governança sólida e recursos adequados para o exercício das suas atribuições;
- Princípio 3 - Cooperação e colaboração: a estrutura regulatória deve estimular um ambiente de cooperação e colaboração entre as autoridades bancárias internas e os supervisores estrangeiros, garantindo, inclusive, a proteção à informação confidencial;
- Princípio 4 - Atividades permitidas: as atividades autorizadas às instituições bancárias devem ser bem definidas e o uso da palavra “banco” no nome dessas instituições deve ser controlado pelo supervisor;
- Princípio 5 - Critérios para autorização: a autoridade que concede autorização para o funcionamento dos bancos deve ser dotada de poderes para definir critérios e rejeitar solicitações de instituições que não os atendam. O processo de autorização deve considerar, no mínimo, a estrutura proprietária da instituição e a sua governança corporativa;
- Princípio 6 - Transferência de controle: o supervisor deve ter poder para revisar, rejeitar e impor condições prudenciais para qualquer proposta de transferência de propriedade ou de controle em bancos;
- Princípio 7 - Aquisições majoritárias: o supervisor deve possuir o poder de aprovar, rejeitar ou impor condições prudenciais em relação a aquisições majoritárias que não atendam a determinados critérios, incluindo operações transfronteiriças;
- Princípio 8 - Abordagem da supervisão: cabe ao supervisor desenvolver e manter uma metodologia para identificar o perfil de risco dos bancos individuais e dos seus conglomerados, identificando e avaliando os riscos que são originados em suas operações e que podem atingir o sistema como um todo;
- Princípio 9 - Técnicas e ferramentas de supervisão: as técnicas e as ferramentas utilizadas pelo supervisor devem ser apropriadas ao perfil de risco e à importância sistêmica de cada instituição;

- Princípio 10 - Relatórios de supervisão: o supervisor deve coletar, revisar e analisar os relatórios prudenciais e as estatísticas de cada banco, tanto em bases individuais quanto consolidadas, e conferi-los por meio da sua equipe própria ou com o auxílio de profissionais externos;
- Princípio 11 - Poderes corretivos e sancionadores: os supervisores devem dispor de instrumentos para prevenir e avaliar práticas inseguras ou atividades que possam colocar em risco os bancos e o sistema bancário;
- Princípio 12 - Supervisão consolidada: no caso de conglomerados bancários, a base consolidada deve ser preferencialmente analisada em relação aos padrões prudenciais para a condução do negócio;
- Princípio 13 - Relação entre supervisor interno e estrangeiro: os supervisores locais e transfronteiriços devem compartilhar informações e cooperar para a vigilância dos conglomerados bancários. As operações de bancos estrangeiros localizados no país devem ser conduzidas conforme os mesmos padrões adotados pelos bancos locais;
- Princípio 14 - Governança corporativa: os bancos devem possuir políticas e processos de governança corporativa robustos e adequados ao seu perfil de risco e importância sistêmica;
- Princípio 15 - Processo de gerenciamento de riscos: os bancos devem possuir um processo de gerenciamento de riscos capaz de identificar, mensurar, avaliar, monitorar, reportar e controlar ou mitigar todos os riscos materiais de forma tempestiva e adequada ao seu perfil de risco e às condições macroeconômicas;
- Princípio 16 - Adequação de capital: os requerimentos de adequação de capital definidos pelos supervisores devem ser atendidos pelos bancos de acordo com os riscos assumidos em suas operações e com as condições do mercado em que ele opera;
- Princípio 17 - Risco de crédito: o processo de gerenciamento do risco de crédito dos bancos deve considerar o seu apetite ao risco, o seu perfil de risco e as condições de mercado e macroeconômicas existentes;
- Princípio 18 - Ativos problemáticos, provisões e reservas: os bancos devem possuir políticas e processos adequados à identificação tempestiva de ativos problemáticos e à manutenção de provisões e reservas adequadas;
- Princípio 19 - Concentração de riscos e limites para grandes exposições: os bancos devem possuir políticas e processos adequados para identificar, mensurar, avaliar, monitorar, reportar e controlar ou mitigar a concentração de riscos em suas operações;

- Princípio 20 - Transações com partes relacionadas: as transações com partes relacionadas devem ser monitoradas de modo a controlar ou mitigar os seus riscos;
- Princípio 21 - Risco-país e transferência de riscos: os bancos devem possuir políticas e processo adequados para identificar, mensurar, avaliar, monitorar, reportar e controlar ou mitigar o risco país e a transferência de riscos em suas operações internacionais;
- Princípio 22 - Risco de mercado: o processo de gerenciamento do risco de mercado dos bancos deve considerar o seu apetite ao risco, o seu perfil de risco e as condições de mercado e macroeconômicas existentes;
- Princípio 23 - Risco da taxa de juros na carteira bancária (*banking book*): o processo de gerenciamento dos riscos de taxas de juros nas carteiras bancárias deve considerar o apetite ao risco e o perfil de risco das instituições bancárias, além das condições de mercado e macroeconômicas existentes;
- Princípio 24 - Risco de liquidez: os bancos devem atender aos requerimentos de liquidez definidos pelos supervisores e manter uma estratégia que permita o gerenciamento do risco de liquidez e que considere o seu apetite ao risco;
- Princípio 25 - Risco operacional: o processo de gerenciamento do risco operacional dos bancos deve considerar o seu apetite ao risco, o seu perfil de risco e as condições de mercado e macroeconômicas existentes;
- Princípio 26 - Controles internos e auditoria: os controles internos dos bancos devem refletir em um ambiente operacional adequado ao seu perfil de riscos;
- Princípio 27 - Relatórios financeiros e auditoria externa: os bancos devem manter registros confiáveis e adequados das suas operações, os quais devem ser divulgados anualmente de acordo com as políticas contábeis e as práticas aceitas internacionalmente;
- Princípio 28 - Divulgação e transparência: os bancos devem publicar regularmente informações em bases consolidadas ou, quando for o caso, em bases individuais. Essas informações devem ser acessíveis e refletir sua condição financeira, performance, exposição aos riscos, estratégias de gerenciamento de riscos e políticas de governança corporativa;
- Princípio 29 - Abuso de serviços financeiros: as políticas e processos dos bancos devem promover adequados padrões éticos e profissionais para o setor financeiro e prevenir que a sua estrutura seja utilizada para atividades criminosas.

Além de sugeridos pelo Comitê, os princípios são analisados pelo FMI e pelo Banco Mundial no contexto do Programa de Avaliação do Setor Financeiro, que tem como objetivo

avaliar a eficácia dos sistemas e práticas de supervisão de diferentes países. Nesse sentido, em 2018, o Relatório do FMI endereçado ao Brasil indicou que o BCB tem demonstrado comprometimento para aprimorar os seus padrões e as suas práticas de supervisão bancária (FMI, 2018).

Uma das características que chama atenção nos princípios para uma supervisão bancária efetiva é o destaque dado à necessidade de adequação das políticas e dos processos ao perfil de risco de cada instituição financeira. Conforme pode ser observado especialmente nos princípios 8, 9, 14 a 17 e 22 a 26, é constantemente mencionado que a estrutura de gerenciamento de riscos deve levar em consideração a natureza e os riscos das operações que são realizadas internamente nas instituições. Nesse sentido, reforça-se a necessidade de que o supervisor se dedique a compreender o perfil dos seus supervisionados a fim de legislar de acordo com as boas práticas internacionais.

2.3 *Regulação bancária*

Enquanto a supervisão financeira se refere ao ambiente no qual o regulador desempenha as suas atividades, a regulação se relaciona à edição de normativos com a intenção de manter a estabilidade do sistema financeiro (GARICANO; LASTRA, 2010). Cabe destacar que, apesar de o sistema financeiro envolver uma série de diferentes instituições e atividades, nesta seção, o termo “regulação” será utilizado como sinônimo de “regulação bancária”, a fim de limitar a discussão ao problema de pesquisa proposto.

Ainda que os princípios internacionais de Basileia sobre supervisão bancária possam subsidiar as escolhas do órgão regulador, é incorreto afirmar que um único conjunto de normas pode garantir a estabilidade financeira universal. Como a estrutura financeira de cada país possui particularidades, não existe um consenso sobre quais devem ser os limites impostos pelo regulador às atividades bancárias, ou mesmo se estes deveriam existir (BARTH; JR.; LEVINE, 2004). Essa discussão, que emerge da literatura econômica sobre o papel do Estado na regulação da atividade econômica, é essencial para compreender como o contexto no qual as instituições financeiras estão inseridas afeta o seu gerenciamento de riscos.

2.3.1 Acordos de Basileia

O Comitê de Basileia é um fórum internacional permanente de cooperação sobre assuntos relacionados à supervisão bancária. Foi inicialmente estabelecido em 1974 pelos presidentes dos bancos centrais dos países pertencentes ao grupo das 10 maiores economias mundiais (G-10). Atualmente, os seus membros² se reúnem no Banco de Compensações Internacionais (BIS, da sigla em inglês para *Bank for International Settlements*), localizado na cidade de Basileia (Suíça). Apesar de não deterem força normativa, os documentos emitidos pelo Comitê possuem grande influência técnica sob a regulação bancária de seus membros.

O primeiro relatório do Comitê, publicado em 1975, destacava a importância da liquidez, da solvência e da adequação das operações cambiais dos bancos para a manutenção de um sistema bancário sólido. A partir desses três aspectos, reforçava-se a importância da cooperação internacional para garantir que instituições com subsidiárias em diferentes países fossem corretamente supervisionadas. Em relação aos próximos passos, o documento mencionava a urgência em estabelecer um canal de troca de informações entre as autoridades supervisoras, fiscalizações diretas das entidades supervisoras nas subsidiárias de seus bancos localizadas em outros países e fiscalizações indiretas das autoridades locais nas subsidiárias de bancos estrangeiros (BCBS, 1975).

Na década de 1980, com a instabilidade originada pela crise da dívida na América Latina, os Estados-membros do Comitê de Basileia passaram a buscar uma maior convergência sobre as medidas para adequação do capital das instituições bancárias em atividade em seus territórios. Assim, em julho de 1988, foi aprovado o primeiro acordo do Comitê intitulado “International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards”. Este documento, doravante denominado “Basileia I”, definiu os detalhes da estrutura acordada para mensurar a adequação de capital e os padrões mínimos a serem atingidos pelas entidades supervisoras de cada país (BCBS, 1988).

Conforme sugerido em BCBS (1988), uma convergência regulatória internacional tem como objetivo fortalecer a solidez e a estabilidade do sistema bancário mundial. Ao mesmo tempo, pretende eliminar as diferenças nos requisitos mínimos de capital estabelecidas por cada país, o

² Até o ano de 2021, os membros do Comitê de Basileia sobre Supervisão Bancária eram: África do Sul, Alemanha, Arábia Saudita, Argentina, Austrália, Bélgica, Brasil, Canadá, Cingapura, Coreia do Sul, China, Espanha, Estados Unidos da América, França, Hong Kong, Índia, Indonésia, Itália, Japão, Luxemburgo, México, Países Baixos, Reino Unido, Rússia, Suécia, Suíça, Turquia e União Europeia. O Brasil se tornou membro em 2009.

que pode reduzir a desigualdade na competição entre bancos que atuam de forma transfronteiriça. Para isso, foram estabelecidos três aspectos sobre os quais as regulações bancárias dos seus membros deveriam se fundamentar: capital regulatório, ponderação dos ativos pelo risco e índice mínimo de capital para cobertura do risco.

Em relação ao capital regulatório, foi proposto que o capital dos bancos destinado à cobertura do risco de crédito deveria ser composto pelo capital próprio mais reservas de lucros acumuladas (*tier 1*) e pelos demais elementos do capital que atendessem aos parâmetros definidos pelo supervisor (*tier 2*). Já a ponderação dos ativos pelo risco seria calculada pela multiplicação entre os ativos do banco expostos ao risco de crédito e um fator de ponderação que poderia variar entre 0% e 100%. Por fim, o índice mínimo de capital para cobertura do risco seria a razão entre o capital regulatório e os ativos ponderados pelo risco, o qual deveria assumir, até o final de 1992, o valor mínimo de 8%. Essa razão ficou posteriormente conhecida como índice de Basileia.

Por considerar apenas o risco de crédito, Basileia I recebeu uma emenda em 1996 que teve como meta orientar os supervisores a levar em conta o risco de mercado no cálculo dos ativos ponderados pelo risco (APRs). De acordo com BCBS (1996), tendo em vista as suas particularidades, os supervisores poderiam incluir uma terceira camada (*tier 3*) no capital regulatório dos bancos para suportar o risco de mercado. Nessa camada estariam incluídas as “dívidas subordinadas” de curto prazo desde que apresentassem potencial para se tornar parte do capital permanente do banco e que pudessem absorver perdas no caso de insolvência. Vale destacar que, posteriormente, as “dívidas subordinadas” receberam o nome de “instrumentos de dívida elegíveis a capital” (ZANON; DANTAS, 2020).

Com o aumento da quantidade de operações bancárias e da complexidade dos produtos financeiros, o primeiro acordo de Basileia foi revisado em 2004. O novo documento, intitulado “International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: A Revised Framework”, doravante denominado “Basileia II”, objetivava desenvolver uma estrutura capaz de fortalecer a solidez e a estabilidade do sistema bancário internacional. Somado a isso, Basileia II buscava impedir que a diferença entre a regulação sobre adequação de capital de diferentes países se tornasse uma fonte de desigualdade de competição entre bancos internacionalmente ativos (BCBS, 2004).

Conforme descrito em BCBS (2004), uma das principais novidades de Basileia II foi a concordância em utilizar avaliações internas de risco como dados de entrada para o cálculo dos requerimentos mínimos de capital. Para isso, foram sugeridos procedimentos para assegurar que os sistemas e os controles das instituições bancárias estivessem adequados para auxiliar os

supervisores no processo de regulação. Além disso, a segunda revisão incluiu o risco operacional no cálculo dos ativos ponderados pelo risco. Em termos de sua estrutura, Basileia II foi dividida em três pilares: requerimentos mínimos de capital, revisão dos processos pelo supervisor e disciplina de mercado.

O primeiro pilar, requerimentos mínimos de capital, reforçou a metodologia sugerida por Basileia I para o cálculo do índice mínimo para cobertura de riscos e manteve como objetivo mantê-lo acima de 8% nas instituições bancárias que faziam parte do escopo do Comitê. Entretanto, os APRs passaram a abranger o risco operacional, além do risco de crédito e de mercado. Ademais, passou-se a permitir mais de uma abordagem para o cálculo de cada uma das parcelas do risco. Segundo o documento, os bancos e supervisores deveriam escolher as metodologias que melhor se aplicassem as suas operações e à estrutura de mercado na qual estão inseridos.

O segundo pilar, revisão dos processos pelo supervisor, teria como alvo estimular os bancos a desenvolverem e a utilizarem melhores técnicas de administração de riscos. Para isso, os supervisores deveriam manter uma estrutura que permitiria às instituições sob sua responsabilidade adotar limites para as operações incompatíveis com o seu perfil, reforçar os níveis de provisões e de reservas e melhorar os seus controles internos. Este pilar, de acordo com BCBS (2010a), envolvia os eventos e os fatores de risco que não eram totalmente capturados pelo pilar 1, inclusive aqueles externos aos bancos.

Este pilar se fundamentava em quatro princípios, quais sejam: (i) os bancos deveriam possuir um processo para avaliar o seu capital em relação aos riscos assumidos e manter uma estratégia para conservá-lo em níveis adequados; (ii) os supervisores deveriam revisar e avaliar a adequação de capital, as estratégias e a habilidade para assegurar a conformidade com os índices exigidos dos bancos, podendo aplicar sanções em caso de desacordo; (iii) os supervisores deveriam esperar que os bancos operassem acima do mínimo exigido e poderiam demandar a manutenção do capital regulatório acima do mínimo; e (iv) os supervisores deveriam intervir e adotar medidas preventivas para que o capital não permanecesse abaixo do requerimento mínimo.

A disciplina de mercado, terceiro pilar de Basileia II, estava relacionada à divulgação de informações com transparência e tempestividade. Este pilar era caracterizado como complementar aos demais e teria como objetivo desenvolver um conjunto de requerimentos para a comunicação dos bancos com o mercado e que permitisse o acesso às principais informações sobre as aplicações, o capital, a exposição ao risco, os processos de administração do risco e a adequação de capital das instituições bancárias. Isso significa que, além do órgão supervisor, os

próprios participantes do mercado possuiriam ferramentas para acompanhar as operações das instituições bancárias.

Durante a crise financeira de 2008, o Comitê de Basileia expediu uma série de documentos a fim de melhorar os processos para o gerenciamento dos novos riscos que eram observados no cenário internacional. Assim, em setembro de 2008, foi publicado o documento *Principles for Sound Liquidity Risk Management and Supervision*, que reconhecia a vulnerabilidade dos bancos ao risco de liquidez ao conceder empréstimos de longo prazo a partir de depósitos de curto prazo. Com o propósito de mitigá-lo, foram estabelecidos sete princípios relacionados às responsabilidades pelo risco de liquidez, ao papel da governança no seu manejo, às metodologias de mensuração e divulgação de informações e ao papel do supervisor nesse contexto (BCBS, 2008).

Após a crise, a gestão do risco de liquidez continuou relevante para a promoção de um sistema sólido. Assim, em 2010, foi publicado o *International framework for liquidity risk measurement, standards and monitoring*. De acordo com este documento, muitos bancos apresentaram dificuldades na crise de 2007–2009 porque, embora respeitassem os requerimentos mínimos de capital, não eram capazes de administrar prudentemente a sua liquidez. Por conseguinte, conforme descrito em BCBS (2010b), foi proposto que, em conjunto com os princípios de 2008, os supervisores deveriam medir a qualidade dos ativos de curto prazo das instituições bancárias por meio do *Liquidity Coverage Ratio* (LCR) e dos ativos de longo prazo por meio do *Net Stable Funding Ratio* (NSFR).

Também no ano de 2010 foi publicado o documento *A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems*, o qual, em conjunto com o *International framework for liquidity measurement*, passou a ser denominado Basileia III. Este novo acordo objetivou melhorar a capacidade de o setor bancário absorver os impactos decorrentes de choques financeiros. Isso porque a crise financeira de 2008 havia demonstrado que a perda da confiança no sistema bancário prejudicou não apenas o setor financeiro, mas também toda a economia devido à contração da disponibilidade de crédito e de liquidez. Além disso, as reformas pretendiam reduzir a disseminação transfronteiriça das crises financeiras por meio do aumento da resiliência das instituições bancárias individuais.

Basileia III promoveu diversas reformas no capital regulatório para aumentar tanto a sua quantidade quanto a sua qualidade. Para aumentar a qualidade do capital regulatório, o novo acordo sugeria que o capital principal deveria passar a ser composto pelo capital principal, lucros retidos e instrumentos subordinados sem data de vencimento ou incentivos para serem

resgatados e com dividendos discricionários e não cumulativos. Por sua vez, o capital suplementar também foi reformulado para considerar o novo contexto, e o capital de nível 3, criado para cobrir o risco de mercado, foi eliminado. Além disso, foram recomendados novos requerimentos para a divulgação de informações por meio dos relatórios bancários destinados à promoção da transparência (BCBS, 2010a).

As reformas também sugerem o aumento da cobertura dos riscos das instituições bancárias, uma vez que a crise financeira de 2008 demonstrou que os acordos anteriores não eram capazes de identificar os riscos fora do balanço nem posições arrojadas em derivativos. Nesse sentido, foi introduzido o conceito de *Value-at-Risk* (*VaR*) como uma medida de exposição ao risco em momentos de estresse. Ademais, os requerimentos de capital para operações de ressecuritização foram ampliados tanto na carteira de ativos para negociação (*trading book*) quanto na de ativos mantidos pelo banco (*banking book*) e, foram introduzidas metodologias para mensuração da exposição a derivativos, a operações compromissadas e a atividades de securitização.

A terceira medida adotada para melhorar a qualidade do capital regulatório foi a introdução da razão de alavancagem (RA). O objetivo foi impedir o excesso de alavancagem no sistema e promover uma camada extra de proteção contra erros na administração dos riscos das instituições. Essa providência foi vista como essencial para a manutenção de um ambiente financeiro sólido porque, durante a crise, o mercado forçou as instituições a reduzirem a sua alavancagem. Por esse motivo, houve pressão negativa no preço dos ativos e alargamento do efeito *feedback* entre perdas financeiras nos bancos e contração da disponibilidade de crédito. O resultado disso foi o forte impacto da crise financeira na economia real, o que se pretendia evitar com o novo acordo de Basileia.

Uma preocupação adicional após a crise de 2007–2009 foi o perfil pró-cíclico dos choques financeiros, os quais poderiam se espalhar facilmente por meio do sistema bancário e do mercado financeiro. Nesse sentido, o Comitê sugeriu uma série de medidas para garantir que este setor fosse capaz de absorver os choques, ao invés de transmiti-los ao restante da economia. Entre essas medidas, relacionadas à melhoria da qualidade do capital regulatório, estão a promoção de práticas mais rígidas de provisionamento, a formação de requerimentos de capital acima do mínimo em momentos de estresse ou quando demandado pelo supervisor e o controle do excesso de crédito.

Por fim, as reformas de Basileia deram especial atenção às instituições globais sistematicamente importantes (G-SIBs, sigla do termo inglês *Global Systemically Important Banks*).

Devido a seu tamanho, complexidade e interconectividade com outras instituições, espera-se que as externalidades negativas associadas às operações desses bancos sejam coibidas. Caso contrário, podem gerar efeitos intensos em todo o sistema financeiro, inclusive em nível global. Atendendo à particularidade dessas instituições, três anos após as reformas de 2010, o Comitê de Basileia propôs um capital adicional para absorção de perdas para essas instituições, o qual varia entre 1% e 3% do seu ativo ponderado pelo risco (BCBS, 2013).

No ano de 2017, ocorreu a última publicação no contexto de Basileia III. Intitulado *Finalising post-crisis reforms*³, este documento teve como propósito reduzir a variabilidade dos APRs reportados pelas instituições bancárias. A justificativa para isso está no fato de que a variação nos números apresentados em diferentes bancos criou um ambiente de desconfiança em relação à metodologia até então utilizada. Para corrigir esse vício, foram propostas ferramentas visando aumentar a robustez e a sensibilidade das abordagens padronizadas para o cálculo dos riscos de crédito e operacional, e o cálculo dos APRs foi complementado com o índice de alavancagem, de modo que as G-SIBs receberam exigências adicionais para cobertura de riscos relevantes.

Como pode ser observado pela evolução história dos acordos de Basileia, os riscos assumidos no contexto das instituições individuais recebem cada vez mais interesse por parte da comunidade internacional. Conforme novos desafios afligiam o sistema financeiro internacional, tornava-se cada vez mais claro que uma regulação eficiente deveria atender às particularidades de cada banco. Por sua vez, essas particularidades se mostravam mais intensas à medida que novos, e mais complexos, produtos financeiros eram ofertados ao mercado. Além disso, o surgimento de instituições e conglomerados mais robustos demandava medidas regulatórias capazes de atender as suas especificidades.

2.3.1.1 Aplicação do Acordo de Basileia no Brasil

Embora o Brasil tenha se tornado membro do Comitê de Basileia apenas em 2009, quinze anos antes, a Resolução n.º 2.099/1994, do Conselho Monetário Nacional (CMN), introduziu as recomendações de Basileia I no SFN. Por meio desta Resolução, o CMN determinou que a observância dos padrões de capital e patrimônio líquido seria “condição indispensável para o funcionamento das instituições financeiras e demais instituições autorizadas a funcionar pelo

³ Literatura recente sugere que este documento teria dado início ao acordo de Basileia IV (KLEIN; NAUDK; WOYAND, 2021).

Banco Central do Brasil” (CMN, 1994, p. 1). O documento também estabeleceu sanções no caso de descumprimento das determinações, o que poderia resultar na liquidação extrajudicial da instituição irregular.

Durante a vigência do primeiro acordo de Basileia, a regulação brasileira foi atualizada em diferentes oportunidades com vistas a adaptar as orientações do Comitê para a realidade do sistema bancário do país. Assim, por meio da Resolução n.º 2.399/1997, o fator aplicável às operações ativas ponderadas pelo risco (índice de Basileia) passou dos 8% definidos inicialmente para 10%. Em seguida, após a Resolução n.º 2.606/1999, o índice adotado no Brasil passou a ser de 11%. Também vale a pena mencionar a Resolução n.º 2.692/2000, a qual inseriu o risco de mercado no cálculo do ativo ponderado pelo risco, conforme havia sido proposto pela Emenda ao Acordo de Basileia de 1996 (CMN, 1997; CMN, 1999; CMN, 2000).

Com o advento de Basileia II, o CMN editou a Resolução n.º 3.444/2007, que, seguindo as diretrizes do primeiro pilar do acordo, definiu a metodologia pela qual o Patrimônio de Referência (PR) das instituições bancárias seria calculado (CMN, 2007a). O PR teria como meta verificar o cumprimento dos limites operacionais conforme definido pelo regulador, sendo composto pelo somatório dos capitais de nível I (patrimônio líquido, resultados credores e depósitos em conta vinculada para suprir deficiências de capital) e de nível II (reservas de reavaliação, reservas para contingência e reservas especiais de lucros).

Ainda buscando compatibilização com o primeiro pilar de Basileia II, o CMN determinou, por meio da Resolução n.º 3.490/2007, que o PR deveria ser compatível com o risco assumido por cada instituição bancária (CMN, 2007b). Nesse sentido, foi introduzido o conceito do Patrimônio de Referência Exigido (PRE). O PRE seria composto pelo somatório de seis parcelas de risco (exposições ponderadas pelo risco, risco de câmbio, risco da taxa de juros, risco de mercadorias, risco de variação no preço das ações e risco operacional) e, somado ao risco da taxa de juros das operações não incluídas na carteira de negociação (*banking book*), deveria ser inferior ao saldo apurado no PR.

A partir da edição dos documentos que deram início ao acordo de Basileia III, em 2013 foram atualizadas as metodologias de cálculo para apuração do PR e dos requerimentos mínimos do PR, por meio das Resoluções CMN n.º 4.192 e 4.193/2013, respectivamente. Após essa atualização, o PR permaneceria como a soma dos capitais de níveis I e II, porém o capital de nível I passaria a corresponder ao somatório do capital principal e do capital complementar (CMN, 2013a). Por sua vez, os APRs passaram a ser compostos pelas parcelas correspondentes

ao risco de crédito, de mercado e operacional calculados mediante a abordagem padronizada e mediante sistemas internos de classificação.

Além disso, a Resolução CMN n.º 4.193/2013 atualizou o índice de Basileia (IB) a ser observado pelas instituições financeiras em operação no Brasil. De acordo com a referida Resolução, o requerimento mínimo passaria dos 11% adotados até então para 8% a ser atingido em janeiro/2019, sofrendo reduções graduais a partir de 2016, conforme será demonstrado na tabela 2. Além disso, foi instituído o Adicional de Capital Principal (ACP), composto por parcelas relacionadas à conservação da estabilidade das instituições financeiras (ACP_{Conservação}), ao enfrentamento de situações de choques (ACP_{Contracíclico}) e ao risco sistêmico (ACP_{Sistêmico}), sendo este direcionado apenas para as instituições enquadradas no Segmento 1 (S1)⁴.

Vale ressaltar, ainda, a publicação da Resolução CMN n.º 3.988/2011, segundo a qual as instituições financeiras obrigadas a calcular o PRE deveriam “implementar estrutura de gerenciamento de capital compatível com a natureza das suas operações, a complexidade dos produtos e serviços oferecidos, e a dimensão de sua exposição a riscos” (CMN, 2011, p. 1). O gerenciamento de capital foi definido como o processo contínuo de monitoramento e controle do capital mantido pela instituição, avaliação da necessidade de capital para fazer face aos riscos a que ela está sujeita e planejamento de metas e necessidades de capital, considerando os seus objetivos estratégicos.

Nesse sentido, o regulador corrobora a ideia de que o montante de capital disponível para absorver perdas (capital regulatório) de cada instituição deve ser proporcional à exposição da sua carteira ao respectivo risco. Isso significa que o perfil de riscos da instituição individual irá determinar a magnitude das exigências impostas pela legislação. Por conseguinte, bancos com gerenciamento de riscos diferentes começam a receber tratamentos diferentes no que diz respeito aos requisitos de adequação de capital.

No ano de 2017, a Resolução CMN n.º 4.557/2017 atualizou os requisitos quanto à estrutura de gerenciamento de riscos e de capital das instituições bancárias. Esta nova resolução manteve o dispositivo segundo o qual as estruturas de gerenciamento de riscos devem ser compatíveis com o modelo de negócios da instituição, a natureza das suas operações e a complexidade dos seus produtos, serviços, atividades e processos. Também devem ser proporcionais à dimensão e à relevância das exposições, segundo critérios definidos pela própria instituição, e adequadas ao seu perfil de riscos e a sua importância sistêmica (CMN, 2017b).

⁴ Mais detalhes podem ser consultados na Tabela 1 Critérios para segmentação das instituições financeiras conforme Resolução CMN n.º 4.553/2017, localizada neste capítulo.

2.3.2 Programas de reestruturação do sistema financeiro brasileiro

Apesar de as influências internacionais consubstanciadas nas diretrizes do Comitê de Basileia serem relevantes para compreender a evolução da regulação do sistema financeiro no Brasil, também é preciso enfatizar os programas de incentivo à reestruturação formulados com o objetivo de enfrentar problemas característicos do contexto latino-americano. Entre esses problemas, o esforço do Estado brasileiro para frear a inflação e as suas consequências para o setor bancário ganham destaque quando o assunto é regulação bancária.

Com o advento do Plano Real, a taxa anual de inflação no Brasil evoluiu de 2.477% em 1993 para 917% em 1994, 22% em 1995, 10% em 1996 e 5% em 1997 (CALOMIRIS; HABER, 2014). Apesar de esse resultado ser positivo para a política monetária, o sistema bancário precisou passar por reformas em termos de gestão financeira e mercadológica a fim de incorporar o novo contexto em suas operações uma vez que a redução da inflação pôs fim às receitas inflacionárias obtidas pelos bancos a partir dos valores nele depositados. Somado a isso, estava a desvalorização dos títulos de países emergentes após a crise mexicana em 1995 e a consequente elevação da taxa de juros e da taxa de inadimplência alinhadas à redução do nível de demanda por crédito (FERNANDES et al., 2008).

No que se refere à redução das receitas inflacionárias, relatório do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em parceria com a Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais (ANDIMA) demonstrou que, no período entre 1990 e 1993, as receitas inflacionárias representavam em média 4% no PIB. Já em 1994, ano do Plano Real, essa relação caiu para 2% e, em 1995, para próximo de zero (IBGE, 1997). Além disso, Rocha (2001) observa que a taxa de juros foi elevada em 20 pontos percentuais em março de 1995, para 65% ao ano, como consequência da crise do México.

Neste contexto, Yoshino (1998) descreve que os créditos em atraso e a relação liquidação x crédito total se agravaram de tal modo que 40 instituições financeiras que atuavam no Brasil entraram em processo de regime de administração especial temporária (RAET), liquidação ou intervenção. De acordo com o autor, entre junho de 1994 e agosto de 1996 foram fechadas 419 instituições entre bancos, cooperativas de crédito, agências bancárias e corretoras e distribuidoras de valores mobiliários, as quais representavam aproximadamente dois terços dos ativos totais do SFN.

Conforme descrito por Rocha (2001), a solução para os desafios que o SFN enfrentou entre 1995-1996 foi encontrada em programas governamentais de estímulo a sua reestruturação, com incentivos à concorrência, à privatização de bancos públicos e à abertura do setor ao capital estrangeiro. Entre esses, Fernandes et al. (2008) mencionam o Programa de Estímulo à Reestruturação e ao Fortalecimento do Sistema Financeiro Nacional (Proer) adotado em 1995, o Programa de Incentivo à Redução do Setor Público Estadual na Atividade Bancária (Proes) adotado em 1996 e o Programa de Fortalecimento das Instituições Financeiras Federais (Proef) adotado em 2001.

O Proer foi o primeiro programa saneador proposto pelo governo federal e criava uma linha especial de crédito para financiar a reestruturação, a reorganização e a modernização das instituições financeiras participantes. Por sua vez, o Proes tinha como propósito prestar socorro aos bancos públicos estaduais, cujos maiores devedores eram os respectivos estados e as suas empresas. O Proef, por fim, buscava o enquadramento das instituições financeiras a novas regras de classificação de risco das operações de crédito por meio do aporte de capital e transferência do risco de crédito.

Especialmente em relação ao Proer, a Resolução CMN n.º 2.208/1995 instituiu que, com o objetivo de assegurar a liquidez e a solvência do SFN, bem como resguardar os interesses de depositantes e investidores, seriam oferecidos incentivos financeiros para gastos com redimensionamento e reorganização dos sistemas operacionais e para perdas decorrentes do processo de reestruturação das instituições financeiras participantes. Além disso, foram liberados recursos do encaixe compulsório sobre recursos à vista para aquisição de títulos de emissão dessas instituições, flexibilização do atendimento aos limites operacionais e diferimento dos gastos de custos, despesas e outros encargos com reestruturação das instituições (BCB, 2013a).

2.3.3 Segmentação e proporcionalidade

Tarullo (2019) descreve que uma das principais conquistas na regulação bancária estadunidense após a crise financeira de 2008 foi o nivelamento da regulação segundo a propensão a riscos dos bancos individuais. Ao estabelecer normas que variam de acordo com o tamanho e a importância sistêmica da instituição, a lei *Dodd-Frank* reconheceu que a magnitude das externalidades negativas associadas a choques ou falências é heterogênea entre os bancos. Esse princípio da proporcionalidade cria segmentações em termos de tamanho e de resiliência financeira para

definir a regulação prudencial no sistema, o que significa que o regulador passa a considerar que o risco enfrentado e criado difere entre as instituições e, conseqüentemente, que uma regulação eficiente e efetiva deve variar de acordo com as suas características.

No Brasil, a Resolução CMN n.º 4.553/2017 estabeleceu critérios para a segmentação das instituições financeiras para fins de aplicação proporcional da regulação prudencial. De acordo com a Resolução, “a aplicação proporcional da regulação prudencial deverá considerar o segmento em que a instituição está enquadrada e o seu perfil de riscos” (CMN, 2017a, p. 1). Nesse sentido, foram estabelecidos cinco segmentos que indicam o nível de riscos e o tipo de operação assumidos pelas instituições financeiras brasileiras, conforme tabela 1.

Tabela 1 – Critérios para a segmentação das instituições financeiras conforme Resolução CMN n.º 4.553/2017

Segmento	Composição
Segmento 1 (S1)	Composto pelos bancos múltiplos, comerciais, de investimento, de câmbio e caixas econômicos com porte igual ou superior a 10% do Produto Interno Bruto (PIB) ou que exerçam atividade internacional relevante.
Segmento 2 (S2)	Composto pelos bancos múltiplos, comerciais, de investimento, de câmbio e caixas econômicas, de porte inferior a 10% e igual ou superior a 1% do PIB e pelas demais instituições de porte igual ou superior a 1% do PIB.
Segmento 3 (S3)	Composto pelas instituições de porte inferior a 1% e igual ou superior a 0,1% do PIB.
Segmento 4 (S4)	Composto pelas instituições de porte inferior a 0,1% do PIB.
Segmento 5 (S5)	Composto pelas instituições de porte inferior a 0,1% do PIB que utilizem metodologia facultativa simplificada para apuração dos requerimentos mínimos de Patrimônio de Referência (PR), de Nível I e de Capital Principal, exceto bancos múltiplos, comerciais, de investimento, de câmbio e caixas econômicas.

Fonte: CMN (2017a)

Foi estabelecido que o porte seria definido a partir da razão entre a exposição total da instituição e o valor do PIB do Brasil. A exposição total é calculada pela soma da aplicação de recursos financeiros em bens e direitos registrados no ativo, dos adiantamentos concedidos não registrados no ativo, do valor ajustado e do ganho potencial futuro nas operações com derivativos, do valor referente ao risco de crédito da contraparte em operações compromissadas e em empréstimos de títulos e valores mobiliários, do limite de crédito, do crédito a liberar e da prestação de aval, fiança, coobrigação ou outras garantias pessoais deduzidas dos adiantamentos recebidos, provisões e rendas a apropriar (BCB, 2015). Já a atividade internacional relevante

se refere aos casos em que o total consolidado de ativos no exterior da instituição seja igual ou superior a US\$ 10.000.000.000,00.

Após a exploração inicial sobre o contexto, a evolução, a supervisão e a regulação das instituições bancárias, objeto que esta dissertação se propôs a analisar, o próximo capítulo será destinado à exposição da dimensão que será trabalhada dentro deste objeto, qual seja: o risco bancário. O enfoque principal será na descrição dos riscos considerados pela regulação brasileira atualmente em vigor (risco de crédito, de mercado, operacional e de liquidez), suas definições, evolução teórica e metodologias de cálculo.

3 Risco bancário

O risco em instituições bancárias é particularmente relevante devido a sua importância sistêmica para a manutenção da estabilidade econômica na maior parte dos regimes nacionais atualmente conhecidos. Devido a sua capacidade de intermediar recursos entre poupadores e tomadores, criando moeda escritural e permitindo o acesso ao crédito, os bancos são instituições dotadas de particularidades que fazem com que os riscos por eles assumidos seja um assunto de interesse aos principais agentes econômicos (famílias, empresas e governo).

No caso de um banco, os riscos podem ter origem em diferentes fontes, como o não recebimento de créditos concedidos (risco de crédito), as variações das taxas nas aplicações financeiras (risco de mercado), as falhas internas (risco operacional) ou as dificuldades em concretizar negócios aos preços vigentes (risco de liquidez). Considerando não ser possível eliminar os riscos, uma vez que sem riscos não há retornos, a sua gestão se torna essencial para a sobrevivência das instituições bancárias.

Conforme descrito no capítulo anterior, a regulação brasileira prevê que o cálculo das parcelas que fazem parte do ativo ponderado pelo risco das instituições bancárias será composto pelos riscos de crédito, de mercado e operacional. Soma-se a esses o risco de liquidez, o qual possui previsão normativa especial e que, portanto, deve ser igualmente considerado com o objetivo de compreender a metodologia definida pelo regulador para a definição do capital capaz de amortizar os riscos assumidos na execução das atividades bancárias. Além disso, há previsão expressa na legislação sobre a necessidade do gerenciamento dos riscos assumidos por cada banco. Tendo em vistas essas informações, este capítulo se dedica a conceituar as categorias de risco e explorar os índices utilizados para a mensuração dos riscos assumidos por essas instituições.

3.1 *Classificação de riscos*

As principais categorias de risco são: risco de crédito, risco de mercado, risco operacional e risco de liquidez. O risco de mercado deriva da possibilidade de perdas devido à volatilidade de preços. O risco de crédito tem origem na possibilidade de que a contraparte não seja capaz de honrar com as suas obrigações. O risco operacional se relaciona às possíveis perdas provenientes de processos e sistemas inadequados (JORION, 2009). Por fim, o risco de liquidez está atrelado à

possibilidade de a instituição não ser capaz de honrar suas obrigações ou não conseguir negociar a preço de mercado uma posição (CMN, 2017b). Apesar de geralmente serem apresentadas de forma separada, não é raro que uma única perda tenha origem em diferentes categoria de riscos já que a interação entre as categorias é observada na maior parte das atividades bancárias.

3.1.1 Risco de crédito

O risco de crédito é a perda resultante da possibilidade de que a contraparte não seja capaz de cumprir com as suas obrigações contratuais (JORION, 2009). Segundo a Resolução CMN (2017b), este risco se relaciona ao não cumprimento das obrigações pela contraparte; desvalorização, redução de remunerações e ganhos dos instrumentos financeiros; reestruturação de instrumentos financeiros; ou custos de recuperação à exposições em ativos problemáticos. Por ser um risco diretamente relacionado à principal atividade bancária (intermediação financeira), foi o primeiro a ser mencionado no âmbito do Comitê de Basileia.

Em Basileia I, considerava-se que, embora existissem diferentes categorias de risco sobre as quais a administração deveria se atentar, o risco de crédito se mostrava como o mais significativo. Posteriormente, esse entendimento foi ampliado, e as demais categorias passaram a ser consideradas igualmente relevantes. No entanto, o fato de lidar com este risco ter sido a primeira preocupação do Comitê revela que o seu gerenciamento e controle é um importante passo em direção à solidez do sistema bancário.

Segundo Jorion (2009), os efeitos do risco de crédito são mensurados pelo custo de substituir os fluxos de caixa no caso de inadimplemento de uma das partes. Por sua vez, a regulação brasileira acrescenta ao risco de inadimplemento outros gêneros igualmente entendidos como pertencentes à categoria “risco de crédito”, sejam eles: risco soberano, risco de transferência na conversão cambial, possibilidade de ocorrência de desembolsos para honrar garantias financeiras, perdas associadas ao não cumprimento de obrigações nos termos inicialmente pactuados e risco de concentração a uma mesma contraparte, setor econômico, região geográfica, tipo de mercadoria ou fatores de riscos (CMN, 2017b).

3.1.2 Risco de mercado

A Resolução CMN (2017b) afirma que o risco de mercado exprime a possibilidade de perdas decorrentes da flutuação nos valores de mercado dos instrumentos da instituição. Assim, no contexto de um banco, o que define esse risco é a probabilidade de perdas devido a mudanças nos preços de negociação dos contratos por ele assumidos. Estas mudanças de preços usualmente têm como origem exposições à taxa de juros, ao câmbio, ao preço de mercadorias (*commodities*) e ao preço de ações (JORION, 2009).

De acordo com Jorion (2009), no caso da taxa de juros, o impacto se dá por meio da flutuações no nível e na volatilidade das curvas no mercado de títulos. Já o risco cambial se refere às flutuações das taxas de câmbio, o que inclui a própria volatilidade das moedas, a correlação entre moedas de diferentes países e a desvalorização cambial. Conforme destacado pelo autor, o risco cambial costuma se relacionar ao risco da taxa de juros porque depreciações cambiais podem resultar em uma correlação positiva entre o mercado monetário e o mercado de títulos. Nesse sentido, é importante que essas interações sejam levadas em consideração quando os diferentes cenários de estresse forem testados.

O risco do preço das ações emerge dos possíveis movimentos no preço das ações negociadas no mercado de capitais, podendo ser decomposto em dois elementos: um sistêmico que afeta todas as ações negociadas e o outro associado exclusivamente a determinada ação. Enquanto isso, o risco do preço das mercadorias relaciona-se aos movimentos no preço dos contratos de *commodities*, os quais incluem os produtos agrícolas, metais e energia, e derivativos. Vale salientar que esse tipo de mercado também está exposto aos riscos de entrega e de liquidez (JORION, 2009).

Uma vez que existem diversas possibilidades de origem para o risco de mercado, pode ser complexo modelar cada fator de risco individualmente. Nesse sentido, podem ser exigidas simplificações para a sua mensuração (JORION, 2009). No caso da regulação brasileira, o risco de mercado engloba o risco da variação das taxas de juros e dos preços das ações para os instrumentos classificados na carteira de negociação (*trading book*) e o risco da variação cambial e dos preços das mercadorias para os instrumentos classificados na carteira de negociação ou na carteira bancária (*banking book*). A carteira de negociação engloba os ativos destinados à revenda, obtenção de benefícios decorrentes dos movimentos de preços ou realização de arbitragem, enquanto a carteira bancária é constituída pelos demais instrumentos (CMN, 2017b).

3.1.3 Risco operacional

A Resolução CMN (2017b) define o risco operacional como a probabilidade de perdas resultantes de eventos externos ou de falhas, deficiências ou inadequações de ações humanas, de sistemas ou de processos. A atuação humana representa uma variável relevante de risco, especialmente em um ambiente em que as decisões são influenciadas por pressões administrativas, fixação de metas ousadas ou manuseio de grandes somas de dinheiro. Já no caso dos sistemas, pode haver falhas de transmissões e registros, enquanto os processos podem estar desatualizados em relação à regulação local e às melhores práticas definidas pelo supervisor.

No caso da regulação brasileira, o órgão supervisor inclui, entre os eventos de risco operacional as fraudes internas e externas, as demandas trabalhistas e segurança deficiente do local de trabalho, as práticas inadequadas relativas a clientes, produtos e serviços, os danos a ativos físicos, as situações que acarretem a interrupção das atividades da instituição, as falhas em sistemas, nos processos ou na infraestrutura de tecnologia da informação e as falhas na execução do cumprimento de prazos ou no gerenciamento das atividades da instituição. Além disso, o risco legal associado à inadequação nos contratos firmados pela instituição também faz parte da gestão dessa categoria de risco (CMN, 2017b).

Barakat e Hussainey (2013) argumentam que, diferentemente dos riscos de mercado e de crédito, o risco operacional representa uma parcela do risco total livre do efeito contágio, de modo que o seu reporte descreve informações relacionadas unicamente à instituição que o reportou. No entanto, conforme destacado por Assaf (2011), é plenamente possível que um episódio de perda esteja associado ao risco operacional de ausência de controles internos conjugado com o risco de mercado de oscilações desfavoráveis nos preços de negociação, como foi o caso da quebra do Banco Barings, em 1995.

3.1.4 Risco de liquidez

Aplicado ao contexto bancário, o termo liquidez se refere à capacidade de o banco possuir ativos em quantidade suficiente para satisfazer as obrigações outrora assumidas sem que, para isso, precise incorrer em perdas não previstas. O fato de que transformar depósitos de curto prazo em empréstimos de longo prazo é uma das principais atribuições das instituições bancárias faz com que o risco de liquidez esteja presente em suas operações diárias (BCBS, 2008).

Conforme destacado pelo Comitê de Basileia, a crise financeira de 2008 foi essencial para ilustrar o quanto a liquidez é relevante em cenários de estresse. Nessas situações, os bancos precisam de recursos para dar continuidade a suas operações. Porém, em situações como a da crise, as fontes de liquidez podem desaparecer ao mesmo tempo que cada vez mais recursos são necessários para cobrir as atividades essenciais para a sobrevivência das instituições financeiras (BCBS, 2010b).

Além disso, a evolução dos mercados financeiros expandiu a complexidade da gestão do risco de liquidez, o qual é influenciado tanto por eventos externos quanto pelas operações internas de cada instituição (BCBS, 2008). Apesar disso, ao analisar a crise provocada a partir de 2020 pela Covid-19, Li, Strahan e Zhang (2020) argumentam que as medidas adotadas pós-2008 para proteger os bancos do risco de liquidez foram positivas. De acordo com os autores, a disponibilidade de capital observada em 2020 permitiu que os bancos possuíssem recursos suficientes para manter suas operações e, inclusive, conceder empréstimos a empresas pertencentes a outros setores da economia.

Pela regulação brasileira, o risco de liquidez é, seguindo Basileia III, abordado em seção especial na regulação sobre gerenciamento de capital. De acordo com CMN (2017b), as instituições devem prever estratégias que assegurem o controle do risco de liquidez, a manutenção de estoque adequado de ativos líquidos que possam ser prontamente convertidos em caixa em situações de estresse e a manutenção de perfil de captação de recursos adequado ao risco de liquidez de seus ativos.

3.2 *Risco em bancos individuais*

Conforme descrito por Altunbas, Manganelli e Marques-Ibanez (2017), anteriormente à crise financeira de 2008, a regulação prudencial progressivamente abandonou a avaliação de características tradicionalmente consideradas como fontes de risco para bancos (por exemplo, excesso de empréstimos ou financiamentos arrojados) e passou a focar no capital como o principal mitigador contra o excesso de risco assumido por uma instituição. A partir de então, a regulação foi deixada, cada vez mais, a cargo da disciplina de mercado.

Seguindo esse movimento, a literatura sobre gestão de riscos antes da crise costuma apresentar resultados conflitantes sobre o impacto das características das instituições no aumento ou na redução do risco (ALTUNBAS; MANGANELLI; MARQUES-IBANEZ, 2017). Apesar

disso, algumas características são frequentemente exploradas como relevantes para entender o risco assumido por instituições individuais, quais sejam: adequação ao capital regulatório, estrutura dos ativos, compliance com as normas prudenciais vigentes, complexidade das operações e tamanho da instituição.

3.2.1 Atributos de propensão ao risco

3.2.1.1 Adequação ao capital regulatório

Conforme definido por Belém e Gartner (2016), o *buffer* de capital regulatório se refere à diferença entre a reserva de capital mantida pelo banco e o nível de capital regulatório demandada pelo regulador. Usualmente, entende-se que, na ausência de uma ferramenta de administração de riscos própria, as firmas optariam por manter capital como proteção contra iliquidez e aplicações de risco. No caso dos bancos, a gestão deve considerar, ainda, as sanções caso os requerimentos mínimos de capital não sejam respeitados. Assim, a opção dessas instituições costuma ser manter um excesso de capital (*buffer*) acima do requerimento mínimo (PEURA; KEPPPO, 2006).

A literatura não apresenta um consenso sobre o sinal da relação entre o capital mantido pelos bancos e o risco por eles assumido. Por um lado, argumenta-se que uma regulação de capital mais rigorosa reduz a proporção de riscos assumidos pela instituição (FURLONG; KEELEY, 1989). Nessa linha, os resultados obtidos por Shrieves e Dahl (1992), Jacques e Nigro (1997) e Aggarwal e T.Jacques (2001) indicam que os bancos estadunidenses reduziram o risco assumido em seus portfólios em resposta ao aumento do capital regulatório. Jokipii e Milne (2011), por sua vez, demonstram que bancos pouco capitalizados aumentam o seu *buffer* por meio da redução dos riscos quando a regulação determina aumentos no índice de capital.

Por outro lado, Acharya (2009) argumenta que, uma vez que a falência de um banco gera crises sistêmicas, há um incentivo para o compartilhamento de riscos entre as instituições bancárias. Assim, uma regulação de capital que não atua sobre o risco agregado faz com que os bancos escolham manter ativos de risco em seus portfólios, aumentando o risco do sistema. Enquanto isso, Jokipii e Milne (2011) observam que bancos bem capitalizados aumentam os riscos quando o regulador determina aumentos no índice de capital regulatório. O objetivo, nesse caso, é manter o seu capital em determinado nível previamente definido.

3.2.1.2 Estrutura de ativos

Beltrame, Previtali e Sclip (2018) analisam a participação de empréstimos inadimplentes no risco bancário europeu. Segundo os autores, a inadimplência reduz a lucratividade dos bancos, forçando-os a dar baixa em ativos e acumular provisões. Essa situação reduz a flexibilidade do fornecimento de empréstimos e faz emergir a necessidade de *buffers* de capital incrementais para fazer frente aos novos ativos de risco e cobrir as perdas. O teste empírico conduzido pelos autores demonstra haver uma relação positiva entre o risco de uma instituição bancária e os empréstimos inadimplentes devido ao aumento da alavancagem da instituição.

Enquanto Beltrame, Previtali e Sclip (2018) utilizam o percentual de empréstimos inadimplentes para entender a relação entre a qualidade dos ativos e o risco bancário, o estudo comparativo entre bancos islâmicos e tradicionais conduzido por Beck, Demirgüç-Kunt e Merrouche (2013) utiliza, além do percentual de empréstimos inadimplentes, as reservas para perdas e as provisões para perdas com empréstimos. A partir disso, observa-se que os bancos islâmicos dispõem de ativos de maior qualidade, sugerindo que o seu perfil de risco possui uma abordagem mais conservadora do que os não islâmicos. Cabe ressaltar que a amostra de bancos não islâmicos de Beck, Demirgüç-Kunt e Merrouche (2013) foi composta por instituições tradicionais localizadas nos mesmos países em que estariam localizados os bancos islâmicos da amostra.

Abdelsalam et al. (2020), por sua vez, discutem a relação entre os riscos assumidos por um banco e a securitização de ativos. A securitização é um mecanismo para agrupamento de operações de empréstimos similares como um veículo de investimentos negociável no mercado de capitais. De acordo com os autores, os bancos envolvidos nesse tipo de operação possuem maior risco de insolvência e menor estabilidade financeira. A explicação para isso seria a expansão do crédito e, por conseguinte, da acumulação de ativos de risco.

3.2.1.3 Compliance com as normas prudenciais

Conforme destacado na seção que descreveu a evolução do contexto em que as instituições financeiras que atuam no Brasil estão inseridas, a histórica preocupação com a solvência e estabilidade dos bancos levou o país a desenvolver uma ampla estrutura normativa almejando proteger a economia de choques que pudessem ter início no sistema financeiro. Reflexo disso é o fato de a legislação brasileira possuir uma série de regulamentos que buscam assegurar que as

instituições bancárias adiram aos requisitos considerados necessários para manter a sua solidez e solvibilidade.

Entre estes normativos, ganha destaque a Resolução CMN n.º 4.193/2013, que dispõe sobre apuração dos requerimentos mínimos de PR, de capital nível I, de capital principal e de ACP. O requerimento mínimo de PR é definido por meio do IB, o qual consiste na razão entre o PR e os APRs. O Índice de Capital de nível I (IPR1), por sua vez, se traduz no requerimento mínimo para o capital de nível I. Enquanto isso, o requerimento mínimo de capital principal é mensurado por meio do Índice de Capital Principal. Por fim, o ACP é composto por três parcelas, quais sejam: (i) ACP - conservação; (ii) ACP - contracíclico; e (iii) ACP - sistêmico. A seção 2.3.1.1 Aplicação do Acordo de Basileia no Brasil descreve a composição destas variáveis.

Em relação aos valores estabelecidos pelo órgão regulador (BCB), vale ressaltar que, ao longo do tempo, os percentuais mínimos fixados para o IB, para o IPR1, para o Índice de Capital Principal e para as parcelas do Adicional de Capital Principal foram alterados a fim de se adequarem às mudanças no contexto do SFN, cada vez mais robusto. A tabela 2 descreve a evolução dos requerimentos mínimos estabelecidos pela Resolução CMN n.º 4.193/2013.

Tabela 2 – Percentual de requerimentos mínimos de patrimônio de referência (PR), capital nível I e capital principal, parcela do adicional de capital principal conservação e percentuais máximos das parcelas do adicional de capital contracíclico e sistêmico

Fatores	2013 ^a	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PR	11	11	11	9,875	9,25	8,625	8	8
Capital Nível I	5,5	5,5	6	6	6	6	6	6
Capital Principal	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
ACP _{Conservação}	0	0	0	0,625	1,25	1,875	2,5	2,5
ACP _{Contracíclico} ^b	0	0	0	0,625	1,25	1,875	2,5	2,5
ACP _{Sistêmico} ^c	0	0	0	0	0,5	1	2	2

^aCom vigência a partir de 1º de outubro de 2013.

^bDurante todo o período, o Comitê de Estabilidade Financeira (Comef), do BCB, manteve o valor da parcela inalterado em 0%.

^cAplicável apenas às instituições enquadradas no Segmento 1 (CMN, 2013b).

Fonte: CMN (2013b)

A avaliação do compliance a estes requerimentos mínimos, que devem ser apurados por todas as instituições financeiras com exceção daquelas enquadradas no segmento 5 (S5)⁵, pode ser uma importante ferramenta para mensurar o risco em bancos individuais. Isso porque o órgão

⁵ Mais detalhes podem ser consultados na Tabela 1 Critério para a segmentação das instituições financeiras conforme Resolução CMN n.º 4.553/2017, localizada no capítulo sobre instituições financeiras bancárias desta dissertação.

regulador (BCB), ao determinar tais limites, sinaliza que este é um critério que permite, em conjunto com outros, compreender como as instituições financeiras se comportam em relação aos riscos assumidos em suas operações.

3.2.1.4 Complexidade das operações

Ao longo dos anos, os bancos passaram a assumir, além das tradicionais operações de recebimento de depósitos e concessão de empréstimos, diversas atividades financeiras capazes de gerar comissões, receitas de negociação e outras receitas não financeiras. Ao conduzir um estudo empírico com bancos europeus, Jonghe (2010) conclui que atividades tradicionalmente não bancárias aumentam o risco assumido por essas instituições. Segundo o autor, as receitas de juros são menos arriscadas a choques do que as demais fontes de receita, fazendo com que bancos altamente diversificados sejam mais propensos ao risco do que bancos tradicionais.

Enquanto atividades não bancárias tendem a aumentar o risco das instituições, Khan, Scheule e Wu (2017) concluem que bancos com maiores índices de depósitos enfrentam um menor risco de liquidez porque a taxa de depósitos, calculada pela relação entre os depósitos e o total de ativos da instituição, permite que o banco possua recursos suficientes para pagar suas obrigações. Por outro lado, o menor risco de liquidez é acompanhado pelo aumento dos ativos ponderados pelo risco. A explicação para isso encontra-se na externalidade representada pelo *moral hazard*: bancos com altas taxas de depósitos não costumam enfrentar falências imediatas e os seus administradores assumem comportamentos agressivos por enfrentarem uma menor fiscalização.

Martynova e Vogel (2021), por sua vez, concentram-se na complexidade das instituições bancárias em termos de diversificação geográfica e dos negócios conduzidos. Com o objetivo de responder como a complexidade influencia o risco assumido pelas instituições, as autoras utilizam como variáveis a quantidade de países em que os bancos possuem subsidiárias, a quantidade de subsidiárias estrangeira, o total de subsidiárias e a quantidade de subsidiárias que atuam e que não atuam no segmento financeiro. A conclusão obtida é que organizações mais complexas costumam assumir maiores riscos, os quais tendem a diminuir ao longo do tempo devido aos incentivos regulatórios proporcionados àqueles que reduzem a complexidade das suas operações.

3.2.1.5 Tamanho

A crise financeira de 2008 fez emergir, tanto sob o ponto de vista acadêmico quanto regulatório, um debate sobre como o tamanho dos bancos em atividade pode ser um fator determinante para o risco sistêmico. Laeven, Ratnovski e Tong (2016) argumentam que isso é resultado de três fatores. Primeiramente, os grandes bancos estiveram no centro da crise; em segundo lugar, o tamanho dos bancos aumentou consideravelmente nas últimas décadas; e, por fim, bancos grandes costumam possuir um menor índice de capital regulatório, conceder financiamentos menos estáveis e desenvolver mais atividades potencialmente expostas a riscos de mercado.

A partir disso, os autores expõem três teorias que explicam por que bancos maiores e mais complexos aumentam o risco sistêmico. A hipótese *unstable banking* argumenta que grandes bancos tendem a assumir operações mais arriscadas, além de serem financiados com recursos de curto prazo, e isso os torna mais vulneráveis a choques generalizados de liquidez. A hipótese *too-big-to-fail*, por sua vez, demonstra que os reguladores preferem não liquidar bancos grandes e complexos, fazendo emergir um comportamento baseado no risco moral. Já a hipótese dos custos de agência alega que grandes instituições sofrem com problemas de agência e baixa governança corporativa, o que pode significar assunção de riscos excessivos.

Por meio de estudos empíricos, Laeven, Ratnovski e Tong (2016) e Huang, Zhou e Zhu (2012) concluem que o tamanho dos bancos, medido por meio dos seus ativos totais, aumenta o risco global do sistema financeiro. Laeven, Ratnovski e Tong (2016), ao realizarem um estudo abrangendo diferentes países, observam que o aumento de um desvio-padrão no total de ativos de um banco aumenta o risco sistêmico entre 33% e 50%. Já Klein, Naudk e Woyand (2021) constatam que bancos sistematicamente importantes segundo critérios de complexidade das operações, tamanho, interconectividade e relevância para a economia possuem menos mecanismos de controles internos, o que pode ser explicado pela certeza de que serão financiados pelo Estado em caso de choques financeiros.

3.2.2 Medidas do risco em bancos individuais

Especialmente após o estabelecimento da regulação de mercado como um dos pilares em Basileia II, a literatura sobre risco em instituições financeiras passou a discutir as diferenças entre

as abordagens do mercado e dos órgãos reguladores no que diz respeito à avaliação dos riscos assumidos pelos bancos. Conforme indicado por Delis et al. (2021), o mercado e os reguladores monitoram a solvência dos bancos, as informações por eles disponibilizadas e as suas condutas como um esforço para melhorar a estabilidade bancária e financeira. No entanto, o entendimento desses dois mecanismos de supervisão sobre o risco assumido pelos bancos pode divergir de forma significativa.

Enquanto o mercado utiliza todas as informações disponíveis para construir a sua percepção sobre o risco assumido pelos bancos, os reguladores se concentram nos mecanismos contábeis e relatórios operacionais obtidos diretamente pelas instituições sob sua supervisão. Em ambientes em que prevalece baixa assimetria de informações, o mercado e o regulador avaliam de forma semelhante os riscos das instituições bancárias. Porém, em ambientes em que a assimetria de informações é alta, pode haver discordância e, conseqüentemente, incertezas sobre a saúde financeira de determinados bancos (DELIS et al., 2021).

Uma vez que existem diferentes pontos de vista sobre o risco em instituições bancárias, também existem diferentes maneiras de mensurá-lo. Para calcular o risco sob o ponto de vista do mercado, a literatura costuma utilizar a volatilidade do retorno dos ativos bancários, metodologia derivada do modelo de precificação de opções de Black-Scholes-Merton (RONN; VERMA, 1986; VALLASCAS; HAGENDORFF, 2013; FLANNERY; RANGAN, 2008; DELIS et al., 2021; PARK; OH, 2020). Por sua vez, o risco sob o ponto de vista do regulador é baseado na mensuração do ativo ponderado pelo risco, a qual reflete o risco do portfólio bancário a partir do capital regulatório (VALLASCAS; HAGENDORFF, 2013; KHAN; SCHEULE; WU, 2017; DELIS et al., 2021).

3.2.2.1 Risco sob o ponto de vista do mercado

A volatilidade do retorno dos ativos bancários é uma medida baseada na distância até a falência proposta por Bharath e Shumway (2008) e apoiada pelos trabalhos de Black e Scholes (1973) e de Merton (1974). Conforme descrito por Park e Oh (2020), nesse modelo, o patrimônio é representado como uma opção de compra dos ativos com um preço de exercício igual ao valor de face dos passivos da instituições. Fu, Lin e Molyneux (2014) esclarecem que, no momento T, os acionistas exercem suas opções de compra e pagam os detentores da dívida caso o valor dos ativos da empresa seja maior do que o valor de face dos seus passivos. Por outro lado, se o valor

dos ativos for insuficiente para pagar integralmente a dívida da instituição, as opções de compra se tornam sem valor e os acionistas não as exercem.

Nessa segunda hipótese, presume-se que a propriedade da empresa é transferida aos detentores da dívida sem nenhum custo e o retorno para os acionistas é zero (cenário de falência). Isso significa que o $P(Default)$ é a probabilidade de que o valor dos ativos se tornem inferiores ao valor de face dos passivos da instituição, levando-a à falência (PARK; OH, 2020). A equação 1 representa a forma de cálculo dessa medida de risco.

$$P(Default) = N\left(-\frac{\ln\left(\frac{V_A}{D}\right) + \left(\mu - \delta - \frac{\sigma_A^2}{2}\right)T}{\sigma_A\sqrt{T}}\right) \quad (1)$$

Segundo o modelo adotado por Park e Oh (2020), $N(\cdot)$ é a distribuição normal padrão acumulada; V_A é o valor dos ativos; D é o valor de face dos passivos; μ é o retorno médio das ações no ano anterior ao da análise; δ é o índice de dividendos, representado pela razão entre os dividendos e a soma entre os passivos e o valor de mercado do patrimônio da instituição; σ_A^2 é a volatilidade dos ativos; e T é o prazo até o vencimento, para o qual se utiliza um ano.

Seguindo Bharath e Shumway (2008), o valor de V_A é estimado por meio da equação $V_A = V_E + D$ e σ_A por $\sigma_A = \frac{V_E}{V_A}\sigma_E + \frac{D}{V_A}\sigma_D$, em que V_E é o valor de mercado do *common equity*, σ_E é a volatilidade do patrimônio, calculada pelo desvio-padrão do retorno diário das ações multiplicado pela raiz quadrada dos dias úteis (por convenção, utiliza-se 252 dias), e σ_D é a volatilidade da dívida, a qual é mensurada por $\sigma_D = 0.05 + 0.25\sigma_E$.

Considerando a premissa de que os mercados são eficientes, a probabilidade de falência baseada em indicadores de mercado, como é o caso do $P(Default)$, tem a vantagem de refletir todas as informações disponíveis no momento da análise, de não ser influenciada pelas práticas contábeis individuais das firmas e de refletir os fluxos de caixa esperados, permitindo avaliações com propósitos preditivos (FU; LIN; MOLYNEUX, 2014).

3.2.2.2 Risco sob o ponto de vista do regulador

Por outro lado, o ativo ponderado pelo risco é uma métrica do risco assumido pelos bancos individuais que se apoia nos acordos firmados no âmbito do Comitê de Basileia. Segundo Khan, Scheule e Wu (2017), a razão entre os ativos ponderados pelo risco (APRs) e o ativo total (AT) é uma medida de risco que enfatiza a qualidade dos ativos de determinada instituição. Além do foco na qualidade dos ativos, estudos empíricos anteriores demonstraram que o risco mensurado

pelo $P(Default)$ e pelos ativos ponderados pelo risco podem apresentar resultados distintos porque capturam informações de natureza e em espaços temporais diferentes (VALLASCAS; HAGENDORFF, 2013; DELIS et al., 2021). A equação 2 demonstra como o risco é avaliado sob o ponto de vista do regulador.

$$densidade(APR) = \frac{APR}{AT} \quad (2)$$

3.2.2.3 Risco sob o ponto de vista contábil

Além do $P(Default)$ e dos APRs, Park e Oh (2020) utilizam o $Z-score$ como medida de risco bancário. Esse índice, que pode ser visualizado como uma mensuração contábil para o risco de instituições financeiras, também é utilizado por Boyd e Runkle (1993), Laeven e Levine (2009), Beck, Jonghe e Schepens (2013) e Martynova e Vogel (2021) e indica a solidez bancária, refletindo a quantidade de choques negativos que um banco pode aceitar com o capital e os lucros atualmente existentes na instituição. Nesse sentido, mensura-se a distância de determinado banco à insolvência, sendo que, quanto maior o $Z-score$, maior a estabilidade daquela instituição.

Laeven e Levine (2009) esclarecem que, no $Z-score$, a insolvência é definida como o estado em que as perdas superam o patrimônio da entidade ($E < -\pi$, em que E é o patrimônio da entidade e π o seu lucro). Por sua vez, a probabilidade de insolvência pode ser expressa como a probabilidade de que $-ROA < CAR$, em que $-ROA$ ($\frac{\pi}{A}$) é o retorno sobre os ativos e CAR ($\frac{E}{A}$) é o índice de capitalização da entidade. Caso os lucros sejam normalmente distribuídos, então a inversa da probabilidade de insolvência será igual a $\frac{ROA+CAR}{\sigma(ROA)}$, em que $\sigma(ROA)$ é o desvio-padrão do ROA. Nesse sentido, a inversa da probabilidade de insolvência constitui o $Z-score$, indicado na equação 3.

$$Z-Score = (-1) \ln \left(\frac{ROA + \frac{E}{A}}{\sigma(ROA)} \right) \quad (3)$$

A literatura costuma utilizar o logaritmo natural do $Z-score$ uma vez que o valor gerado pela sua fórmula é altamente disperso (LAEVEN; LEVINE, 2009; MARTYNOVA; VOGEL, 2021). Além disso, uma vez que o $Z-score$ possui relação direta com a estabilidade, e consequentemente inversa com o risco, o seu valor costuma ser multiplicado por -1 com o objetivo de torná-lo comparável com os demais indicadores de risco (MARTYNOVA; VOGEL, 2021). Assim, quanto maior o $Z-score$, maior o risco assumido pela instituição. Por fim, Khan, Scheule

e Wu (2017) sugerem que o desvio-padrão do ROA seja calculado utilizando-se uma janela deslizante de um ano.

3.3 *Risco financeiro sistêmico*

O risco sistêmico se refere à possibilidade de que a economia real seja afetada após a capacidade de pagamentos do sistema financeiro ser prejudicada devido a perdas sofridas por determinadas instituições. De acordo com Adrian e Brunnermeier (2016), esse risco relaciona-se ao efeito transbordamento (*spill over*) resultante dos vínculos contratuais diretos entre as instituições que pertencem a esse sistema ou indiretos, por meio de espirais de liquidez ou dos efeitos sobre os preços dos financiamentos. Freixas, Laeven e Peydró (2015) esclarecem que o risco financeiro sistêmico tem um componente importante originado das correlações entre o risco assumido pelas instituições financeiras individuais, mas variáveis exógenas também devem estar presentes para configurá-lo.

Apesar de o risco assumido pelas instituições financeiras individuais ser relevante para compreender as políticas voltadas para a estabilidade do sistema financeiro, a crise financeira de 2007/2008 revelou que a regulação adotada até o momento estava enfatizando os riscos microprudenciais e negligenciando as questões macroprudenciais. A exigência de níveis mínimos de capital, por exemplo, é um indício de que havia a suposição de que criar mecanismos para absorver os choques nos bancos individuais seria uma maneira de levar todo o sistema à estabilidade e solidez. Porém, a crise demonstrou que, mesmo seguindo as regulações de capital, os bancos poderiam agir coletivamente e prejudicar o sistema como um todo (FREIXAS; LAEVEN; PEYDRÓ, 2015).

Em resposta a essa fragilidade dos modelos prudenciais, Basileia III passou a enfatizar o risco sistêmico como essencial para promover um sistema financeiro sólido (GEHRIG; IAN-NINO, 2019). Essa mudança de perspectiva se traduz em implicações diretamente relacionadas aos objetivos desta dissertação, uma vez que o regulador passou a definir medidas prudenciais mais rígidas para os bancos cuja exposição ao risco poderia transbordar por todo o sistema. Somado a isso, passa-se a levar em consideração que uma maior exposição ao risco não tem origem apenas na quantidade dos ativos sobre custódia em uma instituição, mas pode se relacionar a diversos outros fatores, como a qualidade dos ativos, a complexidade das suas operações ou mesmo o *compliance* às normas regulatórias.

3.3.1 Medidas do risco financeiro sistêmico

Conforme esclarecido por Adrian e Brunnermeier (2016), o risco de uma instituição individual não necessariamente reflete o risco sistêmico. Há instituições que individualmente são grandes o suficiente, e, por esse motivo, as suas perdas podem se transbordar para o sistema financeiro. Igualmente, há instituições pequenas que podem contribuir para o risco sistêmico devido à natureza das suas operações. Mensurar o risco sistêmico, no entanto, não é uma tarefa simples. Como descrito por Freixas, Laeven e Peydró (2015), por ser endógeno e baseado em externalidades originadas tanto no setor financeiro quanto no setor real, encontrar dados capazes de mensurá-lo com precisão é um desafio para estudos que envolvem a análise do risco financeiro sistêmico, como é o caso desta dissertação.

Freixas, Laeven e Peydró (2015) argumentam que uma medida de risco financeiro sistêmico adequada deve ser capaz de indicar os momentos de maior estabilidade e instabilidade, demonstrando, em uma linha do tempo, como este risco variou ao longo de um determinado período. Dessa forma, será possível avaliar se a medida utilizada teria sido capaz de alertar sobre crises que aconteceram no passado. Além disso, de acordo com os autores, é necessário que esta medida seja capaz de descrever o comportamento das instituições financeiras individuais nos momentos de maior risco sistêmico. A partir disso, os supervisores poderão acompanhar quais instituições mais contribuem para o risco sistêmico e aplicar as medidas de saneamento e mitigação necessárias.

Segundo Drakos e Kouretas (2014), existem dois grupos de teorias que buscam descrever o risco sistêmico. O primeiro deles busca explicar por que algumas instituições representam um maior risco para o sistema e utilizam dados macroeconômicos e informações financeiras em suas análises. Essas abordagens, no entanto, costumam ser criticadas por não serem aplicáveis sistematicamente em todos os mercados, uma vez que as informações disponibilizadas variam de acordo com a jurisdição em que as instituições estão inseridas. Ademais, pelo fato de as informações serem estáticas, impedem o acompanhamento diário dos riscos no sistema financeiro.

Por outro lado, existem as abordagens de mensuração do risco que utilizam séries temporais para explicar como os riscos são transmitidos entre as instituições que fazem parte de um mesmo sistema. Esse tipo de abordagem ganhou maior força após a crise de 2007–2009 uma vez que as sequenciais falências bancárias indicaram que mitigar os riscos das instituições financeiras individuais não seria suficiente para evitar choques de grandes proporções

na economia real originados no setor financeiro. A partir dessa lição, foram desenvolvidas três das principais medidas de risco sistêmico atualmente utilizadas: *Expected Capital Shortfall* de uma firma em crise (SRISK), o Systemic Expected Shortfall (SES) e o $\Delta CoVaR$.

O *Expected Capital Shortfall* de uma firma em crise (SRISK) é uma medida derivada de Acharya, Engle e Richardson (2012) e Brownlees e Engle (2017) e busca capturar a potencial descapitalização de uma instituição individual após uma crise sistêmica. Essa medida parte da ideia de que as características tamanho, nível de alavancagem e grau de associação com outras instituições do sistema aumentam a expectativa de que a falência de uma instituição desencadeie uma crise no sistema financeiro. A partir disso, o SRISK mensura o capital que as instituições financeiras devem manter para sobreviverem a um cenário de crise. Brownlees e Engle (2017) esclarecem que, no contexto do SRISK, *capital shortfall* se refere à diferença entre a reserva de capital que uma firma individual deve possuir tendo em vista a regulação prudencial e o valor de mercado do seu patrimônio.

Acharya, Engle e Richardson (2012) descrevem a metodologia de cálculo do SRISK, a qual parte da avaliação das perdas que os acionistas de determinada instituição enfrentariam caso o retorno do mercado de ações atingisse os piores cenários possíveis em intervalos semestrais. Em seguida, calcula-se qual deveria ser o capital necessário para que o índice de capital prudencial seja mantido inalterado nestes cenários de "crise". A ideia por trás do SRISK é que o valor contábil da dívida permanece o mesmo nas crises, apesar de haver perda de valor de mercado das instituições. Assim, as instituições que sofrerem as maiores perdas no *book* deveriam manter níveis de capital prudencial mais altos para serem capazes de honrar com as suas obrigações.

A principal contribuição desta medida é a possibilidade de calcular requerimentos de capital para as instituições financeiras individuais. Desse modo, de acordo com os impactos sofridos no cenário de crise, cada instituição seria impelida, pelo órgão regulador, a possuir determinado nível de capital prudencial (ACHARYA; ENGLE; RICHARDSON, 2012). Ademais, conforme demonstrado pelos testes empíricos instrumentalizados por Brownlees e Engle (2017), a soma do SRISK de todas as instituições financeiras poderia ter sido utilizada como uma estimativa do total de capital que o governo estadunidense desembolsou para capitalizar o sistema financeiro na crise de 2007–2009.

O *Systemic Expected Shortfall* (SES), por sua vez, é uma medida de risco sistêmico que mensura a contribuição das instituições individuais ao risco financeiro sistêmico. Neste modelo, proposto por Acharya et al. (2017), o objetivo é descobrir qual a propensão de que um banco não seja suficientemente capitalizado para cumprir com as suas obrigações quando todo o sistema

está descapitalizado. O modelo do SES parte do pressuposto de que bancos em situação de falência impõem custos a todo o sistema devido aos prejuízos que causam aos credores e, também, pela corrida para o resgate de depósitos. Somado a isso, deve ser levado em consideração que a descapitalização do sistema financeiro provoca externalidades que transbordam por toda a economia, conforme anteriormente discutido no capítulo inicial desta dissertação.

Acharya et al. (2017) esclarecem que o cálculo do SES possui três componentes. O primeiro está relacionado ao montante em que o patrimônio de um determinado banco se mantém abaixo do nível recomendado pelo regulador. O segundo componente é a *marginal expected shortfall* (MES), calculada a partir dos retornos das ações das instituições da amostra nos 5% piores cenários do mercado de ações. Por fim, o terceiro componente é um termo de ajuste que mensura os custos da crise financeira. Este último termo é necessário porque o componente MES não costuma conter situações de crises reais, que não acontecem com tanta frequência.

Por fim, o $\Delta CoVaR$ é uma medida de risco sistêmico que mensura o efeito contágio da crise em um banco que é refletida nas demais instituições que fazem parte do sistema financeiro (GEHRIG; IANNINO, 2019). Assim como o SES, visa definir a contribuição marginal das instituições individuais ao risco sistêmico. No entanto, conforme esclarecido por Acharya et al. (2017), enquanto o SES mensura como um banco se comporta em uma crise financeira, o $\Delta CoVaR$ inverte a ordem e mensura como uma situação de crise financeira é condicionada pelo choque que se inicia em um banco individual.

O $\Delta CoVaR$ foi inicialmente proposto por Adrian e Brunnermeier (2016) e, a fim de estimar a contribuição dos bancos individuais para a fragilidade do setor financeiro, calcula o *Value-at-Risk* (VaR) do mercado condicionado à situação em que uma instituição está passando por um momento de crise. O VaR reflete a pior perda esperada em um período de tempo para um determinado intervalo de confiança (JORION, 2007). Por outro lado, o *CoVaR* fornece a média da perda esperada em um intervalo de piores retornos em um período de tempo para um determinado intervalo de confiança.

A expressão “para um determinado intervalo de confiança” significa que, por exemplo, para um intervalo de confiança de 95% em um ano, um *VaR* de 3% indica que há 5% de probabilidade de que a perda seja superior a 3% neste período. Enquanto isso, um *CoVaR* de 3% com 95% de confiança significa que neste intervalo de tempo, nos 5% piores retornos, a perda média foi superior a 3%. Além da limitação em relação às informações fornecidas, o *VaR* isoladamente não considera a instituição como parte do sistema, sendo influenciada e influenciando o risco do mercado (DRAKOS; KOURETAS, 2014).

Condicional à situação de crise significa, nesse sentido, que o $CoVaR$, como medida de risco financeiro sistêmico, busca estimar qual seria a média de perda esperada do mercado no momento em que uma instituição financeira individual estiver enfrentando os seus piores retornos. O $\Delta CoVaR$, por sua vez, vai além e mensura a diferença entre o $CoVaR$ condicionado à situação de crise em uma instituição financeira individual e o $CoVaR$ condicionado à situação em que esta mesma instituição está em seu estado mediano. A metodologia de cálculo do $\Delta CoVaR$ foi descrita na seção 4.3.3 Mensuração do risco financeiro sistêmico que compõe o capítulo de Metodologia desta dissertação.

A tabela 3 apresenta as principais medidas de risco financeiro sistêmico desenvolvidas após a crise financeira de 2007–2009, indicando sua origem e objetivos.

Tabela 3 – Principais medidas para mensuração do risco financeiro sistêmico

Medida	Origem	Objetivo
SRISK	Acharya, Engle e Richardson (2012) e Brownlees e Engle (2017)	Mensurar o <i>capital shortfall</i> (diferença entre a reserva de capital esperada para uma firma e o valor de mercado do seu patrimônio) que uma instituição financeira deve manter no caso de uma crise financeira sistêmica.
SES	Acharya et al. (2017)	Definir a contribuição marginal dos bancos ao risco financeiro sistêmico a partir da mensuração do patrimônio de uma instituição individual que permanece abaixo do nível estabelecido pelo órgão regulador no caso de uma crise sistêmica.
$\Delta CoVaR$	Adrian e Brunnermeier (2016)	Definir a contribuição marginal dos bancos ao risco financeiro sistêmico a partir da mensuração do <i>value-at-risk</i> do setor financeiro condicionado à situação em que uma instituição individual está passando por um momento de crise.

Fonte: Elaborada pelo autor.

4 Metodologia

A metodologia proposta para atingir os objetivos desta dissertação possui quatro etapas relacionadas à análise do perfil de risco das instituições financeiras bancárias brasileiras de capital aberto e à avaliação sobre como os bancos individuais, com seus respectivos perfis de risco (risco individual), impactam o risco do sistema financeiro nacional como um todo (risco sistêmico). Os procedimentos escolhidos para realizar este estudo se fundamentam nas mais recentes publicações da literatura teórica e empírica sobre gestão de riscos em bancos, além de considerar a importância de que as políticas públicas sobre o assunto acompanhem as diretrizes internacionais atualmente aceitas para a mitigação do risco de choques sistêmicos.

4.1 Tipologia da pesquisa

Inicialmente, esta dissertação pode ser caracterizada como um estudo descritivo porque descreve e define o objeto (no caso deste estudo, o risco individual), criando-se um perfil comparativo dos sujeitos (bancos) que fazem parte da amostra escolhida. Porém, em complemento ao seu caráter descritivo, esta dissertação assume um perfil explicativo ao avaliar a forma como o objeto pode interferir no fenômeno observado (risco sistêmico). Isso porque a pesquisa explicativa vai além da descrição do objeto e busca explicar as razões que estão por trás do fenômeno observado (COOPER; SCHINDLER, 2014).

A partir de Cooper e Schindler (2014), considera-se que o processo utilizado para coleta de dados foi o monitoramento, uma vez que as informações foram obtidas por meio de bases de dados, e não por meio de respostas obtidas diretamente dos sujeitos envolvidos com o objeto. No que se refere ao controle de variáveis, este estudo possui um desenho *ex post facto*, uma vez que não é possível controlar as variáveis analisadas. Em termos de dimensão temporal, o estudo proposto é longitudinal por trabalhar com os objetos ao longo de um período de tempo. Por fim, o escopo é estatístico porque, além da testagem estatística das hipóteses, o objetivo é capturar características da população a partir de inferências obtidas por meio de uma amostra.

4.2 Amostra

A amostra cujos dados foram utilizados para atingir os objetivos propostos nesta dissertação fazem parte do rol de instituições financeiras e demais instituições autorizadas a funcionar pelo Banco Central do Brasil. Entre elas, foram escolhidas aquelas classificadas como bancos comerciais ou múltiplos e cujas ações eram negociadas na bolsa de valores brasileira - Brasil, Bolsa e Balcão (B[3]) em dezembro de 2020. Escolher apenas empresas de capital aberto deveu-se ao fato de que duas das ferramentas utilizadas no decorrer da pesquisa envolvem dados sobre o preço de suas ações negociadas no mercado, quais sejam: $P(Default)$ para mensuração do risco individual das instituições bancárias e $\Delta CoVaR$ para mensuração do risco sistêmico.

A tabela 4 apresenta as instituições bancárias ou conglomerados, quando for o caso, que foram filtradas para serem utilizadas na exploração proposta por esta dissertação.

Tabela 4 – Instituições financeiras bancárias da amostra

Instituição Financeira	ID
Itaú	1000080099
Banco do Brasil	1000080329
Bradesco	1000080075
Santander	1000080185
BTG Pactual	1000080336
Banrisul	1000080154
Banco do Nordeste	1000081593
ABC Brasil	1000080312
Banco PAN	1000080257
Banco do Estado do Espírito Santo (Banestes)	1000080147
Banco de Brasília (BRB)	1000080288
Banco BMG	1000080178
Banco da Amazônia	1000081249
Banco Inter	1000080996
Banco Alfa	1000080570
Banco Pine	1000080374
Banco do Estado do Pará (Banpará)	1000081586
Mercantil do Brasil	1000080123
Banco do Estado de Sergipe (Banese)	1000081634
Banco B3	1000081225

Fonte: Elaborada pelo autor.

Em que pese a amostra possuir 20 indivíduos, cabe destacar que as instituições selecionadas representavam, em dezembro de 2020, 59,14% do ativo total de todos os conglomerados prudenciais e instituições independentes do sistema financeiro nacional, segundo dados obtidos por meio da IF.Data, do BCB. Conforme discutido na seção 2.1 Evolução e contexto no Brasil,

a partir da década de 1990 houve um movimento de concentração de capital em uma reduzida quantidade de bancos em operação no país. Esse movimento foi intensificado pelos programas de reestruturação adotados no Brasil entre 1995 e 2001, como apresentado na seção 2.3.2, Programas de reestruturação do sistema financeiro brasileiro. Nesse sentido, a amostra reduzida se justifica pelas características inerentes ao próprio mercado bancário brasileiro.

A coleta dos dados de mercado foi realizada por meio da base de dados Economatica®. Por sua vez, para a coleta das informações contábeis, financeiras e relacionadas ao capital regulatório das instituições bancárias, foram utilizadas a base IF.data⁶, do Banco Central do Brasil, e a base ComDinheiro®. O período da amostra foi delimitado a partir da publicação da Resolução CMN n.º 4.553/2017, uma vez que a segmentação das instituições segundo critérios do órgão regulador será comparada aos resultados obtidos na primeira fase desta pesquisa (mensuração do risco individual e *clusterização*). Assim, foram coletados os dados consolidados de janeiro a dezembro para os anos de 2017 a 2020.

Sempre que possível, foram utilizados os dados do conglomerado da qual a instituição faz parte. Essa escolha se justificou pela aplicação dos Princípios Básicos, que sugere a análise da base consolidada para mensuração e classificação de riscos (BCBS, 2012), e pela Resolução CMN n.º 4.557/2013, que determina a unificação das estruturas de gerenciamento de riscos para as instituições integrantes do mesmo conglomerado prudencial (CMN, 2017b). Fazem parte do conglomerado prudencial as instituições financeiras, demais instituições autorizadas a funcionar pelo BCB, administradoras de consórcio, instituições de pagamento, sociedades que realizam aquisição de operações de crédito e outras pessoas jurídicas sediadas no Brasil que tenham por objeto social exclusivo a participação societária nestas entidades e nas quais a instituição detenha controle direto ou indireto (BCB, 2013b).

4.3 Método proposto

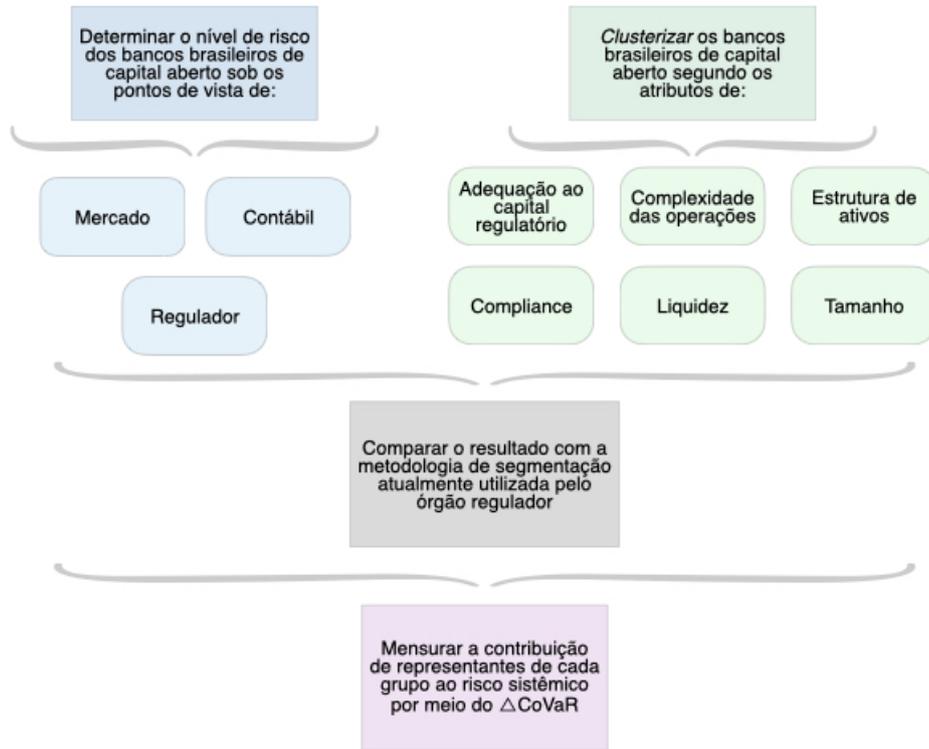
A fim de atingir os objetivos estabelecidos, foi analisado o risco assumido pelos bancos brasileiros de capital aberto individuais (*risk taking*) sob o ponto de vista do mercado (modelo de *Black-Scholes*), contábil (modelo Z-Score) e do regulador (modelo densidade do Ativo Ponderado pelo Risco). Em seguida, foi realizado um agrupamento dos bancos brasileiros de acordo com os atributos que, de acordo com a literatura, aumentam ou diminuem o seu nível de risco. O terceiro passo foi verificar se o risco encontrado para os bancos individuais, sob os três pontos de vista, e

⁶ Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/ifdata/>

os grupos de risco identificados estão de acordo com a metodologia de segmentação atualmente utilizada pelo órgão regulador. Por fim, a última etapa foi medir a contribuição de cada grupo para o risco do sistema financeiro nacional (*systemic risk*).

Ante o exposto, a figura 1 ilustra as quatro etapas que foram utilizadas nesta dissertação.

Figura 1 – Etapas executadas para atingir o objetivo proposto na dissertação



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.3.1 Mensuração do risco individual

Conforme observado por Park e Oh (2020), utilizar múltiplas mensurações é oportuno para confirmar que os resultados obtidos não estão limitados a determinado ponto de vista sobre o modo de avaliar o risco assumido pelos bancos. Bongini, Laeven e Majnoni (2002), ao compararem diferentes indicadores de risco, sugerem que os órgãos reguladores do sistema financeiro devem considerar mais de uma métrica de risco para obter um entendimento acurado sobre a fragilidade das instituições individuais. A tabela 5 descreve as principais medidas de risco para instituições bancárias adotadas pela literatura.

Tabela 5 – Principais índices para mensuração dos riscos assumidos pelas instituições bancárias individuais

Perspectiva ^a	Descrição	Fórmula
Mercado	Apoiado pelos trabalhos de precificação de Black e Merton, busca mensurar a distância até a falência das instituições a partir de dados de mercado. Na literatura sobre riscos em bancos, foi utilizado por Ronn e Verma (1986), Vallascas e Hagendorff (2013), Flannery e Rangan (2008), Delis et al. (2021), Park e Oh (2020), entre outros.	$P(Defaul\text{t})^b = N\left(-\frac{\ln\left(\frac{V_A}{D}\right) + \left(\mu - \delta - \frac{\sigma_A^2}{2}\right)T}{\sigma_A\sqrt{T}}\right)$
Contábil	Reflete a quantidade de choques negativos que uma instituição pode aceitar com o capital e as reservas atualmente existentes, sendo que o inverso do <i>Z-Score</i> mensura a sua distância à solvência. Sob o ponto de vista de risco de bancos individuais, foi utilizado por Laeven e Levine (2009), Khan, Scheule e Wu (2017), Martynova e Vogel (2021), entre outros.	$Z\text{-Score}^c = (-1)\ln\left(\frac{ROA + \frac{E}{A}}{\sigma(ROA)}\right)$
Regulador	Apoiado pelas métricas de risco discutidas no âmbito do Comitê de Basileia, baseia-se na densidade dos ativos ponderados pelo risco de uma instituição financeira em relação ao seus ativos totais. Na literatura sobre riscos em bancos, foi utilizada por Vallascas e Hagendorff (2013), Khan, Scheule e Wu (2017), Delis et al. (2021), entre outros.	$\text{densidade}(APR)^d = \frac{APR}{AT}$

^aMais informações podem ser consultadas na seção 3.2.2 Medidas do risco em bancos individuais.

^bAs variáveis foram calculadas seguindo os parâmetros descritos na seção 3.2.2.1 Risco sob o ponto de vista do mercado. Os dados do capital de nível 1 e valor de face dos passivos foram extraídos do IF.Data, do BCB. O retorno médio das ações, dividendos, valor de mercado do patrimônio e desvio-padrão do retorno das ações foram extraídos da Economatica.

^cAs variáveis foram calculadas seguindo os parâmetros descritos na seção 3.2.2.3 Risco sob o ponto de vista contábil. Os dados do Lucro Líquido, Ativo Total e Patrimônio foram extraídos do IF.Data, do BCB. Os dados ROA foram extraídos do Economatica. O desvio-padrão do ROA foi calculado utilizando o período de um ano.

^dAs variáveis foram calculadas seguindo os parâmetros descritos na seção 3.2.2.2 Risco sob o ponto de vista do regulador. As informações sobre o Ativo Ponderado pelo Risco e Ativo Total foram extraídos do IF.Data, do BCB.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os modelos descritos foram executados a partir de *software* para manipulação de dados *Excel*. Assim, os cálculos referentes às métricas para mensuração dos riscos das instituições bancárias individuais foram realizados por meio da inserção das informações levantadas nas fórmulas apresentadas na Tabela 5.

Cabe destacar que, com o propósito de comparar as medidas do risco individual, nessa etapa foi necessário excluir da amostra os bancos cujos dados de mercado foram insuficientes para calcular a medida do risco de mercado ($P(Default)$). Os critérios adotados para considerar os dados insuficientes foram os seguintes: no período de 2017, foi excluído o BTG Pactual (BPAC11), cujas ações começaram a ser negociadas neste ano, e, conseqüentemente, o atributo μ (retorno médio das ações no ano anterior) não estava disponível. No período de 2017 a 2019, foi excluído o Banco de Brasília (BSLI3), cujas ações em *free float* eram de apenas 3,15% no intervalo. Também neste período foi excluído o BMG (BMGB4) e o Inter (BIDI11), que começaram a ser negociados em 2020. Por fim, em todo o período (2017 a 2020) foi excluído o Banpará (BPAR4), cujo *free float* é de apenas 0,02%, o que gera um elevado número de dados ausentes devido à baixa negociação.

4.3.2 Clusterização das instituições bancárias

Conforme observado por Herrera-Restrepo et al. (2016), a aplicação de métodos de *clusterização* para instituições bancárias adiciona à análise das características dos bancos elementos que vão além da tradicional tendência em agrupá-los apenas segundo seu tamanho. Nesse sentido, a análise dos grupos formados a partir das diferentes características de bancos individuais permite extrair informações importantes sobre essas instituições. Assim, entende-se que aplicar técnicas de *clusterização* pode ser útil para avaliar o perfil de riscos dos bancos brasileiros com o objetivo de identificar aqueles que exercem influência significativa no risco financeiro sistêmico e responder à pergunta desta dissertação.

Com o intuito de encontrar bancos com potencial de falência, Negnevitsky (2017) propõe a *clusterização* de instituições bancárias de acordo com atributos de suas operações que conhecidamente podem antecipar a sua insolvência. De acordo com o autor, essa avaliação é importante para o estabelecimento de programas governamentais preventivos que atendam às especificidades de cada banco e, como consequência, possam evitar crises financeiras sistêmicas. Essa reflexão apresentada pelo autor está de acordo com a pergunta que guia este estudo, o que reforça a

importância de se executar *clusterização* dos bancos brasileiros como um passo necessário para se atingir os objetivos propostos.

Apesar de haver uma diversidade de técnicas e modelos de *clusterização*, em linha com Iturriaga e Sanz (2015) e Negnevitsky (2017), esta dissertação utilizou o *self-organizing map* (SOM) com o objetivo de organizar os grupos de instituições bancárias. Inicialmente proposto por Kohonen (1997), essa metodologia permite mapear organismos a partir de características similares. De acordo com o seu autor, os mapas de características processados por meio do algoritmo SOM podem ser utilizados para reconhecer padrões nos dados de entrada sem que seja necessário informar previamente quais dados de saída espera-se obter.

Ao buscar prever as características relacionadas aos perfis de risco dos bancos estadunidenses que faliram entre 2002 e 2012, Iturriaga e Sanz (2015) observaram que a aplicação da ferramenta SOM é propícia para identificar atributos semelhantes das instituições que passaram pelo processo de falência em diferentes períodos no tempo. Isso porque o SOM permite projetar dados multidimensionais em um espaço bidimensional, com representações visuais que possibilitam a análise a partir de esquemas gráficos em formato de mapas. Além disso, o SOM tem como vantagens a desnecessidade de assumir a forma da distribuição dos dados e ser um método que permite configurações não lineares entre as variáveis utilizadas no modelo.

Handl e Knowles (2016) destacam que o SOM faz parte da abordagem de *clusterização* que surgiu a partir da observação da auto-organização da natureza. Esses comportamentos naturais são coletivos, relacionando-se à formação de estruturas complexas a partir da interação das entidades individuais com o ambiente do qual elas fazem parte. Além disso, de acordo com os autores, os sistemas auto-organizáveis possuem uma perspectiva de análise de baixo para cima (*bottom-up*), ou seja, o processo de *clusterização* é realizado de acordo com um conjunto de regras internas às interações entre os próprios elementos e o sistema.

Isso significa que os neurônios (pontos de conexão) aprendem de forma não supervisionada. Ou seja, não existe um objetivo específico fornecido a priori. Dessa forma, a partir dos dados fornecidos, o algoritmo descobre padrões comuns e as informações inseridas se auto-organizam em um processo competitivo. Nesse processo competitivo, os pontos de conexão competem uns com os outros para fornecer as respostas corretas, de modo que apenas um neurônio associado a um vetor é ativado quando o padrão correto é descoberto (ITURRIAGA; SANZ, 2015).

Conforme descrito por Handl e Knowles (2016), os mapas formados a partir do SOM são um conjunto de neurônios organizados em uma grade, sendo que cada unidade neural pertencente

a uma grade está associada a um vetor numérico. No processo da auto-organização, parte-se de um cenário primário em que os vetores e os neurônios são associados de forma aleatória. Em seguida, inicia-se um processo competitivo, no qual todos os itens do conjunto de dados são inseridos na rede de forma sequencial. Para cada item da base de dados, é feita uma comparação nos vetores associados às unidades neurais visando encontrar as combinações que possuam a menor distância. No final, os vetores serão a melhor representação possível dos dados inseridos no modelo.

Em relação aos dados de entrada, esta dissertação utilizou as informações fornecidas na *clusterização* executada por Negnevitsky (2017), na qual a rede foi treinada com 10.000 interações com uma taxa de aprendizado de 0.1. Por sua vez, as características das instituições bancárias que foram inseridas no modelo têm origem nos atributos de propensão ao risco descritos pela literatura e demonstrados na seção 3.2.1 Atributos de propensão ao risco e nos indicadores sugeridos nos acordos firmados no âmbito do Comitê de Basileia. Essas características são apresentadas na tabela 6.

Tabela 6 – Atributos das instituições bancárias

Grupo	ID	Nome	Cálculo	Descrição
Adequação de Capital	C1	<i>Buffer</i> de capital	Capital mínimo exigido pelo regulador - Capital apurado pela instituição	Define o excesso de capital da instituição em relação ao mínimo exigido pelo regulador.
Adequação de Capital	C2	Independência financeira	Patrimônio Líquido/Ativo Total	Indica o nível de independência da instituição em relação ao capital de terceiros.
Adequação de Capital	C3	Índice de Capital nível 1 (IPR1)	Capital de Nível 1/Ativos Ponderados pelo Risco	Representa a participação do capital de melhor qualidade nos ativos ponderados pelo risco das instituições.
Adequação de Capital	C4	Razão de Alavancagem (RA)	Capital de Nível 1/Montante Total de Exposições	Indica a proporção do capital de melhor qualidade da instituição em relação a sua exposição total sem ponderação.
Complexidade	O1	Exposição a atividades bancárias	Receitas com operações de crédito/Receita com Intermediações	Indica as receitas derivadas de operações tradicionalmente bancárias, como juros de créditos concedidos via empréstimos, financiamentos e desconto de títulos.
Complexidade	O2	Depósitos	Total de Depósitos/Ativo Total	Define a participação dos depósitos no ativo total da instituição.
Complexidade	O3	Diversificação geográfica	Carteira de Crédito Ativa Exterior/Carteira de Crédito Ativa Total	Indica a proporção de agências e subsidiárias em operação no exterior.
Estrutura de Ativos	A1	Risco da carteira de crédito	Provisão para Créditos de Liquidação Duvidosa/Carteira de Operações de Crédito	Risco da carteira de crédito das instituições.
Estrutura de Ativos	A2	Provisão para perdas com operações de crédito	Provisão para Créditos de Liquidação Duvidosa/Baixas de Operações de Crédito	Indica se as provisões estão alinhadas com as baixas efetivas de operações de crédito.

Grupo	ID	Nome	Cálculo	Descrição
Estrutura de Ativos	A3	Empréstimos inadimplentes	Operações de Crédito Inadimplentes/Total de Operações de Crédito	Indica a proporção de operações de crédito em atraso há pelo menos 90 dias.
Estrutura de Ativos	A4	Participação dos empréstimos	Operações de Crédito/Ativo Total	Indica o percentual do ativo total de uma instituição que está aplicado em operações de crédito.
Estrutura de Ativos	A5	Cessão de créditos	Operações de Cessão de Crédito/Ativo Total	Representa a securitização de ativos da instituição.
Compliance	P1	Distância entre o IPR1 da instituição e o mínimo exigido pelo regulador	IRP1 mínimo exigido pelo regulador - IRP1 da instituição	Define o excesso de IPR1 da instituição em relação ao mínimo exigido pelo regulador.
Compliance	P2	Distância entre o Índice de Capital Principal da instituição e o mínimo exigido pelo regulador	Índice de Capital Principal da instituição - Índice de Capital Principal exigido pelo regulador	Define o excesso de Índice de Capital Principal da instituição em relação ao mínimo exigido pelo regulador.
Compliance	P3	Distância entre o ACP _{Conservação} da instituição e o mínimo exigido pelo regulador	ACP _{Conservação} da instituição - ACP _{Conservação} exigido pelo regulador	Define o excesso de ACP _{Conservação} da instituição em relação ao mínimo exigido pelo regulador.
Compliance	P4	Distância entre o ACP _{Contracíclico} da instituição e o mínimo exigido pelo regulador	ACP _{Contracíclico} da instituição - ACP _{Contracíclico} exigido pelo regulador	Define o excesso de ACP _{Contracíclico} da instituição em relação ao mínimo exigido pelo regulador.
Compliance	P5	Distância entre o ACP _{Sistêmico} da instituição e o mínimo exigido pelo regulador	ACP _{Sistêmico} da instituição - ACP _{Sistêmico} exigido pelo regulador	Define o excesso de ACP _{Sistêmico} da instituição em relação ao mínimo exigido pelo regulador.

Grupo	ID	Nome	Cálculo	Descrição
Liquidez	L1	Encaixe voluntário	Disponibilidades/Depósitos à vista	Indica a capacidade financeira imediata de uma instituição para cobrir saques contra depósitos à vista na data de encerramento do exercício social.
Liquidez	L2	Liquidez imediata	Disponibilidades + Aplicações interfinanceiras de liquidez/Depósitos à vista	Inclui-se, no encaixe voluntário, as disponibilidades dos bancos para cobrir saques contra depósitos à vista.
Liquidez	L3	Liquidez de curto prazo (LCR)	Total de Ativos Líquidos de Alta Qualidade/Total de Saídas Líquidas de Caixa para 30 dias	Representa o estoque de ativos de curto prazo e de alta qualidade que podem ser facilmente convertidos em espécie para atender às necessidades de caixa.
Liquidez	L4	Liquidez de longo prazo (NSFR)	Recursos Estáveis Disponíveis - Recursos Estáveis Requeridos	Representa o estoque de ativos de longo prazo e de alta qualidade disponíveis na instituição.
Tamanho	T1	Total Ativos	ln (Ativo Total)	Logaritmo natural do Ativo Total da instituição.

Fonte: Elaborado a partir de Glantz (2007), BCBS (2010b), Jonghe (2010), Beck, Demirgüç-Kunt e Merrouche (2013), Jokipii e Milne (2011), CMN (2013b), Belém e Gartner (2016), Laeven, Ratnovski e Tong (2016), Khan, Scheule e Wu (2017), Andries e Nistor (2016), Beltrame, Previtali e Sclip (2018), Neto (2020), Abdelsalam et al. (2020), Gaganis et al. (2020), Martynova e Vogel (2021)

As variáveis “Capital apurado pela instituição”, “Patrimônio Líquido”, “Ativo Total”, “Capital de Nível 1”, “Ativos Ponderados pelo Risco”, “Montante Total de Exposições”, “Receitas com operações de crédito”, “Receitas com Intermediações”, “Total de Depósitos”, “Carteira de Crédito Ativo Exterior”, “Carteira de Crédito Ativa Total”, “Provisão para Créditos de Liquidação Duvidosa”, “Carteira de Operações de Crédito”, “Disponibilidades”, “Depósitos à vista” e “Aplicações interfinanceiras de liquidez” foram extraídas do IF.Data, do BCB. As variáveis “Baixas de Operações de Crédito”, “Operações de Crédito Inadimplentes”, “Operações de Cessão de Crédito”, “IPR1”, “ICP”, “ACP_{Conservação}”, “ACP_{Contra-cíclico}”, “ACP_{Sistêmico}”, “LCR” e “NSFR” foram extraídas dos relatórios de risco e contábeis das instituições da amostra. Os dados utilizados foram consolidados, considerando os quatro trimestres do ano em análise.

Observa-se que, diferentemente de classificações em que o número de classes é decidido a priori, no SOM o número de *clusters* é desconhecido. Por esse motivo, o índice Davies-Bouldin foi utilizado para indicar a quantidade de *clusters* a ser escolhida para a análise. Esse índice, também utilizado nos estudos empíricos conduzidos por Iturriaga e Sanz (2015) e Kolari, Iturriaga e Sanz (2020) na determinação de instituições bancárias próximas à situação de falência, é calculado a partir da relação entre a variação observada no interior dos *clusters* e fora deles. A partir disso, foi possível identificar o número ótimo de grupos nos mapas produzidos pela ferramenta SOM. A síntese da rotina a ser incluída no R para executar a *clusterização* foi apresentada no Apêndice A.

Conforme mencionado por Negnevitsky (2017), cabe ao pesquisador interpretar os *clusters* escolhidos para a análise utilizando o seu conhecimento prévio e experiência no assunto. Nesse sentido, os resultados obtidos a partir do agrupamento encontrado nos mapas de Kohonen foram comparados às informações extraídas pela aplicação das mensurações de risco individuais nas instituições bancárias que fazem parte da amostra explorada nesta dissertação. Por fim, ambos os resultados (mensuração dos riscos individuais e *clusters*) foram confrontados com a atual estrutura de segmentação estabelecida pelo Banco Central do Brasil.

4.3.3 Mensuração do risco sistêmico

Apesar de existirem diferentes medidas de risco sistêmico, conforme descrito na seção 3.3.1, Medidas do risco financeiro sistêmico, optou-se por utilizar o $\Delta CoVaR$ nesta dissertação tendo em vista os objetivos propostos. De acordo com Adrian e Brunnermeier (2016), o

$\Delta CoVaR$ foi elaborado a partir do desenvolvimento teórico sobre as externalidades negativas das instituições financeiras que seriam capazes de ampliar os choques no sistema financeiro. Nessa perspectiva, essa medida de risco foi utilizada com o objetivo de identificar as contribuições individuais das instituições bancárias brasileiras, classificadas de acordo com o seu perfil de riscos, para o risco sistêmico do sistema financeiro brasileiro.

Nesse sentido, após avaliar os bancos brasileiros de capital aberto por meio dos indicadores de risco individual e após conduzir a *clusterização* em termos de atributos relacionados à propensão ao risco, foram identificadas as instituições que melhor representam diferentes perfis de riscos para conduzir a análise de risco sistêmico. Para isso, os bancos selecionados para compor a matriz de contágio, extraída pelo $\Delta CoVaR$, foram as instituições que se encontram na mediana de cada grupo e, conseqüentemente, representavam as suas características mais acentuadas. A síntese do *script* utilizado para encontrar o $\Delta CoVaR$ está descrita no Apêndice B.

Em sua metodologia de cálculo, o $\Delta CoVaR$ parte da estimação da perda agregada das extremidades em termos de *Value-at-Risk*, definido como a perda máxima em relação aos retornos dos preços de mercado dentro de um intervalo de confiança $\alpha\%$ ⁷, condicionado a determinado evento $C(r_{it})$ observado para um banco i . Por sua vez, o sistema financeiro, dado pelo portfólio constituído por todas as instituições do sistema financeiro, é representado por j . Essa relação é demonstrada na equação 4.

$$Pr(r_{mt}) \leq CoVaR_t^{m|C(r_{it})} = \alpha\% \quad (4)$$

A partir disso, o risco sistêmico de um banco i é definido como a diferença entre o $CoVaR$ do sistema financeiro condicionado ao fato de uma instituição i estar em crise e o $CoVaR$ do sistema financeiro condicionado ao fato de uma instituição i estar em seu estado mediano (GEHRIG; IANNINO, 2019). Conforme descrito por Adrian e Brunnermeier (2016), essa relação, demonstrada por meio da equação 5, indica a parte do risco sistêmico do sistema financeiro como um todo, j , que pode ser atribuída a determinada instituição i .

$$\Delta CoVaR_q^{j|i} = CoVaR_q^{j|X^{i=VaR_q^i}} - CoVaR_q^{j|X^{i=Mediana^i}} \quad (5)$$

⁷ Utilizar um intervalo de confiança baseado em um quantil $(1 - \alpha\%)$ faz com que a probabilidade de um evento de crise não dependa do modelo de riscos de uma instituição individual. Caso o valor fosse fixado previamente (por exemplo, um evento de crise seria aquele em que o mercado cai 10%), então bancos com menor volatilidade teriam um $CoVaR$ maior apenas porque o evento seria extremo para o seu modelo de negócios (ADRIAN; BRUNNERMEIER, 2016).

Apesar de Adrian e Brunnermeier (2016), idealizadores do modelo, utilizarem os retornos semanais para calcular o $\Delta CoVaR$, nesta dissertação optou-se por utilizar os retornos diários. Isso porque o período amostral é mais curto do que o proposto pelos autores, permitindo que fossem utilizados dados em maior frequência. Nesse sentido, foram coletados os retornos diários entre janeiro de 2017 (a partir da publicação da Resolução CMN n.º 4.553/2017) e dezembro de 2020 dos bancos (i) selecionados para compor a matriz de contágio após a etapa da análise dos riscos individuais. Por sua vez, com a intenção de definir o sistema j , foram utilizados os retornos diários do índice Bovespa (Ibov). Os dados foram coletados por meio da base Economatica®.

Em relação a suas propriedades, vale destacar que o $\Delta CoVaR_q^{sistema(j)|banco(i)}$ é uma medida de risco direcional, de modo que o seu resultado pode vir a ser diferente de uma medida representada por $\Delta CoVaR_q^{banco(i)|sistema(j)}$. Nesse sentido, a mensuração proposta por Adrian e Brunnermeier (2016) segue a direção sistema|banco e, assim, quantifica a mudança incremental no risco sistêmico quando a instituição bancária i se encontra em uma situação adversa. Essa característica é importante uma vez que medidas de risco que invertem o relacionamento banco|sistema, como é o caso da SRISK e da SES, não respondem à pergunta proposta por esta dissertação, o que reforça a justificativa para a escolha do $\Delta CoVaR$ como medida de risco sistêmico neste trabalho.

Estudos prévios aplicaram o $\Delta CoVaR$ na análise de empresas brasileiras de capital aberto. A investigação conduzida por Almeida, Frascaroli e Cunha (2012) demonstrou que, em um grupo composto por dezesseis companhias, a maior contribuição para o valor em risco do mercado nacional teve origem na Petrobras (PETR4). Por sua vez, Fernandes, Machado e Cavalcante (2017) concluíram não haver indícios do predomínio de um setor na contribuição marginal para o valor em risco do mercado ao avaliar um grupo composto pelas nove empresas de maior liquidez em termos de negociação na bolsa de valores em 2016.

Finalmente, a exemplo de Adrian e Brunnermeier (2016), utilizou-se um conjunto de “variáveis de estado” (*state variables*) com o objetivo de estimar a evolução do $\Delta CoVaR$ no tempo. Essas variáveis, conforme descrito pelos autores, condicionam a média e a volatilidade das medidas de risco e são importantes para evitar que as possíveis correlações entre as medidas de risco de diferentes instituições sejam capazes de influenciar o modelo. Assim como Mendonca e Silva (2018), o conjunto de variáveis de estado selecionadas foram:

- SPP - A variação dos vértices da curva de juros mensurada por meio do *spread* entre a curva de juros nominais PRE x DI calculada para vencimento em 5 anos e 3 anos. No caso

desta dissertação, foram utilizados os dados do Índice de Duração Constante ANBIMA (IDkA), que representa o comportamento de aplicações de prazos fixos em títulos públicos. Estes dados foram extraídos da base Economatica®.

- ΔIRF - A variação na taxa de juros de títulos públicos com vencimento entre 3 e 7 anos com cupons semestrais (NTN-F), cujos dados foram coletados por meio da base do Tesouro Direto.
- $\Delta BOV30$ - A volatilidade do Índice Bovespa nos últimos 30 dias, cujos dados foram extraídos da Economatica®.
- SPD - O *spread* entre as taxas de juros das debêntures remuneradas pela taxa DI e do IDkA Pre 5 anos. Nesta dissertação foi utilizado o Índice de Debêntures ANBIMA (IDA), que representa o comportamento da dívida privada remunerada pelo DI. Os dados foram extraídos da ComDinheiro®.

Por meio do desenvolvimento metodológico apresentado nessa seção, espera-se ser capaz de responder à pergunta que guia esta dissertação, qual seja: “*observando as instituições bancárias brasileiras a partir de categorias segundo o seu perfil de riscos, como se dá a contribuição de cada grupo para o risco financeiro sistêmico do país?*”, e, a partir disso, fornecer insumos para o debate sobre como considerar o perfil de risco dos bancos pode ser relevante para estabelecer políticas prudenciais proporcionais à contribuição marginal de cada instituição ao risco sistêmico.

5 Execução dos modelos e análise dos resultados

O objetivo deste capítulo é apresentar os resultados dos modelos de avaliação de riscos aplicados às instituições financeiras bancárias de capital aberto que operam no Brasil. Conforme proposto no capítulo 4, Metodologia, em um primeiro momento será descrito o risco assumido pelos bancos individuais sob o ponto de vista do mercado ($P(Default)$), contábil (Z-Score) e do regulador (densidade(APR)). Em seguida, será apresentada a *clusterização* dos bancos de acordo com os seus atributos de propensão ao risco, e os resultados encontrados serão comparados à metodologia de segmentação proposta pelo Banco Central do Brasil. Por fim, a contribuição marginal das instituições da amostra ao risco financeiro sistêmico será mensurada, destacando-se quais grupos se destacaram nos momentos de maior estresse no mercado financeiro.

5.1 Avaliação dos riscos individuais

5.1.1 Risco de mercado, do regulador e contábil dos bancos da amostra

Como passo inicial na execução dos modelos, foram calculados os riscos sob o ponto de vista do mercado ($P(Default)$), contábil (Z-Score) e do regulador (densidade(APR)). A tabela 7 descreve a estatística descritiva dessas medidas de risco individual dos indivíduos da amostra para todo o período que está sendo estudado (2017 a 2020). Esclarece-se que, considerando os ajustes descritos na seção 4.3.1, Mensuração do risco individual, no ano de 2017, a amostra utilizada foi de 15 bancos; em 2018 a 2019, de 16 bancos e; em 2020, de 18 bancos. A tabela 11 indica quais bancos foram considerados em cada ano.

Vale ressaltar que, conforme descrito na seção 3.2.2 Medidas do risco em bancos individuais, o $P(Default)$ indica a probabilidade de que o valor dos ativos de uma instituição se tornem inferiores ao valor de face dos seus passivos, levando-a à falência. Por sua vez, o Z-Score demonstra a probabilidade de solvência da instituição e, quando calculado com o sinal invertido, passa a assumir relação direta com a insolvência. A densidade(APR), por fim, demonstra o percentual de ativos do banco que estão enquadrados dentro do risco de mercado, de crédito ou operacional. Isso significa que, em todos os casos, quanto maior o valor apresentado, maior o risco da instituição sob determinada perspectiva.

Tabela 7 – Estatística descritiva das medidas de risco individual

Medida	Méd.	dp	Mín.	25%	50%	75%	Máx.
P(Default)	0,07	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11	0,40
densidade(APR)	0,62	0,22	0,08	0,52	0,58	0,75	1,20
Z-Score	-3,68	0,56	-4,79	-4,07	-3,85	-3,62	-1,62

Fonte: Elaborada pelo autor.

A Tabela 11 apresenta os resultados dos modelos de risco individual dos bancos da amostra, considerando os ajustes mencionados. Esses resultados foram reservados para serem comparados com aqueles decorrentes da aplicação do modelo de clusterização nas instituições financeiras da amostra. A escala de cores tenciona facilitar a visualização do nível de risco das instituições pela perspectiva de mercado, regulatória e contábil, sendo que, quanto mais próximo do vermelho, maior o risco ao qual o banco em análise está submetido, conforme descrito na seção 3.2.2, Medidas do risco em bancos individuais.

Cabe destacar que a ausência de um padrão quanto às medidas de risco $P(Defaul\!t)$, densidade(APR) e Z-Score é esperada pela literatura uma vez que, como exposto por Park e Oh (2020), cada perspectiva demonstra um aspecto diferente do risco assumido pelas instituições financeiras sob avaliação. Assim, medir o risco sob diversos ângulos é apropriado para confirmar que os resultados não estarão limitados a uma determinada escolha metodológica.

A partir dos resultados indicados na Tabela 11, cumpre-se o primeiro objetivo específico indicado nesta dissertação, qual seja: identificar o perfil de risco dos bancos brasileiros de capital aberto de acordo com as perspectivas do mercado, do regulador e contábil. Os resultados foram discutidos após a apresentação dos grupos de bancos brasileiros categorizados de acordo com o seu perfil de risco.

5.1.2 Clusterização dos bancos da amostra

Em seguida, foi operacionalizada a *clusterização* de acordo com os atributos de risco individual das instituições bancárias da amostra. Para isso, foram utilizadas as características indicadas na seção, 4.3.2 *Clusterização* das instituições bancárias, quais sejam:

- C1 - *Buffer* de capital;
- C2 - Independência financeira;
- C3 - Índice de Capital nível 1 (IPR1);

- C4 - Razão de Alavancagem;
- O1 - Exposição a atividades bancárias;
- O2 - Depósitos;
- O3 - Diversificação geográfica;
- A1 - Risco da carteira de crédito;
- A2 - Provisão para perdas com operações de crédito;
- A3 - Empréstimos inadimplentes;
- A4 - Participação dos empréstimos;
- A5 - Cessão de créditos;
- P1 - Distância entre o IPR1 da instituição e mínimo exigido pelo regulador;
- P2 - Distância entre o Índice de Capital Principal da instituição e o mínimo exigido pelo regulador;
- P3 - Distância entre o $ACP_{\text{Conservação}}$ da instituição e o mínimo exigido pelo regulador;
- P4 - Distância entre o $ACP_{\text{Contracíclico}}$ da instituição e o mínimo exigido pelo regulador;
- P5 - Distância entre o $ACP_{\text{Sistêmico}}$ da instituição e o mínimo exigido pelo regulador;
- L1 - Encaixe voluntário;
- L2 - Liquidez imediata;
- L3 - Liquidez de curto prazo (LCR);
- L4 - Liquidez de longo prazo (NSFR);
- T1 - Total de Ativos.

A tabela 8 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis considerando todo o período em análise (2017 a 2020).

Tabela 8 – Estatística descritiva das características dos bancos que fazem parte da amostra - dados agrupados

Variável	N	Méd.	dp	Mín.	25%	50%	75%	Máx.
C1	76	0,084	0,045	0,032	0,059	0,074	0,09	0,305
C2	76	0,11	0,037	0,054	0,084	0,101	0,137	0,219
C3	76	0,15	0,05	0,09	0,122	0,138	0,155	0,385
C4	76	0,089	0,031	0,047	0,068	0,082	0,094	0,193
O1	76	0,685	0,221	0,168	0,541	0,7	0,897	1,027
O2	76	0,441	0,212	0,008	0,262	0,433	0,646	0,801
O3	76	0,073	0,129	0	0	0,003	0,08	0,455
A1	76	0,062	0,03	0,012	0,037	0,062	0,077	0,162
A2	76	6,785	13,727	0,787	1,293	1,83	3,029	71,704

continua na próxima página

Tabela8 – continuação da página anterior

Variável	N	Méd.	dp	Mín.	25%	50%	75%	Máx.
A3	76	0,158	0,757	0,0001	0,014	0,026	0,038	5,122
A4	76	0,391	0,162	0,107	0,302	0,382	0,518	0,712
A5	76	0,005	0,015	0	0	0	0,002	0,084
P1	76	0,09	0,048	0,03	0,063	0,079	0,095	0,286
P2	76	0,099	0,05	0,043	0,074	0,083	0,103	0,301
P3	76	-0,004	0,015	-0,025	-0,013	0	0	0,112
P4	76	-0,01	0,013	-0,025	-0,025	-0,013	0	0,032
P5	76	-0,007	0,009	-0,02	-0,01	-0,005	0	0,02
L1	76	0,851	1,754	0,016	0,168	0,285	0,666	11,805
L2	76	15,575	29,24	0,304	1,91	4,368	16,631	169,877
L3	76	1,219	3,072	0	0	0	1,509	18,09
L4	76	0,25	0,489	0	0	0	0	1,457
T1	76	24,632	1,857	21,999	23,342	24,005	25,579	28,271

Fonte: Elaborada pelo autor.

A tabela 9, por sua vez, apresenta as estatísticas descritivas das variáveis por ano em análise. Nessa avaliação foi considerado o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov (Z K-S), o qual rejeitou a hipótese da normalidade nos dados, e o teste U de heterogeneidade de Mann-Whitney (U), o qual aceitou a hipótese de que a mediana entre os dados da amostra é estatisticamente significativa.

Tabela 9 – Estatística descritiva das características dos bancos que fazem parte da amostra - por ano

Variável	2020										2019									
	Méd.	dp	Min.	25%	50%	75%	Máx.	Z	K-S	U	Méd.	dp	Min.	25%	50%	75%	Máx.	Z	K-S	U
								D	p-value								D	p-value		
C1	0,08	0,05	0,03	0,07	0,08	0,09	0,24	0,51	0,00	0,00	0,09	0,06	0,04	0,06	0,08	0,10	0,31	0,52	0,00	0,00
C2	0,10	0,03	0,06	0,08	0,10	0,12	0,17	0,52	0,00	0,00	0,12	0,05	0,07	0,09	0,11	0,14	0,22	0,53	0,00	0,00
C3	0,15	0,05	0,10	0,13	0,14	0,16	0,32	0,54	0,00	0,00	0,16	0,07	0,10	0,12	0,14	0,15	0,39	0,54	0,00	0,00
C4	0,08	0,03	0,05	0,07	0,08	0,10	0,15	0,52	0,00	0,00	0,10	0,04	0,06	0,07	0,08	0,10	0,19	0,52	0,00	0,00
O1	0,74	0,19	0,40	0,59	0,76	0,91	0,10	0,65	0,00	0,00	0,68	0,21	0,23	0,54	0,70	0,85	0,99	0,59	0,00	0,00
O2	0,48	0,20	0,21	0,32	0,46	0,64	0,80	0,58	0,00	0,00	0,44	0,21	0,09	0,27	0,49	0,63	0,77	0,54	0,00	0,00
O3	0,06	0,12	0,00	0,00	0,00	0,08	0,42	0,50	0,00	0,01	0,07	0,13	0,00	0,00	0,00	0,08	0,43	0,50	0,00	0,01
A1	0,05	0,02	0,01	0,03	0,05	0,07	0,10	0,51	0,00	0,00	0,06	0,03	0,01	0,04	0,07	0,08	0,13	0,51	0,00	0,00
A2	5,30	9,98	0,99	1,51	1,87	2,75	43,24	0,84	0,00	0,00	6,25	10,93	0,92	1,58	1,99	3,49	43,63	0,82	0,00	0,00
A3	0,03	0,03	0,00	0,01	0,02	0,03	0,11	0,50	0,00	0,00	0,25	0,97	0,00	0,01	0,03	0,04	4,26	0,50	0,00	0,00
A4	0,39	0,15	0,15	0,28	0,36	0,48	0,71	0,56	0,00	0,00	0,39	0,16	0,16	0,31	0,39	0,49	0,68	0,57	0,00	0,00
A5	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,50	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,50	0,00	0,01
P1	0,09	0,05	0,04	0,07	0,08	0,10	0,26	0,52	0,00	0,00	0,10	0,06	0,04	0,06	0,08	0,09	0,29	0,52	0,00	0,00
P2	0,10	0,05	0,04	0,08	0,08	0,11	0,27	0,52	0,00	0,00	0,10	0,06	0,05	0,07	0,08	0,10	0,30	0,52	0,00	0,00
P3	-0,01	0,04	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,50	0,00	0,00	-0,00	0,00	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,18
P4	-0,01	0,01	-0,03	-0,03	-0,03	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	-0,01	0,01	-0,02	-0,03	-0,03	0,00	0,03	0,49	0,00	0,00

continua na próxima página

Tabela9 – continuação da página anterior

Variável	2018										2017									
	Méd.	dp	Min.	25%	50%	75%	Máx.	Z	K-S	U	Méd.	dp	Min.	25%	50%	75%	Máx.	Z	K-S	U
P5	-0,01	0,01	-0,02	-0,02	-0,01	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	-0,01	0,01	-0,02	-0,02	-0,01	0,00	0,02	0,49	0,00	0,01
L1	0,53	0,75	0,02	0,13	0,27	0,55	3,22	0,51	0,00	0,00	0,71	0,97	0,03	0,17	0,34	0,70	3,82	0,51	0,00	0,00
L2	6,73	7,93	0,30	1,73	2,72	6,96	26,48	0,81	0,00	0,00	10,06	13,64	0,67	1,53	3,16	11,54	46,91	0,79	0,00	0,00
L3	1,17	2,14	0,00	0,00	0,00	1,87	8,75	0,50	0,00	0,02	0,97	2,08	0,00	0,00	0,00	1,35	8,55	0,50	0,00	0,04
L4	0,38	0,59	0,00	0,00	0,00	1,08	1,46	0,50	0,00	0,04	0,30	0,52	0,00	0,00	0,00	0,55	1,22	0,50	0,00	0,06
T1	24,88	1,84	22,69	23,70	24,14	25,72	28,27	1,00	0,00	0,00	24,65	1,88	22,49	23,21	23,88	25,47	28,05	1,00	0,00	0,00

Variável	2018										2017									
	Méd.	dp	Min.	25%	50%	75%	Máx.	Z	K-S	U	Méd.	dp	Min.	25%	50%	75%	Máx.	Z	K-S	U
C1	0,08	0,04	0,04	0,06	0,07	0,09	0,21	0,52	0,00	0,00	0,07	0,03	0,03	0,06	0,07	0,08	0,14	0,51	0,00	0,00
C2	0,11	0,04	0,05	0,09	0,10	0,14	0,17	0,52	0,00	0,00	0,11	0,03	0,06	0,09	0,11	0,13	0,17	0,53	0,00	0,00
C3	0,15	0,05	0,09	0,12	0,13	0,15	0,30	0,54	0,00	0,00	0,14	0,03	0,09	0,12	0,14	0,15	0,23	0,54	0,00	0,00
C4	0,09	0,03	0,05	0,07	0,09	0,09	0,16	0,52	0,00	0,00	0,09	0,02	0,05	0,07	0,08	0,09	0,15	0,52	0,00	0,00
O1	0,66	0,24	0,19	0,48	0,67	0,89	1,02	0,57	0,00	0,00	0,66	0,24	0,17	0,56	0,68	0,88	1,03	0,57	0,00	0,00
O2	0,43	0,22	0,01	0,27	0,39	0,63	0,77	0,51	0,00	0,00	0,41	0,23	0,00	0,24	0,44	0,59	0,79	0,50	0,00	0,00
O3	0,08	0,14	0,00	0,00	0,00	0,07	0,46	0,50	0,00	0,01	0,08	0,14	0,00	0,00	0,00	0,07	0,46	0,50	0,00	0,01
A1	0,06	0,03	0,01	0,04	0,06	0,08	0,14	0,51	0,00	0,00	0,07	0,03	0,02	0,05	0,07	0,09	0,16	0,51	0,00	0,00
A2	5,16	10,13	0,79	1,46	1,73	2,39	35,57	0,81	0,00	0,00	10,43	21,07	0,85	1,04	1,71	5,54	71,70	0,80	0,00	0,00
A3	0,30	1,17	0,00	0,01	0,03	0,04	5,12	0,50	0,00	0,00	0,06	0,12	0,00	0,02	0,03	0,04	0,57	0,50	0,00	0,00
A4	0,38	0,17	0,13	0,29	0,39	0,53	0,71	0,55	0,00	0,00	0,41	0,17	0,11	0,32	0,40	0,53	0,70	0,54	0,00	0,00
A5	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,50	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,50	0,00	0,01
P1	0,09	0,05	0,03	0,06	0,08	0,10	0,24	0,51	0,00	0,00	0,08	0,03	0,03	0,06	0,08	0,09	0,17	0,51	0,00	0,00
P2	0,10	0,05	0,04	0,08	0,08	0,10	0,25	0,52	0,00	0,00	0,09	0,04	0,05	0,07	0,09	0,10	0,19	0,52	0,00	0,00
P3	-0,01	0,01	0,00	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,01	0,00	0,03	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,11	0,50	0,00	0,21
P4	-0,01	0,01	-0,02	-0,02	0,00	0,00	0,03	0,49	0,00	0,06	-0,01	0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,03	0,50	0,00	0,04
P5	-0,01	0,00	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,01	0,50	0,00	0,00	-0,00	0,00	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00
L1	0,71	0,89	0,02	0,13	0,28	0,88	3,00	0,51	0,00	0,00	1,46	3,16	0,05	0,21	0,27	0,67	11,81	0,52	0,00	0,00
L2	16,21	31,65	1,18	2,36	4,61	17,78	141,20	0,88	0,00	0,00	29,29	44,70	0,40	2,93	5,57	47,79	169,88	0,87	0,00	0,00
L3	1,34	3,65	0,00	0,00	0,00	1,59	16,00	0,50	0,00	0,04	1,40	4,12	0,00	0,00	0,00	1,35	18,09	0,50	0,00	0,04
L4	0,31	0,54	0,00	0,00	0,00	0,54	1,27	0,50	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	NA ^a
T1	24,55	1,91	22,42	23,19	24,03	25,35	28,01	1,00	0,00	0,00	24,45	1,93	22,00	23,17	23,84	25,29	27,94	1,00	0,00	0,00

^a O cálculo do NSFR não era realizado em 2017.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Em um primeiro momento, a ferramenta SOM foi executada utilizando-se todas as variáveis propostas. Observou-se, no entanto, que as variáveis Distância entre o ACP_{Contracíclico} da instituição e o mínimo exigido pelo regulador (P4), Distância entre o ACP_{Sistêmico} da instituição e o mínimo exigido pelo regulador (P5), Liquidez de curto prazo (L3) e Liquidez de longo prazo (L4) trouxeram prejuízos ao modelo. Isso porque a parcela mínima do ACP_{Contracíclico} fixada pelo órgão regulador, base para o cálculo da variável P4, foi de 0% durante todo o período. Além disso, uma vez que a parcela do ACP_{Sistêmico}, base para o cálculo da variável P5 e a divulgação dos indicadores de liquidez de curto e de longo prazo são exigidas apenas para instituições

enquadradas no segmento 1 da classificação do BCB, 79% dos bancos da amostra apresentaram dados ausentes para essas informações.

Ainda com o objetivo de aperfeiçoar o modelo, foi preciso excluir da amostra o banco da B3. A explicação para isso consiste no fato de que, apesar de este banco ser classificado como múltiplo com carteira comercial, não existem operações de crédito em sua carteira de ativos. Por esse motivo, não foi possível proceder ao cálculo das variáveis Exposição a atividades bancárias (O1), Depósitos (O2), Diversificação geográfica (O3), Risco da carteira de crédito (A1), Provisão para perdas com operações de crédito (A2), Empréstimos inadimplentes (A3), Participação dos empréstimos (A4) e Cessão de créditos (A5). Assim, a amostra utilizada para executar o modelo de *clusterização* restou composta por 19 instituições bancárias.

A curva de progressão do processo de aprendizagem do algoritmo utilizado para a execução dos SOMs foi reproduzida na figura 13, localizada no Apêndice C - Maiores detalhes dos resultados dos *Self-Organizing Maps*. Por meio dela, é possível observar a evolução da distância média das células até as células vizinha mais próximo no mapa de Kohonen, a qual apresentou uma queda até aproximadamente a interação de número 6.000, mas se manteve estável após esse patamar. Isso demonstra que a utilização de 10.000 interações, conforme sugerido por Negnevitsky (2017) poderia não ser necessária no caso da amostra que está sendo trabalhada.

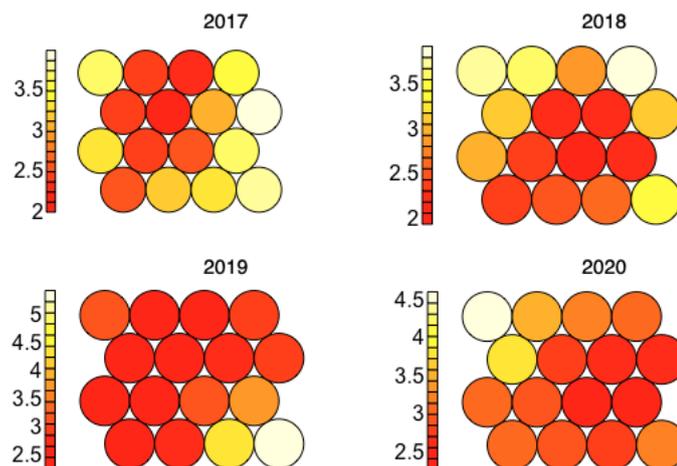
Em seguida, foram realizados os primeiros testes na amostra. O primeiro deles, ilustrado na figura 14, indica a quantidade de indivíduos alocados em cada célula do mapa. Observa-se que o maior número de instituições em uma célula foi 3, o que aconteceu em 2019 e em 2020. Cabe ressaltar que as células vazias foram representadas em cinza. A figura 15, por sua vez, indica a distância média entre os indivíduos que fazem parte da mesma célula. Nota-se que, em geral, as distâncias foram curtas. Isso é positivo para o modelo, uma vez que a sua meta é encontrar instituições que compartilham características similares. As figuras mencionadas foram reproduzidas no Apêndice C - Maiores detalhes dos resultados dos *Self-Organizing Maps*.

A figura 2 representa o mapa da distância euclidiana⁸ entre os vetores das células vizinhas, conhecido como U-Matrix. É esperado que as células que formam um mesmo *cluster* estejam próximas umas as outras. Ao mesmo tempo, é esperado que os diferentes *clusters* (grupos compostos por células vizinhas) estejam longe uns dos outros. No resultado obtido após a execução do SOM para 2017, 2018, 2019 e 2020, observou-se que, em geral, as células vizinhas

⁸ A distância euclidiana corresponde à medida de similaridade representada pelo comprimento de um segmento de reta desenhado entre dois objetos. É a medida de similaridade mais comumente utilizada na análise de agrupamentos (HAIR et al., 2009).

ficaram próximas durante todo o período, especialmente em 2019. Isso pode indicar dificuldade em realizar uma separação robusta entre os grupos formados por meio da *clusterização*. Cabe ressaltar que, neste momento, os *clusters* ainda não foram separados. Isso será realizado no próximo passo.

Figura 2 – U-Matrix: Distância entre os *clusters* e seus vizinhos

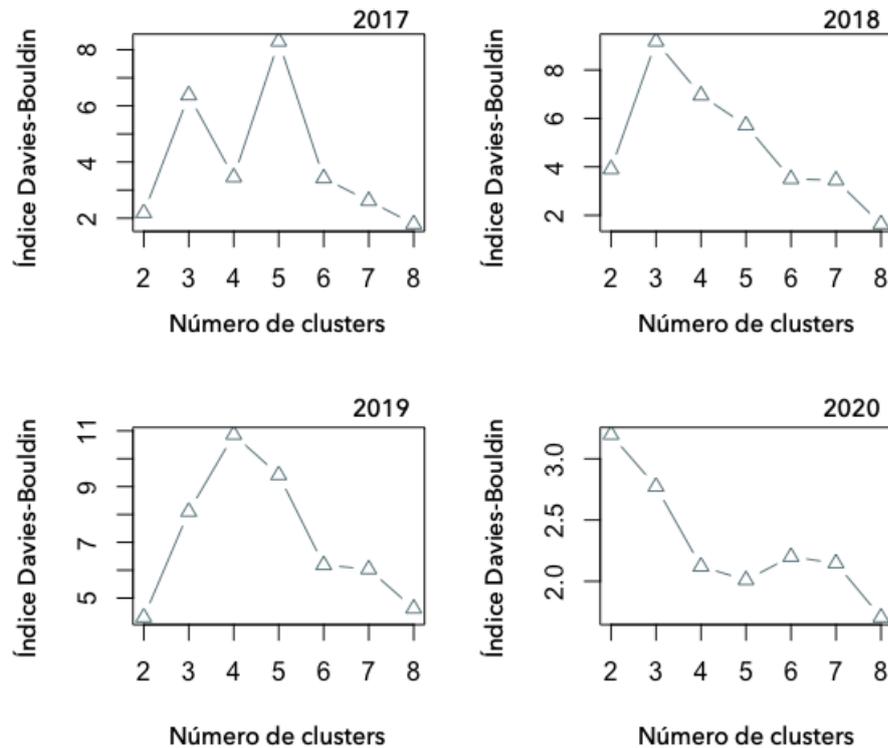


Fonte: Elaborada pelo autor.

O próximo passo foi identificar a quantidade de *clusters* que seriam formados nos mapas. Para isso, conforme discutido em 4.3.2 *Clusterização* das instituições bancárias, foi utilizado o índice Davies-Bouldin (DB), que calcula a distância euclidiana entre as características das instituições localizadas dentro de um mesmo grupo e fora dele. A figura 3 reproduz os resultados obtidos para os anos de 2017 a 2020. De acordo com a figura, a quantidade ideal de *clusters* formados seria oito (quantidade de *clusters* que minimiza o Índice DB). Entretanto, entende-se que esta quantidade de grupos seria extensa para a amostra de apenas 19 indivíduos. Por esse motivo, optou-se por formar quatro *clusters* em cada um dos anos da análise, uma vez que essa quantidade reduziu o Índice DB nos anos de 2017 e 2020.

O próximo passo foi identificar os indivíduos que pertencem a cada conjunto de células agrupadas no modelo. A figura 4 indica as instituições bancárias que fazem parte das células cujos valores das variáveis estão mais próximos quando divididas em grupos de quatro. A escala de cores indica a distância entre as células, sendo que as maiores distâncias correspondem a cores mais escuras, enquanto distâncias menores correspondem a cores mais claras. Vale ressaltar que essa figura se diferencia da figura 2 na medida em que, enquanto a U-Matrix ilustra a soma das distâncias euclidianas em relação aos vizinhos imediatos de cada unidade, a figura 4 é uma relação entre as distâncias par-a-par considerando-se todos os indivíduos que fazem parte da amostra e todas as variáveis que estão sendo utilizadas para executar o mapa.

Figura 3 – Índice Davies-Bouldin

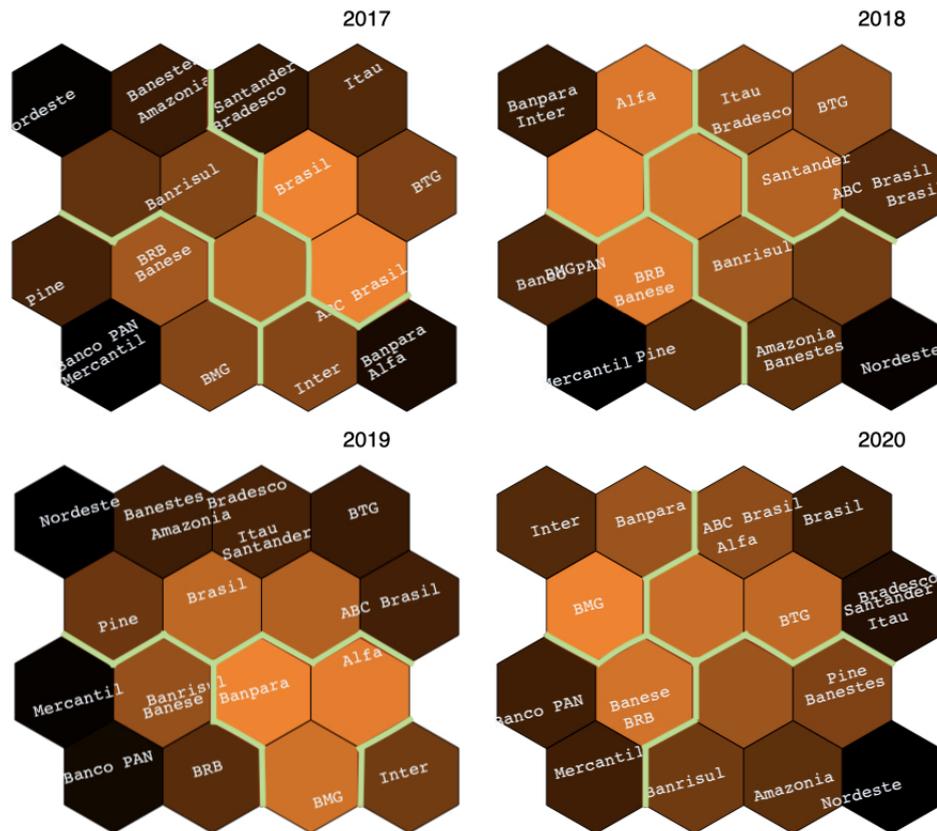


Fonte: Elaborada pelo autor.

Conforme pode ser observado na figura 4, em 2017, os grupos receberam a seguinte composição: (1) Nordeste, Banestes, Amazônia e Banrisul; (2) Santander, Bradesco, Itaú, Banco do Brasil, ABC e BTG; (3) Pine, PAN, Mercantil, BRB, Banese e BMG; e (4) Inter, Banpará e Alfa. Em 2018, os grupos foram compostos por: (1) Banpará, Inter e Alfa; (2) Itaú, Bradesco, BTG, Santander, ABC e Banco do Brasil; (3) BMG, Pan, BRB, Banese, Mercantil e Pine; e (4) Banrisul, Amazônia, Bantestes e Nordeste. Em 2019, as seguintes composições foram encontradas: (1) Nordeste, Pine, Banestes, Amazônia, Bradesco, Itaú, Santander, Banco do Brasil, BTG e ABC; (2) Mercantil, PAN, Banrisul, Banese e BRB; (3) Panpará, Alfa e BMG; e (4) Inter. Por fim, em 2020, foram formados os seguintes grupos: (1) Inter, Banpará e BMG; (2) ABC, Alfa, Banco do Brasil, BTG, Bradesco, Santander e Itaú; (3) PAN, Mercantil, Banese e BRB; e (4) Banrisul, Amazônia, Nordeste, Pine e Banestes.

O próximo passo foi avaliar as características de destaque em cada um dos quadro grupos encontrados para os anos em análise. As figuras 5, 6, 7 e 8 fazem essas descrições para os anos de 2017, 2018, 2019 e 2020, respectivamente. Em cada figura, o gráfico da esquerda representa a importância dos vetores (características C1 a T1) nas células identificadas nos mapas. Quanto maior a fatia do gráfico correspondente a determinado vetor, mais relevante é a respectiva

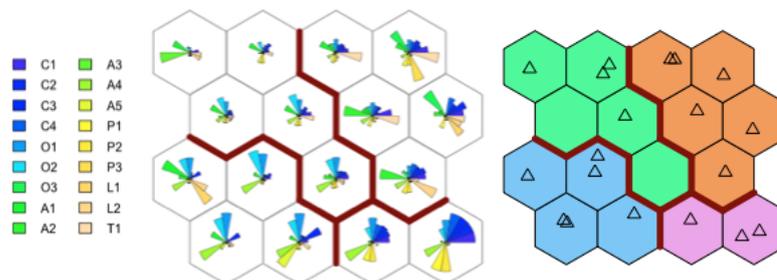
Figura 4 – Distribuição dos indivíduos em cada grupo



Fonte: Elaborada pelo autor.

característica na identificação das instituições que fazem parte dessa célula. O gráfico da direita indica a quantidade de indivíduos alocados nos grupos, representada pelos triângulos.

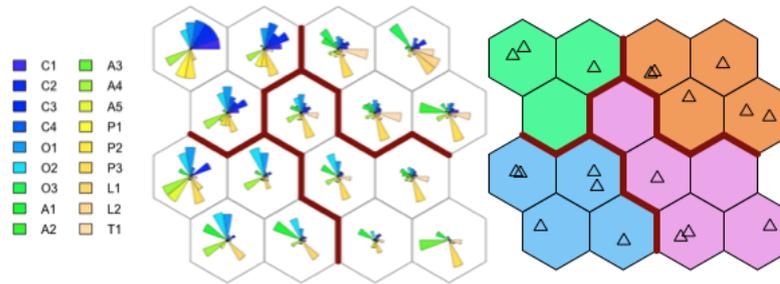
Figura 5 – Mapa de vetores e indivíduos por grupo (2017)



Fonte: Elaborada pelo autor.

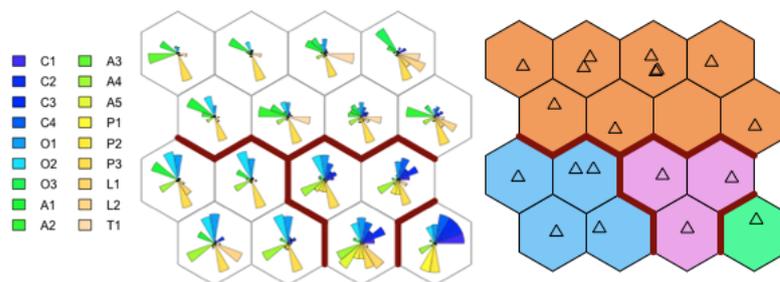
Como indicado pela figura 2, a proximidade entre as células no modelo executado dificulta a análise observando apenas as características apresentadas nos mapas. Nesse sentido, com o objetivo de compreender as características que melhor descrevem cada grupo, os vetores foram individualmente descritos. As figuras 16, 17, 18 e 19, apresentadas no Apêndice C - Maiores detalhes dos resultados dos *Self-Organizing Maps*, ilustram o resultado desta análise para 2017,

Figura 6 – Mapa de vetores e indivíduos por grupo (2018)



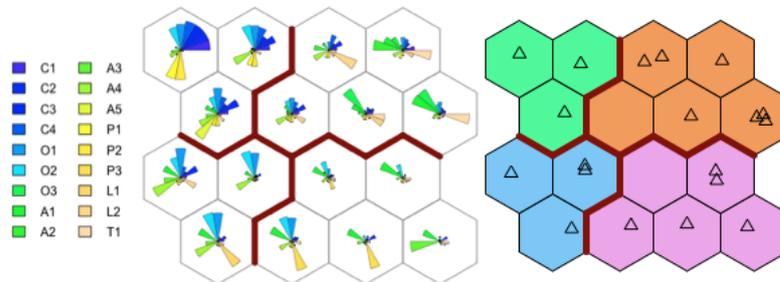
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 7 – Mapa de vetores e indivíduos por grupo (2019)



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 8 – Mapa de vetores e indivíduos por grupo (2020)



Fonte: Elaborada pelo autor.

2018, 2019 e 2020, respectivamente. Nestas figuras, o esquema de cores indica que, quanto mais próximo do vermelho, maior é a média do vetor para os indivíduos que fazem parte da célula. Por exemplo, no vetor C1 da figura 16, os indivíduos localizados na quarta célula da esquerda para direita, de baixo para cima, são os que possuem os maiores valores para o atributo C1.

A partir das mencionadas figuras, observa-se que, para o ano de 2017 o grupo localizado na extremidade direita superior (D.S) possui valores mais elevados para a variável O3 e T1; o grupo localizado na extremidade direita inferior (D.I.) apresenta valores mais elevados para O1 e A4; e o grupo localizado na extremidade esquerda inferior (E.I.) se destaca quanto à O1, O2 e A4. Por sua vez, no ano de 2018, o grupo localizado em D.S. possui valores mais elevados para as variáveis O3, P3, L1 e T1; o grupo localizado em D.I. se destaca quanto à O2 e A4; o grupo

localizado na extremidade esquerda superior (E.S.) apresenta valores mais elevados para C1 a C4, O1, A4, P1 e P2; e o grupo em E.I. possui valores mais altos para O1, O2, A4 e P3.

Em 2019, o grupo localizado na borda superior se destaca apenas em relação à P3. No entanto, os demais grupos também apresentaram valores elevados para essa variável, razão pela qual ela foi excluída da análise. O grupo localizado em D.I. apresentou valores elevados para as variáveis de C1 a C4; o grupo localizado em E.I. apresentou valores elevados para O1, O2, A4 e L2; e o grupo localizado no meio inferior apresentou valores mais altos para O2, A4 e A5. Por fim, em 2020, o grupo localizado na E.S. apresentou valores elevados para C1 a C4, O1, O2, P1 e P2; o grupo localizado na E.I. indicou possuir valores mais altos para O1, O2 e A4; o grupo localizado na DS demonstrou valores mais altos para O3 e T1; e o grupo localizado na DI apresentou maiores valores para P3. Os grupos não mencionados não se destacaram em relação às variáveis que representam suas características.

A síntese destes resultados foi descrita na tabela 10. O grupo E.I. se refere à “esquerda superior”; D.I., à “direita inferior”; E.S., à “esquerda superior”; D.S., à “direita superior”; M.I., à “meio inferior”; e T., a “topo”, conforme localização no mapa de Kohonen apresentado na figura 4.

Tabela 10 – Grupos identificados nos SOMs e suas principais características

Ano	Grupo	Bancos	Atributos com maiores médias
2017	E.S.	Nordeste, Banestes, Amazônia e Banrisul	-
	D.S.	Santander, Bradesco, Itaú, Banco do Brasil, ABC e BTG	O3 e T1
	E.I.	Pine, PAN, Mercantil, BRB, Banese e BMG	O1, O2 e A4
	D.I.	Inter, Banpará e Alfa	O1 e O4
2018	E.S.	Banpará, Inter e Alfa	-
	D.S.	Itaú, Bradesco, BTG, Santander, ABC e Banco do Brasil	O3, P3, L1 e T1
	E.I.	BMG, PAN, BRB, Banese, Mercantil e Pine	O1, O2, A4 e P3
	D.I.	Banrisul, Amazônia, Banestes e Nordeste	C1, C2, C3, C4, O1, A4, P1 e P2
2019	T.	Nordeste, Pine, Banestes, Amazônia, Bradesco, Itaú, Santander, Banco do Brasil, BTG e ABC	-
	E.I.	Mercantil, PAN, Banrisul, Banese e BRB	O1, O2, A4 e L2
	M.I.	Banpará, Alfa e BMG	O2, A4 e A5
	D.I.	Inter	C1, C2, C3 e C4

continua na próxima página

Tabela10 – continuação da página anterior

Ano	Grupo	Bancos	Atributos com maiores médias
2020	E.S.	Inter, Banpará e BMG	C1, C2, C3, C4, O1, O2, P1 e P2
	D.S.	ABC, Alfa, Banco do Brasil, BTG, Bradesco, Santander e Itaú	O3 e T1
	E.I.	PAN, Mercantil, Banese e BRB	O1, O2 e A4
	D.I.	Banrisul, Amazônia, Nordeste, Pine e Banestes	P3

Fonte: Elaborada pelo autor.

A partir dos resultados apresentados, cumpre-se o segundo objetivo específico proposto nesta dissertação, qual seja: categorizar os bancos brasileiros de capital aberto de acordo com as suas características de capital, complexidade das operações, estrutura de ativos, compliance, liquidez e tamanho. A análise dos resultados será executada na seção seguinte, em que serão avaliados os grupos encontrados considerando tanto o modelo de *clusterização* quanto o perfil de risco dos bancos de acordo com as perspectivas de mercado, do regulador e contábil.

5.1.3 Análise dos grupos encontrados

Visando realizar a análise dos bancos de forma individual, cada instituição foi separada segundo o *cluster* em que está alocada. A tabela 11 apresenta a segregação entre os indivíduos, as medidas do risco individual calculadas como demonstrado na seção 5.1.1 Risco do mercado, do regulador e contábil dos bancos da amostra, o valor médio dos atributos das instituições que pertencem a mesma célula nos SOMs e a segmentação (S1 a S4) conforme os critérios estabelecidos pelo Banco Central do Brasil.

A escala de cores da tabela procura facilitar a visualização das instituições que se assemelham em relação as suas características individuais. Valores mais próximos do vermelho são os mais altos observados para o atributo que está sendo analisado. Cabe esclarecer que a coluna pdef apresenta a medida de risco pelo critério de mercado $P(Default)$, dapr, a medida de risco pelo critério do regulador densidade(APR); e zscar, a medida de risco pelo critério contábil (Z-Score). Para essas medidas, quanto maior o valor indicado, maior o risco da instituição sob a perspectiva analisada, conforme discutido na seção 5.1.1 Risco de mercado, do regulador e contábil dos bancos da amostra.

Os atributos C1 a T1, por sua vez, referem-se às características de risco que estão sendo exploradas neste estudo descritas na tabela 6, e o seu valor indica o valor médio dos bancos que pertencem a mesma célula dos SOMs. Por exemplo, no ano de 2017, os bancos Banestes e Amazônia foram alocados na mesma célula como pode ser observado na figura 4; por esse motivo, possuem os mesmos valores para os atributos de risco C1 a T1. Assim, quanto maior o valor indicado, mais importante é este atributo para o respectivo *cluster*. Por fim, a coluna S indica em qual segmento o banco está classificado, segundo os critérios do órgão regulador. Maiores informações sobre a segmentação utilizada pelo Banco Central do Brasil podem ser encontradas na seção 2.3.3 Segmentação e Proporcionalidade.

Tabela 11 – Riscos das instituições bancárias individuais

2017

Grupo	Banco	Medidas															S						
		pdef	dapr	zscr	C1	C2	C3	C4	O1	O2	O3	A1	A2	A3	A4	A5		P1	P2	P3	L1	L2	T1
E.I.	PAN	0,29	0,70	-3,96	-0,92	0,12	-1,17	-0,72	1,16	0,81	-0,50	0,42	-0,38	0,05	1,12	0,42	-1,18	-0,99	-0,28	0,03	0,00	-0,54	S3
	Mercantil	0,32	0,67	-4,73	-0,92	0,12	-1,17	-0,72	1,16	0,81	-0,50	0,42	-0,38	0,05	1,12	0,42	-1,18	-0,99	-0,28	0,03	0,00	-0,54	S3
	BMG	-	-	-	-0,41	0,90	-0,39	-0,33	1,13	0,62	-0,40	-0,18	-0,43	-0,16	0,79	2,40	-0,39	-0,24	-0,18	-0,18	0,32	-0,60	S3
D.I.	Pine	0,27	0,75	-1,62	-1,30	-0,14	-0,75	-0,42	0,41	0,49	-0,33	1,74	0,29	-0,04	0,28	-0,26	-0,70	-0,54	-0,45	2,07	0,91	-0,76	S3
	BRB	-	-	-	-0,51	-0,39	-0,65	-0,71	0,78	1,16	-0,52	-0,23	-0,37	-0,21	0,64	-0,09	-0,65	-0,49	-0,31	-0,19	-0,40	-0,71	S3
	Banese	0,00	0,56	-3,17	-0,51	-0,39	-0,65	-0,71	0,78	1,16	-0,52	-0,23	-0,37	-0,21	0,64	-0,09	-0,65	-0,49	-0,31	-0,19	-0,40	-0,71	S4
E.S.	Inter	-	-	-	0,48	0,44	0,92	0,85	0,69	0,03	-0,44	-1,05	-0,15	-0,34	1,21	0,04	0,94	1,02	-0,36	-0,36	-0,12	-1,00	S4
	Banpará	-	-	-	1,81	1,43	2,02	2,03	0,49	-0,08	-0,49	-1,27	-0,10	-0,44	0,65	-0,34	2,04	2,08	-0,10	-0,41	-0,25	-0,75	S4
	Alfa	0,22	0,83	-4,67	1,81	1,43	2,02	2,03	0,49	-0,08	-0,49	-1,27	-0,10	-0,44	0,65	-0,34	2,04	2,08	-0,10	-0,41	-0,25	-0,75	S3
D.S.	Banrisul	0,00	0,53	-3,38	-0,05	-0,49	-0,05	-0,44	-0,07	0,56	-0,36	0,35	-0,21	-0,23	-0,21	-0,30	-0,04	0,00	-0,14	-0,38	-0,59	0,29	S2
	Nordeste	0,00	0,73	-3,09	-0,39	-1,20	-0,89	-1,10	-1,15	-0,76	-0,56	0,59	-0,44	3,24	-1,28	-0,37	-0,84	-0,67	-0,12	-0,28	0,36	0,03	S2
	Banestes	0,28	0,42	-3,93	-0,66	-0,66	-0,02	-0,32	-1,19	-0,36	-0,44	0,24	-0,42	0,06	-1,20	-0,33	-0,03	0,08	-0,25	-0,40	-0,45	-0,13	S3
D.S.	Amazônia	0,00	1,01	-3,70	-0,66	-0,66	-0,02	-0,32	-1,19	-0,36	-0,44	0,24	-0,42	0,06	-1,20	-0,33	-0,03	0,08	-0,25	-0,40	-0,45	-0,13	S3
	ABC Brasil	0,00	0,81	-4,02	0,44	0,39	0,44	0,56	-0,35	-0,67	0,41	-1,08	1,61	-0,40	-0,01	-0,33	0,44	0,39	-0,14	-0,13	1,74	-0,17	S3
	Brasil	0,00	0,50	-4,00	0,71	-0,66	0,00	-0,02	-0,37	-0,43	0,44	-0,11	1,56	-0,36	-0,23	-0,26	-0,01	-0,49	0,21	-0,15	-0,15	1,37	S1
D.S.	BTG	-	-	-	0,58	0,77	0,32	0,88	-1,59	-1,23	2,28	-0,46	0,38	-0,29	-1,31	-0,18	0,19	-0,52	-0,03	1,56	0,76	0,72	S1
	Santander	0,00	0,56	-3,87	-0,02	-0,30	-0,05	-0,22	-0,35	-0,46	0,45	0,52	-0,28	-0,23	-0,53	-0,10	-0,04	-0,15	0,11	-0,31	-0,56	1,31	S1
	Bradesco	0,00	0,62	-3,91	-0,02	-0,30	-0,05	-0,22	-0,35	-0,46	0,45	0,52	-0,28	-0,23	-0,53	-0,10	-0,04	-0,15	0,11	-0,31	-0,56	1,31	S1
D.S.	Itaú	0,00	0,57	-3,87	0,68	-0,08	0,37	0,10	-0,41	-0,57	1,85	0,21	-0,12	-0,24	-0,56	-0,13	0,37	0,27	2,54	-0,11	-0,43	1,63	S1

continua na próxima página

2018

Grupo	Banco	Medidas										Valor médio dos atributos das instituições que fazem parte de uma célula no SOM										S		
		pdef	dapr	zscr	C1	C2	C3	C4	O1	O2	O3	A1	A2	A3	A4	A5	P1	P2	P3	L1	L2		L3	T1
E.I.	Mercantil	0,02	0,56	-3,92	-0,29	-0,50	-0,52	-0,74	0,84	1,07	-0,52	1,12	-0,37	-0,20	0,48	-0,20	-0,54	-0,50	0,29	0,90	0,00	0,00	-0,74	S3
	Pine	0,26	0,54	-3,74	-0,61	-0,75	-0,60	-0,77	-0,45	0,43	-0,46	1,24	0,35	0,04	-0,52	-0,36	-0,69	-0,60	-0,11	0,02	-0,49	-0,48	S3	
	BMG	-	-	-	1,00	1,71	1,12	1,45	0,87	0,41	-0,29	-0,62	-0,43	-0,23	1,08	2,40	1,21	1,20	-0,01	1,81	0,01	-0,61	S3	
E.I.	Pan	0,00	0,60	-4,09	-0,60	0,24	-0,43	-0,52	1,22	0,93	-0,55	0,22	-0,42	-0,20	1,38	-0,08	-0,14	-0,35	0,36	-0,35	1,53	-0,36	S3	
	BRB	-	-	-	-0,11	0,06	-0,05	-0,15	0,99	1,10	-0,52	-0,63	-0,39	-0,23	1,19	0,11	-0,01	0,07	0,36	-0,24	-0,33	-0,55	S3	
	Banese	0,00	0,58	-3,44	-0,41	-0,54	-0,39	-0,59	0,51	1,12	-0,52	0,03	-0,12	-0,23	0,33	-0,26	-0,47	-0,38	0,32	-0,35	-0,46	-0,41	S4	
D.I.	Banrisul	0,00	0,52	-3,69	-0,41	-0,54	-0,39	-0,59	0,51	1,12	-0,52	0,03	-0,12	-0,23	0,33	-0,26	-0,47	-0,38	0,32	-0,35	-0,46	-0,41	S2	
	Amazônia	0,00	1,05	-3,15	-0,57	-0,69	-0,38	-0,43	-1,16	-0,35	-0,29	0,76	-0,15	-0,05	-1,16	-0,35	-0,41	-0,33	0,23	-0,46	-0,33	-0,05	S3	
	Banestes	0,14	0,47	-4,26	-0,57	-0,69	-0,38	-0,43	-1,16	-0,35	-0,29	0,76	-0,15	-0,05	-1,16	-0,35	-0,41	-0,33	0,23	-0,46	-0,33	-0,05	S3	
	Nordeste	0,00	0,98	-2,95	-0,56	-0,63	-0,70	-0,79	-0,87	-0,74	-0,54	0,32	-0,30	2,74	-1,30	-0,38	-0,77	-0,73	0,27	-0,30	-0,19	-0,12	S2	
E.S.	Banpará	-	-	-	0,49	0,47	0,58	0,98	0,83	0,78	-0,48	-0,84	-0,09	-0,24	1,01	0,90	0,66	0,70	0,35	-0,25	-0,48	-0,57	S4	
	Inter	0,02	0,58	-3,44	2,99	2,10	2,97	2,23	0,27	0,12	-0,51	-0,92	-0,38	-0,23	0,22	0,03	2,82	2,81	-2,81	-0,29	-0,44	-0,81	S4	
	Alfa	0,15	0,88	-4,63	0,80	1,32	0,94	1,53	0,24	-0,96	-0,44	-1,39	-0,04	-0,25	0,69	0,15	1,01	1,06	-0,02	-0,24	0,19	-0,66	S3	
D.S.	Santander	0,00	0,56	-3,65	-0,29	-0,48	-0,29	-0,34	-0,12	-0,53	1,06	0,46	-0,21	-0,23	-0,50	-0,22	-0,30	-0,35	-0,18	-0,29	-0,42	1,44	S1	
	ABC Brasil	0,00	0,88	-3,97	-0,04	0,08	-0,17	0,24	-0,72	-1,34	0,61	-1,32	1,35	-0,25	-0,17	-0,38	-0,17	-0,23	0,35	0,51	1,11	-0,12	S3	
	Brasil	0,00	0,48	-3,61	-0,10	-0,76	-0,28	-0,30	-0,17	-0,07	-0,04	0,29	1,41	-0,23	-0,19	-0,23	-0,31	-0,47	0,19	-0,43	-0,42	0,89	S1	
	Itaú	0,00	0,58	-3,61	-0,29	-0,48	-0,29	-0,34	-0,12	-0,53	1,06	0,46	-0,21	-0,23	-0,50	-0,22	-0,30	-0,35	-0,18	-0,29	-0,42	1,44	S1	
	Bradesco	0,00	0,67	-3,82	-0,29	-0,48	-0,29	-0,34	-0,12	-0,53	1,06	0,46	-0,21	-0,23	-0,50	-0,22	-0,30	-0,35	-0,18	-0,29	-0,42	1,44	S1	
BTG	0,00	0,90	-3,49	-0,34	0,07	-0,45	-0,20	-1,42	-1,15	2,06	-0,35	-0,15	-0,25	-1,03	-0,33	-0,48	-0,43	0,19	0,77	1,50	0,84	S1		

continua na próxima página

2019

Grupo	Banco	Medidas										Valor médio dos atributos das instituições que fazem parte de uma célula no SOM										S		
		pdef	dapr	zscr	C1	C2	C3	C4	O1	O2	O3	A1	A2	A3	A4	A5	P1	P2	P3	L1	L2		L1	L2
E.I.	PAN	0,40	0,68	-4,79	-0,81	0,88	-0,55	-0,16	1,20	0,78	-0,44	0,01	-0,39	-0,21	1,28	1,98	-0,56	-0,43	0,45	0,48	-0,15	-0,47	-0,47	S3
	BRB	-	-	-	-0,58	-0,38	-0,56	-0,64	0,70	1,20	-0,52	-0,19	-0,34	-0,23	0,57	-0,02	-0,47	-0,34	-0,29	-0,27	-0,40	-0,72	-0,72	S3
E.I.	Mercantil	0,25	0,63	-4,64	-0,45	-0,31	-0,77	-0,62	0,92	1,11	-0,48	1,12	-0,37	-0,20	0,94	0,39	-0,78	-0,63	-0,92	1,00	-0,28	-0,75	-0,75	S3
	Banrisul	0,00	0,52	-3,98	-0,45	-0,56	-0,29	-0,60	-0,02	0,69	-0,47	0,48	-0,32	-0,22	-0,16	-0,33	-0,29	-0,19	0,25	-0,36	-0,39	0,05	0,05	S2
E.I.	Banese	0,00	0,57	-4,14	-0,58	-0,38	-0,56	-0,64	0,70	1,20	-0,52	-0,19	-0,34	-0,23	0,57	-0,02	-0,47	-0,34	-0,29	-0,27	-0,40	-0,72	-0,72	S4
	BMG	-	-	-	-0,81	0,88	-0,55	-0,16	1,20	0,78	-0,44	0,01	-0,39	-0,21	1,28	1,98	-0,56	-0,43	0,45	0,48	-0,15	-0,47	-0,47	S3
M.I.	Banpará	-	-	-	2,33	1,57	2,37	2,01	0,96	0,44	-0,56	-0,99	-0,34	-0,24	0,99	-0,34	2,37	2,38	-0,36	-0,64	-0,41	-1,01	-1,01	S4
	Alfa	0,26	0,82	-4,67	1,00	1,27	1,13	1,73	0,46	-1,16	-0,18	-1,01	-0,28	-0,24	0,34	-0,26	1,12	1,14	0,45	-0,62	-0,10	-0,28	-0,28	S3
D.I.	Inter	-	-	-	2,33	1,57	2,37	2,01	0,96	0,44	-0,56	-0,99	-0,34	-0,24	0,99	-0,34	2,37	2,38	-0,36	-0,64	-0,41	-1,01	-1,01	S4
	Pine	0,32	0,59	-3,02	-0,45	-0,31	-0,77	-0,62	0,92	1,11	-0,48	1,12	-0,37	-0,20	0,94	0,39	-0,78	-0,63	-0,92	1,00	-0,28	-0,75	-0,75	S3
T	Brasil	0,00	0,50	-3,88	0,17	-0,49	-0,28	-0,06	-0,58	-0,77	0,38	-0,72	2,46	-0,24	-0,15	-0,34	-0,30	-0,50	0,53	-0,39	0,30	0,77	0,77	S1
	ABC	0,01	0,83	-4,25	0,17	-0,49	-0,28	-0,06	-0,58	-0,77	0,38	-0,72	2,46	-0,24	-0,15	-0,34	-0,30	-0,50	0,53	-0,39	0,30	0,77	0,77	S3
T	Nordeste	0,00	0,81	-3,32	-0,66	-1,03	-0,89	-1,12	-1,15	-0,86	-0,55	0,12	-0,40	3,15	-1,31	-0,35	-0,93	-0,78	0,44	-0,41	0,15	0,02	0,02	S2
	Banestes	0,36	0,30	-3,89	-0,43	-0,87	-0,05	-0,56	-1,19	-0,42	-0,54	0,46	-0,33	0,00	-1,28	-0,35	-0,07	0,04	-0,28	-0,49	-0,19	-0,32	-0,32	S3
T	Amazônia	0,00	0,98	-3,19	-0,43	-0,87	-0,05	-0,56	-1,19	-0,42	-0,54	0,46	-0,33	0,00	-1,28	-0,35	-0,07	0,04	-0,28	-0,49	-0,19	-0,32	-0,32	S3
	Bradesco	0,00	0,62	-3,83	0,18	0,01	0,00	0,00	-0,25	-0,60	1,45	0,42	-0,30	-0,23	-0,43	0,00	-0,02	-0,16	0,52	-0,03	-0,07	1,50	1,50	S1
T	Itaú	0,00	0,56	-3,80	0,18	0,01	0,00	0,00	-0,25	-0,60	1,45	0,42	-0,30	-0,23	-0,43	0,00	-0,02	-0,16	0,52	-0,03	-0,07	1,50	1,50	S1
	Santander	0,00	0,55	-3,66	-0,22	-0,47	-0,19	-0,10	-0,22	-0,47	0,43	0,08	0,15	-0,23	-0,42	-0,27	-0,20	-0,34	0,49	-0,03	0,01	1,21	1,21	S1
T	BTG	0,15	0,66	-4,09	-0,03	0,29	-0,12	0,07	-1,32	-0,98	1,98	-0,54	0,23	-0,24	-0,99	-0,28	-0,06	-0,54	-0,62	1,44	2,55	0,83	0,83	S1

continua na próxima página

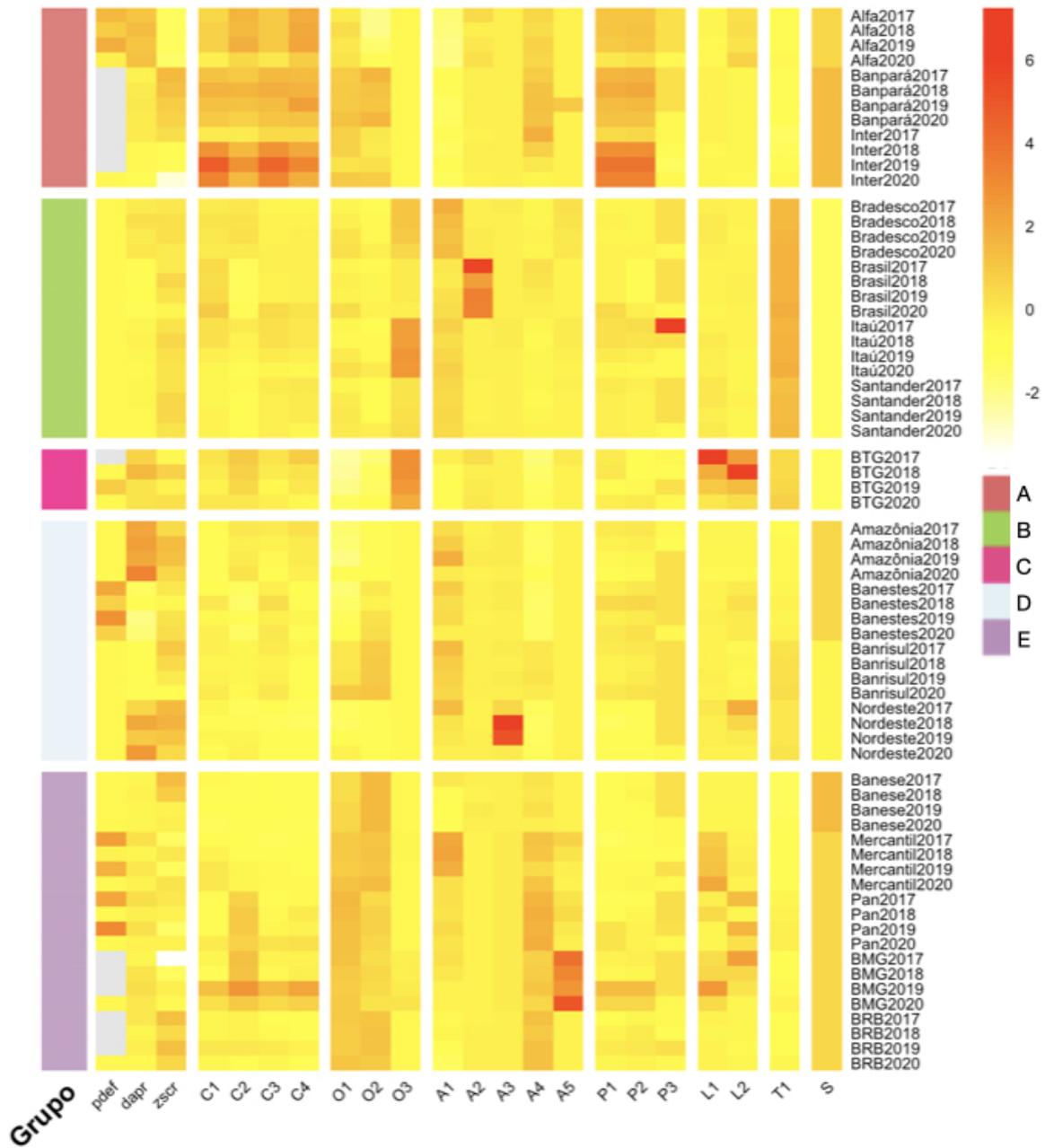
Tabela 11 – continuação da página anterior

Grupo	Banco	Medidas															Valor médio dos atributos das instituições que fazem parte de uma célula no SOM															S
		p.def	d.apr	z.scr	C1	C2	C3	C4	O1	O2	O3	O4	A1	A2	A3	A4	A5	P1	P2	P3	L1	L2	L3	TI								
E.I.	Mercantil	0,00	0,58	-3,89	-0,12	-0,19	-0,44	-0,47	1,10	1,22	-0,54	0,34	-0,40	0,47	1,10	-0,23	-0,45	-0,38	0,05	2,15	-0,21	-0,76	S3									
	Pan	0,00	0,59	-4,11	-0,16	0,75	0,00	0,24	1,16	0,55	-0,48	0,19	-0,40	0,96	1,64	0,27	-0,01	-0,29	-0,34	-0,11	0,64	-0,43	S3									
	Banese	0,00	0,56	-4,07	-0,57	-0,41	-0,52	-0,68	0,77	1,05	-0,49	-0,50	-0,34	-0,09	0,67	0,06	-0,55	-0,44	-0,13	-0,19	-0,45	-0,72	S4									
	BRB	0,00	0,54	-3,62	-0,57	-0,41	-0,52	-0,68	0,77	1,05	-0,49	-0,50	-0,34	-0,09	0,67	0,06	-0,55	-0,44	-0,13	-0,19	-0,45	-0,72	S3									
D.I.	Banrisul	0,00	0,47	-4,27	-0,29	-0,35	-0,22	-0,59	0,70	0,90	-0,53	0,56	-0,36	-0,58	0,09	-0,25	-0,24	-0,08	2,12	-0,06	-0,60	-0,11	S2									
	Amazônia	0,00	1,20	-3,66	-0,86	-0,03	-0,63	-0,36	-0,96	-0,63	-0,53	0,31	-0,38	0,07	-0,91	-0,25	-0,63	-0,48	1,96	-0,47	-0,63	-0,47	S3									
	Nordeste	0,00	1,08	-3,67	-0,73	-0,28	-0,90	-0,80	-0,76	-0,95	-0,53	0,17	-0,34	2,36	-1,17	-0,25	-0,91	-0,90	-0,08	-0,38	-0,24	-0,17	S2									
	Pine	0,11	0,45	-3,18	-0,57	-1,07	-0,44	-0,94	-1,16	-0,04	-0,15	0,66	-0,30	-0,13	-1,07	-0,24	-0,37	-0,25	-0,20	-0,01	-0,21	-0,21	S3									
E.S.	Banestes	0,14	0,34	-3,76	-0,57	-1,07	-0,44	-0,94	-1,16	-0,04	-0,15	0,66	-0,30	-0,13	-1,07	-0,24	-0,37	-0,25	-0,20	-0,01	-0,21	-0,21	S3									
	BMG	0,00	0,63	-4,26	0,38	1,18	0,58	0,89	0,88	0,30	-0,10	-0,24	-0,40	0,44	0,70	2,58	0,57	0,57	-0,35	0,32	-0,50	-0,54	S3									
	Inter	0,00	0,49	-5,61	2,65	1,89	2,76	2,13	0,89	0,76	-0,46	-0,89	-0,40	0,16	-0,08	0,32	2,78	2,83	-0,36	-0,40	-0,75	-0,65	S4									
	Banpará	-	-	-	0,91	1,15	1,09	1,47	0,78	0,92	-0,42	-1,07	-0,18	-0,32	0,98	0,17	1,08	1,17	-0,35	-0,22	-0,18	-0,81	S4									
D.S.	BTG	0,00	0,65	-3,80	-0,06	-0,19	-0,19	-0,28	-1,06	-0,81	1,13	-0,11	0,25	-0,56	-0,72	-0,23	-0,18	-0,17	-0,29	0,04	0,85	0,64	S1									
	Bradesco	0,00	0,64	-4,00	-0,22	-0,47	-0,27	-0,31	-0,24	-0,37	1,09	1,11	-0,12	-0,17	-0,43	-0,16	-0,28	-0,36	-0,35	-0,13	-0,37	1,45	S1									
	Santander	0,00	0,55	-3,85	-0,22	-0,47	-0,27	-0,31	-0,24	-0,37	1,09	1,11	-0,12	-0,17	-0,43	-0,16	-0,28	-0,36	-0,35	-0,13	-0,37	1,45	S1									
	Itaú	0,00	0,55	-3,85	-0,22	-0,47	-0,27	-0,31	-0,24	-0,37	1,09	1,11	-0,12	-0,17	-0,43	-0,16	-0,28	-0,36	-0,35	-0,13	-0,37	1,45	S1									
ABC Brasil	ABC Brasil	0,00	0,75	-4,45	0,09	0,35	0,07	0,67	-0,52	-1,09	-0,07	-1,38	0,85	-0,80	0,36	-0,25	0,06	0,03	-0,30	0,20	1,76	-0,26	S3									
	Alfa	0,03	0,85	-4,78	0,09	0,35	0,07	0,67	-0,52	-1,09	-0,07	-1,38	0,85	-0,80	0,36	-0,25	0,06	0,03	-0,30	0,20	1,76	-0,26	S3									
	Brasil	0,00	0,45	-4,20	0,51	-0,62	0,16	0,22	-0,16	-0,70	0,32	0,37	2,16	-0,69	-0,17	-0,22	0,15	-0,19	-0,34	-0,25	0,22	1,35	S1									

Fonte: Elaborada pelo autor.

A partir da tabela 11, quatro conjuntos de instituições e uma instituição individual se destacaram em relação à proximidade das suas características, quais sejam: (A) Inter, Banpará e Alfa; (B) Banco do Brasil, Santander, Bradesco e Itaú; (C) BTG; (D) Bannisul, Nordeste, Banestes e Amazônia; e (E) Pan, Mercantil, BMG, BRB e Banese. A figura 9 destaca os atributos e as medidas de risco sobre os quais esses grupos apresentaram as maiores semelhanças entre si.

Figura 9 – Mapa comparativo entre as características dos bancos da amostra (2017–2020) separados por grupos



Fonte: Elaborada pelo autor.

No caso do grupo A, é possível observar que as características relacionadas à adequação de capital (C1, C2, C3 e C4) e compliance (P1 e P2) foram preponderantes em relação aos demais grupos. Isso significa que, em comparação com os outros bancos da amostra, os valores médios do *buffer* de capital (C1), da independência financeira (C2), do índice de capital nível 1 (C3), da razão de alavancagem (C4), da distância entre o capital nível 1 da instituição e o mínimo exigido pelo regulador (P1) e da distância entre o índice de capital principal da instituição e o mínimo exigido pelo regulador (P2) das instituições alocadas no grupo A foram maiores entre 2017 e 2020.

O grupo B, por sua vez, se destacou em relação ao seu tamanho (T1), à diversificação geográfica (O3). Assim, os bancos do grupo B apresentaram o maior total de ativos e a maior diversificação geográfica quando comparados aos demais bancos da amostra. Este grupo se estabeleceu próximo ao grupo formado pelo BTG (grupo C) em relação à diversificação geográfica, porém esta instituição sozinha apresentou os maiores índices de encaixe voluntário (L1) e de liquidez imediata (L2), especialmente nos exercícios financeiros de 2017 e 2018.

Os grupos D e E, por sua vez, apresentaram uma maior estabilidade no período. No entanto, pelo mapa de calor da figura 9, nota-se que o grupo D apresentou maiores valores em relação ao risco avaliado sob a ótica do regulador (*dapr*) e contábil (*zscr*). Enquanto isso, os bancos do grupo E apresentaram, em geral, valores mais altos para a exposição a atividade bancárias (O1) e total de depósitos (O2). Os bancos Pine e ABC Brasil não se destacaram em relação a nenhum dos atributos avaliados neste trabalho e, por esse motivo, não foram incluídos no mapa de calor.

A tabela 12 sintetiza os indivíduos que foram alocados em cada grupo e as suas características de maior média, conforme o mapa de calor apresentado na figura 9.

Tabela 12 – Grupos identificados nos SOMs e suas principais características

Grupo	Bancos	Atributos de maior média
A	Inter, Banpará e Alfa	<i>Buffer</i> de capital (C1) Independência financeira (C2) Índice de capital nível 1 (C3) Razão de alavancagem (C4) Distância entre o capital nível 1 e o mínimo exigido pelo regulador (P1) Distância entre o índice de capital principal e o mínimo exigido pelo regulador (P2)
B	Banco do Brasil, Santander, Bradesco e Itaú	Tamanho (T1) Diversificação geográfica (O3)
C	BTG	Encaixe voluntário (L1) Liquidez imediata (L2)
D	Banrisul, Banestes e Amazônia	Risco sob a ótica do regulador (dapr) Risco sob a ótica contábil (zscr)
E	Pan, Mercantil, BMG, BRB e Banese	Exposição a atividades bancárias (O1) Total de depósitos (O2)

Fonte: Elaborada pelo autor

5.2 Avaliação do risco sistêmico

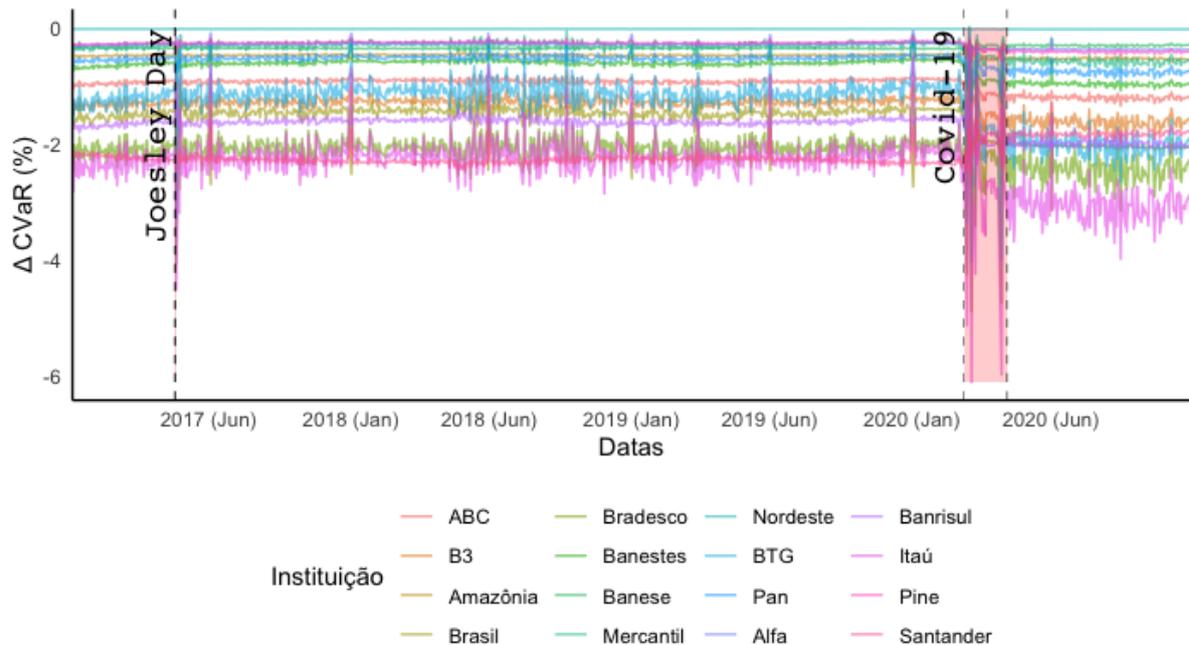
Como último passo para responder à pergunta proposta nesta dissertação, foi executado o modelo do risco sistêmico mensurado por meio do $\Delta CoVaR$. Em um primeiro momento, as instituições com ações negociadas na bolsa de valores brasileira a partir de 2017 foram submetidas ao cálculo do $\Delta CoVaR$, conforme descrito na seção 4.3.3 Mensuração do risco sistêmico. O resultado, ilustrado na figura 10, indica que os momentos de maior volatilidade foram em maio de 2017 (“Joesley Day”⁹) e no período entre março e abril de 2020 (“Covid-19”¹⁰).

⁹ O evento que ficou conhecido como “Joesley Day” teve origem na delação de Joesley Batista contra o então presidente da República Michel Temer e provocou o primeiro *circuit breaker* da bolsa de valores brasileira desde a crise de 2007–2008.

¹⁰ Em razão da crise provocada pela Covid-19 somada à queda nos preços do Petróleo e a situações internas ao país, a bolsa de valores brasileira sofreu uma sequência de 6 *circuit breaker* em março de 2020.

Ressalta-se que foram excluídos da amostra original o Banco de Brasília (BSLI3), o BMG (BMGB4), o Inter (BIDI11) e o Banpará (BPAR4) pelas mesmas razões apontadas na seção 4.3.1 Mensuração do risco individual.

Figura 10 – $\Delta CoVaR$ para todas as instituições da amostra (2017–2020)



Fonte: Elaborada pelo autor.

Em seguida, foram mensuradas as estatísticas descritivas do $\Delta CoVaR$. Ressalta-se que a variável assume valores negativos porque o seu resultado tem como origem a diferença do $CoVaR$ das instituições em uma situação de choque ($\alpha= 1\%$) e o $CoVaR$ das instituições em seu estado mediano ($\alpha= 50\%$). Assim, quanto menor o valor do $\Delta CoVaR$, maior o risco que determinada instituição representa para o sistema (MENDONCA; SILVA, 2018; DRAKOS; KOURETAS, 2014). Por meio da figura 10, nota-se que os momentos de maior volatilidade (Joesley Day e Covid-19) foram aqueles em que todas instituições contribuíram de forma mais significativa para o risco sistêmico. Além disso, vale a pena destacar que os resultados foram obtidos utilizando-se os retornos diários e devem ser lidos como a contribuição dos bancos para o $CoVaR$ do mercado em um intervalo de um dia.

Somado a isso, foi realizado um teste de significância com o objetivo de verificar se a diferença da distribuição acumulada do $CoVaR$ no quantil 1% e no quantil 50% é estatisticamente igual a zero. Para isso, seguindo Drakos e Kouretas (2017) e Mendonca e Silva (2018), foi utilizado o teste Kolmogorov-Sminorv (KS) com *bootstrap*. A hipótese nula a ser testada é a de que os $CoVaR$ nos quantis 1% e 50% são iguais. Caso a hipótese nula seja aceita, então a

mudança do estado mediano do sistema e dos bancos para o estado de choque não tem efeitos práticos sobre a economia. A equação 6 descreve essa situação.

$$H_0 = \Delta CoVaR_q^{sistema|banco(i)} = CoVaR_q^{sistema|X^i=VaR_q^i}(1\%) - CoVaR_q^{sistema|X^i=Mediana^i}(50\%) = 0 \quad (6)$$

As estatísticas descritivas do $\Delta CoVaR$ das instituições da amostra submetidas ao modelo e o resultado do teste *KS-bootstrap* foram reproduzidas na tabela 13.

Tabela 13 – Estatística descritiva do $\Delta CoVaR$ dos bancos brasileiros - em % diário

Banco	Méd.	dp	Mín.	25%	50%	75%	Máx.	KS-bootstrap ^a	
								D	p-value
ABC	-0,965	0,125	-1,63	-0,966	-0,919	-0,891	-0,706		
Alfa	-0,284	0,043	-0,408	-0,286	-0,27	-0,26	-0,041		
Amazônia	-0,473	0,034	-0,658	-0,482	-0,465	-0,454	-0,296		
B3	-1,339	0,185	-2,709	-1,386	-1,289	-1,235	-0,617		
Banese	-0,332	0,027	-0,469	-0,348	-0,34	-0,326	-0,163		
Banestes	-0,661	0,156	-1,292	-0,656	-0,603	-0,571	-0,109		
Banrisul	-1,68	0,166	-2,372	-1,685	-1,623	-1,58	-0,978		
Bradesco	-2,13	0,305	-4,873	-2,237	-2,093	-1,986	-0,479	1	0,000
Brasil	-1,576	0,26	-3,135	-1,57	-1,472	-1,415	-1,103		
BTG	-1,296	0,423	-4,014	-1,356	-1,161	-1,05	-0,002		
Itaú	-2,384	0,483	-6,101	-2,53	-2,265	-2,129	-0,429		
Mercantil	-0,343	0,133	-1,132	-0,352	-0,298	-0,263	0,026		
Nordeste	-0,01	0,002	-0,027	-0,011	-0,01	-0,009	-0,003		
Pan	-0,555	0,115	-1,26	-0,567	-0,517	-0,49	-0,217		
Pine	-0,276	0,066	-0,573	-0,272	-0,25	-0,236	-0,146		
Santander	-2,178	0,193	-2,502	-2,299	-2,256	-2,188	-1,2496		

^aResultado para 1.000 simulações.

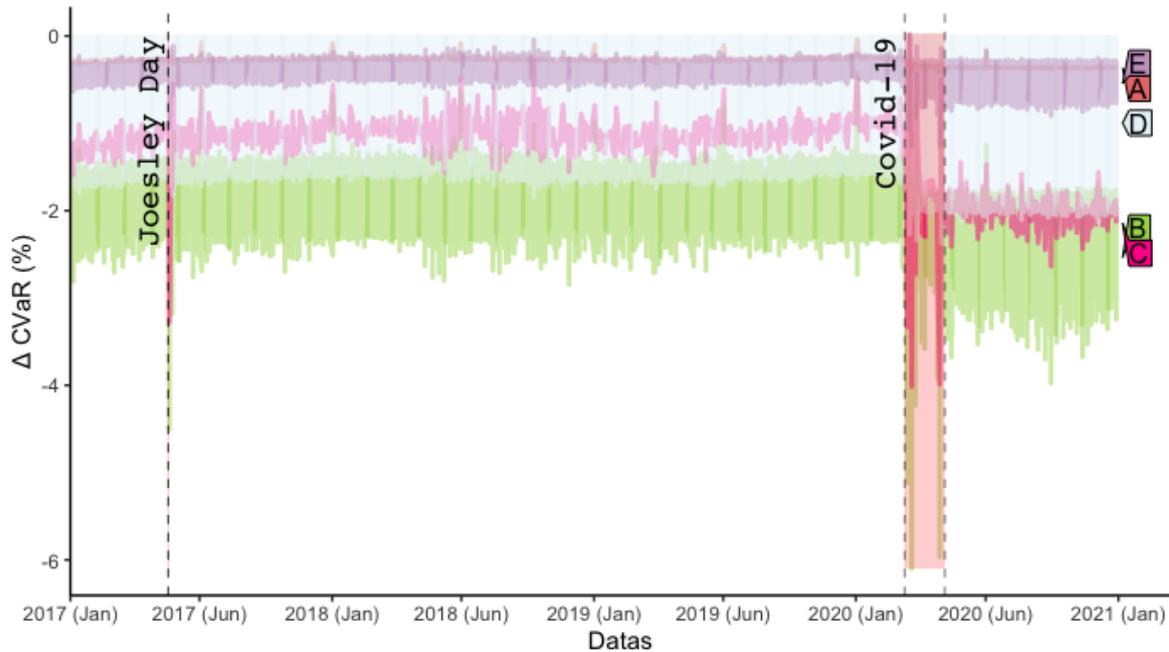
Fonte: Elaborada pelo autor.

É interessante observar que as instituições de maior valor de mercado (Bradesco, Banco do Brasil, Itaú e Santander) são as que, em geral, mais contribuíram para o risco sistêmico quando uma situação de choque é verificada. Esse resultado sugere que, em situações de choques, essas instituições influenciam de forma mais significativa o *VaR* do mercado como um todo. Também da tabela é possível extrair a informação de que o resultado do teste *KS-bootstrap* foi de rejeição à hipótese nula, de modo que os resultados encontrados se mostraram significativos.

Tendo em vista a significância dos resultados, as instituições agrupadas por meio das características que as unem foram submetidas à mensuração do $\Delta CoVaR$. O resultado dessa avaliação foi reproduzido na figura 11, a qual demonstra o $\Delta CoVaR$ das instituições que pertencem aos grupos A, B, C, D e E, descritos na seção 5.1.3 Análise dos grupos encontrados. A

figura 20, reproduzida no Apêndice D - Maiores detalhes dos resultados do $\Delta CoVaR$, apresenta as instituições bancárias setorizadas pelos grupos previamente definidos. A escala de cores de cada grupo acompanha a escala de cores da figura 11 para melhor visualização.

Figura 11 – $\Delta CoVaR$ para os grupos bancários (2017–2020)



Fonte: Elaborada pelo autor.

Por meio do gráfico 11 é possível observar que os bancos que fazem parte dos mesmos grupos se comportaram de maneira similar em relação à contribuição marginal ao risco financeiro sistêmico. Esse comportamento semelhante fica ainda mais claro nos momentos de crise, especialmente naquela provocada pela Covid-19. Pelo gráfico, nota-se que, no primeiro semestre de 2020, os bancos que pertencem ao grupo B (Banco do Brasil, Santander, Bradesco e Itaú), em verde, e ao grupo C (BTG), em rosa, contribuíram de forma mais robusta para o risco sistêmico mensurado por meio do $\Delta CoVaR$. Além disso, percebe-se que os bancos que pertencem ao grupo D (Banrisul, Banestes e Amazônia), em roxo, e ao grupo D (Banco Pan, Mercantil, e Banese), em azul, contribuíram de forma menos intensa para o risco sistêmico.

5.2.1 Análise das características individuais aplicadas ao risco sistêmico

Os resultados apresentados na figura 11 sugerem que as instituições setorizadas de acordo com as suas características em comum contribuem de forma similar aos seus pares em relação ao risco sistêmico. Especificamente em relação à amostra analisada nesta dissertação e com dados

para os períodos entre 2017 e 2020, há sinais de que os bancos que compartilham características de tamanho em relação aos seus ativos e de diversificação geográfica são os que mais contribuem para o risco financeiro sistêmico (grupo B). Por sua vez, o tamanho do encaixe voluntário e da liquidez imediata (grupo C) também é atributo que representou elevação da contribuição marginal do risco ao longo do tempo. Por outro lado, a exposição a atividades bancárias e o total de depósitos (grupo E) demonstraram contribuir de forma menos robusta para o risco financeiro sistêmico mensurado por meio do $\Delta CoVaR$.

No que tange ao tamanho, os resultados encontrados nesta pesquisa reforçam a atenção especial atribuída às instituições de porte elevado, as quais são segmentadas em S1, conforme critérios estabelecidos pelo BCB, e, por conseguinte, estão sujeitas a requerimentos adicionais em relação ao capital complementar. Além disso, tendo em vista a importância atribuída à diversificação geográfica, os resultados também corroboram a inclusão do critério “atividade internacionalmente relevantes” como um dos requisitos para que um banco seja enquadrado em S1. Conforme apresentado na tabela 1, o BCB utiliza como critérios pra classificação de uma instituição como S1 o porte da instituição e o exercício de atividade internacional relevante.

Ao identificar que os atributos ponderados na metodologia de classificação das instituições bancárias do BCB foram semelhantes aos atributos considerados de maior risco sistêmico, considera-se atingido o terceiro objetivo específico desta dissertação, qual seja: comparar a classificação encontrada quanto ao perfil de riscos dos bancos brasileiros de capital aberto com a metodologia atualmente utilizada pelo órgão regulador do sistema financeiro nacional para segmentar as instituições financeiras bancárias.

Em relação à liquidez, este é um dos atributos enfatizados por meio das diretrizes do Comitê de Basileia, especialmente em Basileia III. Conforme descrito na seção 2.3.1 Acordos de Basileia, a publicação do *Principles for Sound Liquidity Risk Management and Supervision* reconheceu a vulnerabilidade dos bancos em relação ao risco de liquidez. Entretanto, uma vez que, no Brasil, apenas as instituições segmentadas em S1 estão sujeitas à demonstração do LCR e do NSFR, não foi possível avaliar, pelo modelo proposto, como esses indicadores poderiam influenciar a contribuição dos bancos ao risco financeiro sistêmico. Apesar disso, tendo em vista a relevância dessa característica, espera-se que no futuro seja possível realizar essa avaliação.

A tabela 14 sintetiza os resultados encontrados para os grupos de bancos e a sua contribuição marginal ao risco financeiro sistêmico. Os dados foram apresentados em ordem decrescente da média do $\Delta CoVaR$ das instituições que fazem parte dos grupos. Observa-se que os bancos que fazem parte do grupo B (Banco do Brasil, Santander, Bradesco e Itaú) e do grupo

C (BTG) foram os que receberam maiores médias para o $\Delta CoVaR$. Estes bancos compartilham características de tamanho, diversificação geográfica, encaixe voluntário e liquidez imediata.

Tabela 14 – Síntese dos resultados encontrados sobre contribuição dos bancos agrupados em relação às suas categorias de risco e ao risco sistêmico

Grupo	Bancos	Média $\Delta CoVaR$	Atributos de maior média do grupo
B	Banco do Brasil, Santander, Bradesco e Itaú	-2,067	Tamanho (T1) e Diversificação geográfica (O3).
C	BTG	-1,296	Encaixe voluntário (L1) e Liquidez imediata (L2).
D	Banrisul, Banestes e Amazônia	-0,938	Risco sob a ótica do regulador (dapr) e Risco sob a ótica contábil (zscr).
E	Pan, Mercantil e Banese	-0,41	Exposição a atividades bancárias (O1) e Total de depósitos (O2).
A	Alfa	-0,284	Buffer de capital (C1); Independência financeira (C2); Índice de capital nível 1 (C3); Razão de alavancagem (C4); Distância entre o capital nível 1 e o mínimo exigido pelo regulador (P1); e Distância entre o índice de capital principal e o mínimo exigido pelo regulador.

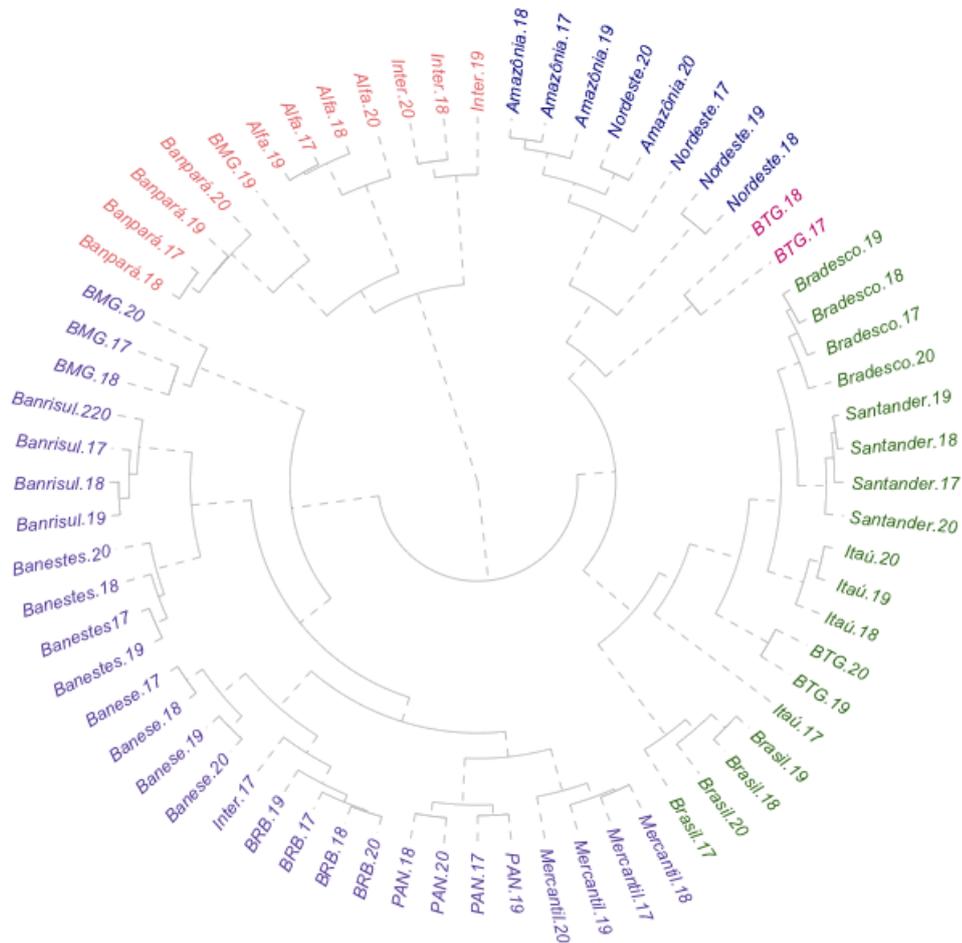
Fonte: Elaborada pelo autor.

Como esforço final rumo à segmentação dos bancos brasileiros para avaliar as suas semelhanças quanto às contribuições ao risco sistêmico, foi realizada uma *clusterização* do tipo hierárquica, utilizando-se a distância euclidiana em relação às instituições individuais e o método de Ward¹¹ para a separação dos *clusters*. Para isso, foram adicionados ao modelo todas as características das instituições individuais e o seu $\Delta CoVaR$. Os resultados foram apresentados na figura 12.

A partir da figura 12, é possível observar semelhanças em relação aos grupos formados por meio da análise das características individuais dos bancos da amostra. Em relação ao grupo A, observa-se que os bancos Alfa, Banpará e Inter permaneceram no mesmo *cluster* em quase todos os períodos. Em relação ao grupo B, os bancos do Brasil, Bradesco, Itaú e Santander também permaneceram unidos. Apesar disso, observa-se que o BTG (integrante do grupo C) foi incluído neste *cluster* em 2019 e 2020. Esse resultado se aproxima do mapa na tabela 9, em

¹¹ O método de Ward é um procedimento de agrupamento hierárquico em que "a similaridade para juntar os agrupamentos é calculada como a soma de quadrados entre dois agrupamentos somados sobre todas as variáveis" (HAIR et al., 2009, p. 429).

Figura 12 – Dendrograma: instituições bancárias brasileiras (2017–2020)



Fonte: Elaborada pelo autor.

que o BTG se assemelhava aos integrantes do grupo B na maior parte de suas características, com exceção do tamanho (T1). Nota-se, ainda, que os bancos da Amazônia e Nordeste foram incluídos no mesmo *cluster*. No entanto, ficaram distantes dos bancos Banestes e Banrisul, os quais permaneceram próximos aos bancos do grupo E.

A partir dos resultados apresentados, considera-se atingido o último objetivo específico proposto nesta dissertação: avaliar a contribuição dos diferentes perfis de risco assumidos pelos bancos brasileiros de capital aberto para o risco financeiro sistêmico do país por meio da variação do *Conditional Value-at-Risk* ($\Delta CoVaR$). Em específico, os bancos que compartilham características de maior tamanho (T1), maior diversificação geográfica (O3), maior encaixe voluntário (L1) e maior liquidez imediata (L2) foram aqueles que contribuíram de forma mais significativa para o risco financeiro sistêmico nos momentos de maior estresse de mercado.

6 Conclusão

Os bancos são instituições financeiras cujo papel na intermediação de recursos se tornou, ao longo dos anos, essencial para o desenvolvimento econômico das sociedades. Entretanto, em conjunto com as externalidades positivas que os seus serviços promovem, o surgimento dos grandes conglomerados financeiros e a oferta de produtos bancários cada vez mais complexos fez com que as externalidades negativas das quebras e falências dessas instituições ganhassem cada vez mais destaque.

Nas suas origens, a literatura no campo da gestão de riscos em bancos se dedicou a investigar as diferentes características dessas instituições consideradas como propícias para aumentar ou reduzir o seu risco individual. No entanto, a crise financeira de 2007–2009 demonstrou que, além das características individualmente consideradas, as análises sobre riscos bancários também deveriam refletir uma perspectiva macro, em que o risco sistêmico é igualmente investigado.

Neste contexto, a supervisão do sistema financeiro e a regulação das instituições bancárias evoluíram para abranger o risco dos bancos sob diferentes perspectivas. Assim, ao mesmo tempo que os órgãos reguladores desenvolveram mecanismos para proteger os clientes de varejo, também passaram a se dedicar ao desenvolvimento de ferramentas capazes de propiciar a proteção sistêmica contra as crises financeiras, buscando garantir a estabilidade e a solidez do sistema financeiro. Além disso, o foco em um modelo de regulação prudencial estabeleceu ao regulador a necessidade de que a supervisão bancária fosse voltada para a prevenção de crises, com o gerenciamento contínuo dos riscos assumidos pelas instituições que fazem parte deste sistema.

Considerando a relevância do assunto gestão de riscos em instituições bancárias e a evolução do entendimento sobre a importância de se considerar a perspectiva macro em conjunto à perspectiva micro, esta dissertação se propôs a analisar a contribuição das instituições bancárias brasileiras individuais (nível micro) para o risco financeiro sistêmico do país (nível macro). A hipótese investigada foi a de que bancos com características individuais de risco semelhantes contribuem de forma similar para o risco financeiro sistêmico. Essa hipótese foi confirmada por meio deste estudo.

Investigar este assunto na conjuntura brasileira é especialmente interessante uma vez que, apesar de ser possível encontrar uma forte influência internacional do Comitê de Basileia para o estabelecimento das políticas de regulação do sistema financeiro nacional (SFN), os

problemas característicos do contexto latino-americano, como a inflação elevada, fizeram com que a regulação bancária no país ganhasse traços particulares inerentes a sua própria realidade. Assim, foi necessário que o Estado criasse um marco regulatório robusto para o SFN, o qual possui, além de normas e regras bem definidas, segmentações para aplicação proporcional das regras prudenciais.

A investigação conduzida nesta dissertação foi executada em quatro etapas, que se relacionam aos quatro objetivos específicos propostos. A primeira etapa foi analisar o risco assumido pelos bancos brasileiros de capital aberto sob as perspectivas de mercado (P(Default)), contábil (Z-Score) e do regulador (densidade do Ativo Ponderado pelo Risco). Na segunda etapa, foi realizado o agrupamento dos bancos brasileiros de acordo com atributos considerados de propensão ou aversão ao risco: adequação ao capital regulatório, complexidade das operações, estrutura de ativos, compliance, liquidez e tamanho. A amostra utilizada compreendeu os bancos brasileiros de capital aberto com ações negociadas no período de análise (2017 a 2020).

Como resultado da execução dessas etapas, foram identificados cinco conjuntos de instituições semelhantes em relação a suas características. Os bancos Inter, Banpará e Alfa se assemelharam por possuírem valores mais altos para os atributos de adequação ao capital e compliance. Os bancos do Brasil, Santander, Bradesco e Itaú se aproximaram em relação ao tamanho dos ativos e diversificação geográfica. O banco BTG se destacou em relação aos índices de liquidez. O Banrisul, Banco do Nordeste, Banestes e Banco da Amazônia se destacaram em relação ao maior risco avaliado sob o ponto de vista do regulador e contábil. Os bancos Pan, Mercantil, BMG, BRB e Banese se assemelharam em relação às características de exposição às atividades bancárias e de total de depósitos. A partir disso, os dois primeiros objetivos propostos nesta dissertação foram atendidos.

A terceira etapa consistiu em verificar se o risco encontrado para os *clusters* agrupados de acordo com as características de risco estaria de acordo com a metodologia de segmentação utilizada pelo Banco Central do Brasil (BCB). Por sua vez, a quarta etapa compreendeu a mensuração da contribuição de cada grupo para o risco do SFN por meio do $\Delta CoVaR$. Os resultados sugerem que os bancos que compartilham as características de maior tamanho dos ativos, maior diversificação geográfica, maior encaixe voluntário e maior liquidez imediata foram os que contribuíram de forma mais significativa para o risco sistêmico nos momentos de crise no mercado financeiro.

Ao comparar os resultados encontrados com a segmentação proposta pelo BCB, é possível observar que os critérios utilizados pelo órgão regulador para alocar as instituições no segmento

de maior risco (S1) foram similares àqueles constatados nesta dissertação como os mais relevantes para identificar um banco como maior contribuinte ao risco sistêmico. Ressaltando-se que, de acordo com a Resolução CMN n.º 4.553/2017, a exposição total e a atividade internacional relevante são os principais critérios para que um banco seja classificado neste segmento (CMN, 2017a). A partir disso, foram atendidos o segundo e o terceiro objetivos específicos propostos nesta dissertação.

Como complemento às conclusões obtidas, chama atenção o fato de a liquidez, a qual também se mostrou um atributo relevante para a identificação das instituições relevantes para a compreensão do risco sistêmico, ser uma das características enfatizadas pelas diretrizes internacionais sobre risco bancário. O Comitê de Basileia, desde Basileia III, reconhece a vulnerabilidade das instituições financeiras em relação a este risco.

A partir dos modelos executados, a pergunta que guiou a execução desta dissertação (“observando as instituições bancárias a partir de categorias segundo o seu perfil de risco, como se dá a contribuição individual das instituições individuais para o risco financeiro sistêmico do Brasil?”) pôde finalmente ser respondida. Os resultados sugerem que bancos que compartilham características de propensão e de aversão ao risco contribuem de forma semelhante ao risco financeiro sistêmico. Além disso, entre as características de maior destaque para a magnitude desta contribuição estão o tamanho dos ativos e a diversificação geográfica, assim como proposto pela metodologia do BCB.

Tendo em vista a resposta à pergunta sugerida na pesquisa, considera-se que o objetivo geral, qual seja: analisar a contribuição das instituições bancárias brasileiras individuais, categorizadas de acordo com o seu perfil de riscos, para o risco financeiro sistêmico do país, tenha sido atendido. Entende-se que a principal contribuição desta dissertação relaciona-se ao modelo proposto em que primeiro se avalia o risco assumido pelas instituições individuais e, em seguida, por meio da identificação das características de risco que as aproximam, buscam-se grupos que contribuem de forma similar para o risco financeiro sistêmico.

Além disso, o reconhecimento de que o tamanho dos ativos, a diversificação geográfica e a liquidez são características presentes nas instituições que apresentaram a maior contribuição marginal ao risco financeiro sistêmico corrobora a metodologia utilizada atualmente pelo BCB na segmentação das instituições bancárias, a qual leva em consideração o tamanho e a exposição internacional. Corrobora também as diretrizes internacionais sobre riscos reforçadas pelo Comitê de Basileia, que apontam a liquidez como um atributo essencial para compreender o risco bancário após a crise financeira de 2007–2008.

Esta dissertação teve como grande propósito servir como um instrumento de questionamento em relação aos modelos atualmente existentes para identificar quais são as características dos bancos que mais pressionam o sistema financeiro nos momentos de crise. Tendo os seus resultados corroborado os modelos atuais, fornece indícios de que as diretrizes internacionais e nacionais parecem estar no caminho certo rumo à garantia da solidez e estabilidade do ambiente bancário brasileiro.

Neste momento, cabe destacar que este trabalho possui, ao menos, três limitações principais. A primeira delas, o tamanho da amostra, tem como explicação a restrição na quantidade de bancos comerciais ou múltiplos de capital aberto que fazem parte do mercado brasileiro. A segunda restrição se relaciona à indisponibilidade das informações sobre os atributos de liquidez de curto prazo (LCR) e de longo prazo (NSFR) para todas as instituições da amostra. Por fim, a terceira limitação se relaciona às variáveis de estado utilizadas para a estimação do $\Delta CoVaR$.

Sobre a primeira limitação, entende-se que a concentração do mercado bancário brasileiro é um desafio nas investigações que envolvem essas instituições tendo em vista a concentração bancária no país. Em relação à segunda limitação, embora a liquidez tenha sido um atributo relevante para entender a contribuição dos bancos individuais ao risco sistêmico, os índices de liquidez de curto e de longo prazo (LCR e NSFR, respectivamente) não foram considerados no modelo, uma vez que a sua divulgação é exigida apenas para as instituições enquadradas como SI pela metodologia do BCB. Por fim, em relação à terceira limitação, observa-se que as variáveis de estado propostas no modelo original do $\Delta CoVaR$ envolvem dados cujo acesso é limitado a determinadas bases de dados, de modo que foi necessário utilizar *proxies* para substituí-las.

Tendo em vista a limitação relacionada ao tamanho da amostra, sugere-se que estudos futuros apliquem os modelos propostos em mercados internacionais, comparando os resultados encontrados entre diferentes contextos que possuem políticas de regulação e supervisão próprias. Como uma segunda possibilidade de estudo futuro, sugere-se que, além do risco sistêmico mensurado por meio do $\Delta CoVaR$, também sejam calculados os demais indicadores de riscos sistêmicos desenvolvidos após a crise financeira de 2007–2009, quais sejam: o *Expected Capital Shortfall* (SRISK) e o *Systemic Expected Shortfall* (SES). Por fim, recomenda-se que estudos futuros incluam os bancos digitais e as *fntechs* nas investigações sobre riscos financeiros, instituições cada vez mais relevantes para a compreensão das relações que ocorrem no SFN.

Referências

- ABDELSALAM, O. et al. Asset securitizations and bank stability: Evidence from different banking systems. *Global Finance Journal*, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gfj.2020.100551>. Citado 2 vezes nas páginas 45 e 67.
- ACHARYA, V.; ENGLE, R.; RICHARDSON, M. Capital shortfall: A new approach to ranking and regulating systemic risks. *American Economic Review*, v. 102, n. 3, p. 59–64, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1257/aer.102.3.59>. Citado 2 vezes nas páginas 54 e 56.
- ACHARYA, V. V. A theory of systemic risk and design of prudential bank regulation. *Journal of Financial Stability*, Elsevier, v. 5, p. 224–255, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2009.02.001>. Citado na página 44.
- ACHARYA, V. V. et al. Measuring systemic risk. *The Review of Financial Studies*, v. 30, n. 1, p. 2–47, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/rfs/hhw088>. Citado 3 vezes nas páginas 54, 55 e 56.
- ADAM, M.; SOLIMAN, A. M.; MAHTAB, N. Measuring enterprise risk management implementation: A multifaceted approach for the banking sector. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Elsevier, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.qref.2021.01.002>. Citado na página 12.
- ADRIAN, T.; BRUNNERMEIER, M. K. Covar. *The American Economic Review*, v. 106, n. 7, p. 1705–1741, jul. 2016. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/43861110>. Citado 8 vezes nas páginas 13, 52, 53, 55, 56, 68, 69 e 70.
- AGGARWAL, R.; T.JACQUES, K. The impact of fdicia and prompt corrective action on bank capital and risk: Estimates using a simultaneous equations model. *Journal of Banking & Finance*, v. 25, n. 6, jun. 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0378-4266\(00\)00125-4](https://doi.org/10.1016/S0378-4266(00)00125-4). Citado na página 44.
- AIKMAN, D. et al. Would macroprudential regulation have prevented the last crisis? *Journal of Economic Perspectives*, v. 33, n. 1, p. 107–130, winter 2019. Disponível em: [10.1257/jep.33.1.107](https://doi.org/10.1257/jep.33.1.107). Citado na página 19.
- ALLEN, F.; CARLETTI, E.; GU, X. The roles of banks in financial systems. In: _____. *The Oxford Handbook of Banking*. [S.l.]: Oxford University Press, 2015. cap. 2, p. 91–123. Citado na página 10.
- ALLEN, F.; GALE, D. Financial contagion. *Journal of Political Economy*, The University of Chicago Press Journals, v. 108, n. 1, p. 1–33, fev. 2000. Disponível em: <http://www.jstor.com/stable/10.1086/262109>. Citado na página 10.
- ALMEIDA, A. T. C. de; FRASCAROLI, B. F.; CUNHA, D. R. da. Medidas de risco e matriz de contágio: uma aplicação do covar para o mercado financeiro brasileiro. *Revista Brasileira de Finanças*, v. 10, n. 4, out.-dez. 2012. Citado na página 70.
- ALTUNBAS, Y.; MANGANELLI, S.; MARQUES-IBANEZ, D. Realized bank risk during the great recession. *Journal of Financial Intermediation*, v. 32, p. 29–44, out. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfi.2017.08.001>. Citado 3 vezes nas páginas 12, 13 e 43.

ANDRIES, A. M.; NISTOR, S. Systemic risk, corporate governance and regulation of banks across emerging countries. *Economics Letters*, v. 144, p. 59–63, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.econlet.2016.04.031>. Citado na página 67.

ASSAF, N. A. *Mercado Financeiro*. 10ª. ed. [S.l.]: Atlas, 2011. Citado na página 42.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Circular nº 2.208, de 3 de novembro de 1995. institui programa de estímulo à reestruturação e ao fortalecimento do sistema financeiro nacional (proer). 03 nov. 2013. Citado na página 36.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Circular nº 4.280, de 31 de outubro de 2015. dispõe sobre a elaboração, a divulgação e a remessa de demonstrações contábeis consolidadas do conglomerado prudencial ao banco central do brasil e revoga a resolução no 4.195, de 1º de março de 2013. 31 out. 2013. Citado na página 59.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Circular nº 3.748, de 27 de fevereiro de 2015. dispõe sobre a metodologia para apuração da razão de alavancagem (ra), remessa ao banco central do brasil e divulgação das respectivas informações. 27 fev. 2015. Citado na página 37.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. *Relatório Integrado do Banco Central*. Brasília, 2019. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/content/publicacoes/rig/rig_2019.pdf. Citado na página 20.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. *MSU: Manual da supervisão*. [S.l.], 2021. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/supervisao>. Citado na página 20.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. *Relatório de Estabilidade Financeira*. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/publicacoes/ref>. Citado na página 16.

BARAKAT, A.; HUSSAINY, K. Bank governance, regulation, supervision, and risk reporting: Evidence from operational risk disclosures in european banks. *International Review of Financial Analysis*, Elsevier Inc., v. 30, p. 254–273, 2013. Citado na página 42.

BARTH, J. R.; JR., G. C.; LEVINE, R. Bank regulation and supervision: what works best? *Journal of Financial Intermediation*, Elsevier, n. 13, p. 205–248, 2004. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 26.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. *Report to the Governors on the supervision of banks' foreign establishments*. Basileia, 1975. Citado na página 27.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. *International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards*. Basileia, 1988. Citado na página 27.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. *Amendment to the Capital Accord to incorporate market risks*. Basileia, 1996. Citado na página 28.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. *Core Principles for Effective Banking Supervision*. Basileia, 1997. Citado na página 22.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. *International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: A revised framework*. Basileia, 2004. Citado na página 28.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. *Principles for Sound Liquidity Risk Management and Supervision*. Basileia, 2008. Citado 3 vezes nas páginas 30, 42 e 43.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. *Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems*. Basileia, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 31.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. *Basel III: International framework for liquidity risk measurement, standards and monitoring*. Basileia, 2010. Citado 3 vezes nas páginas 30, 43 e 67.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. *Core Principles for Effective Banking Supervision*. Basileia, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 59.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. *Global systemically important banks: updated assessment methodology and the higher loss absorbency requirement*. Basileia, 2013. Citado na página 32.

BECK, T.; DEMIRGÜÇ-KUNT, A.; MERROUCHE, O. Islamic vs. conventional banking: Business model, efficiency and stability. *Journal of Banking & Finance*, v. 37, n. 2, p. 433–447, fev. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2012.09.016>. Citado 2 vezes nas páginas 45 e 67.

BECK, T.; JONGHE, O. de; SCHEPENS, G. Bank competition and stability: cross-country heterogeneity. *Journal of Financial Intermediation*, Elsevier, v. 22, p. 218–244, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfi.2012.07.001>. Citado na página 51.

BELTRAME, F.; PREVITALI, D.; SCLIP, A. Systematic risk and bank leverage: The role of asset quality. *Finance Research Letters*, v. 27, p. 113–117, dez. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.02.015>. Citado 2 vezes nas páginas 45 e 67.

BELÉM, V. C.; GARTNER, I. R. Análise empírica dos buffers de capital dos bancos brasileiros no período de 2001 a 2011. *Revista Contabilidade & Finanças*, v. 27, n. 70, p. 113–124, jan./fev./mar./abr. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1808-057x201612300>. Citado 2 vezes nas páginas 44 e 67.

BHARATH, S. T.; SHUMWAY, T. Forecasting default with the merton distance to default model. *The Review of Financial Studies*, v. 21, n. 3, p. 1339–1369, maio 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/rfs/hhn044>. Citado 2 vezes nas páginas 49 e 50.

BLACK, F.; SCHOLES, M. The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, v. 81, n. 3, p. 647–654, maio-jun. 1973. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1831029>. Citado na página 49.

BONGINI, P.; LAEVEN, L.; MAJNONI, G. How good is the market at assessing bank fragility? a horse race between different indicators. *Journal of Banking & Finance*, v. 26, p. 1011–1028, maio 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0378-4266\(01\)00264-3](https://doi.org/10.1016/S0378-4266(01)00264-3). Citado na página 60.

BORRI, N.; GIORGIO, G. di. Systemic risk and the covid challenge in the european banking sector. *Journal of Banking and Finance*, Elsevier, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2021.106073>. Citado na página 13.

BOYD, J. H.; RUNKLE, D. E. Size and performance of banking firms. *Journal of Monetary Economics*, v. 31, p. 47–67, 1993. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(93\)90016-9](https://doi.org/10.1016/0304-3932(93)90016-9). Citado na página 51.

BROGI, M.; LAGASIO, V. Better safer than sorry. bank corporate governance, risk-taking, and performance. *Finance Research Letters*, abr. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.102039>. Citado na página 12.

BROWNLEES, C.; ENGLE, R. F. Srisk: A conditional capital shortfall measure of systemic risk. *The Review of Financial Studies*, v. 30, n. 1, p. 48–79, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/rfs/hhw060>. Citado 2 vezes nas páginas 54 e 56.

CALOMIRIS, C. W.; HABER, S. H. *Fragile by Design: Origins of Banking Crises & Scarce Credit*. [S.l.]: Princeton University Press, 2014. Citado na página 35.

CALVO, D. et al. *Financial Supervisory Architecture: What has changed after the crisis*. [S.l.], 2018. Disponível em: <https://www.bis.org/fsi/publ/insights8.pdf>. Citado na página 21.

CAMBA-MENDEZ, G. Risk aversion and bank loan pricing. *Economic Letters*, Elsevier, v. 200, mar. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2020.109723>. Citado na página 12.

CARVALHO, F. J. C. de et al. *Economia Monetária e Financeira*. 2ª. ed. [S.l.]: Editora Campus Ltda., 2012. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 16.

CONSELHO MONETÁRIO NACIONAL. Resolução nº 4.553, de 30 de janeiro de 2017. estabelece a segmentação do conjunto das instituições financeiras e demais instituições autorizadas a funcionar pelo banco central do brasil para fins de aplicação proporcional da regulação prudencial. 30 jan. 2017. Citado 2 vezes nas páginas 37 e 100.

CONSELHO MONETÁRIO NACIONAL. Resolução nº 4.557, de 23 de fevereiro de 2017. dispõe sobre a estrutura de gerenciamento de riscos, a estrutura de gerenciamento de capital e a política de divulgação de informações. 23 fev. 2017. Citado 6 vezes nas páginas 34, 40, 41, 42, 43 e 59.

CONSELHO MONETÁRIO NACIONAL. Resolução nº 2.099, de 17 de agosto de 1994. aprova regulamentos que dispõem sobre as condições relativamente ao acesso ao sistema financeiro nacional, aos valores mínimos de capital e patrimônio líquido ajustado, à instalação de dependências e à obrigatoriedade da manutenção de patrimônio líquido ajustado em valor compatível com o grau de risco das operações ativas das instituições financeiras e demais instituições autorizadas a funcionar pelo banco central. 17 ago. 1994. Citado na página 33.

CONSELHO MONETÁRIO NACIONAL. Resolução nº 2.399, de 25 de junho de 1997. altera a fórmula de cálculo do patrimônio líquido de que trata o regulamento anexo iv à resolução nº 2.099, de 17.08.94. 25 jun. 1997. Citado na página 33.

CONSELHO MONETÁRIO NACIONAL. Resolução nº 2.606, de 27 de maio de 1999. estabelece limite para o total de exposição em ouro e em ativos e passivos referenciados em variação cambial, em bases consolidadas, para as instituições financeiras, demais instituições autorizadas a funcionar pelo banco central do brasil e suas controladas diretas e indiretas. 27 maio 1999. Citado na página 33.

CONSELHO MONETÁRIO NACIONAL. Resolução nº 2.692, de 24 de fevereiro de 2000. estabelece critério para apuração do patrimônio líquido exigido (ple) para cobertura do risco decorrente da exposição das operações registradas nos demonstrativos contábeis à variação das taxas de juros praticadas no mercado, para as instituições referidas no regulamento anexo iv à resolução no 2.099, de 1994. 24 fev. 2000. Citado na página 33.

CONSELHO MONETÁRIO NACIONAL. Resolução nº 3.444, de 28 de fevereiro de 2007. define o patrimônio de referência (pr). 24 fev. 2007. Citado na página 33.

CONSELHO MONETÁRIO NACIONAL. Resolução nº 3.490, de 29 de agosto de 2007. dispõe sobre a apuração do patrimônio de referência exigido (pre). 29 ago. 2007. Citado na página 33.

CONSELHO MONETÁRIO NACIONAL. Resolução nº 3.988, de 30 de junho de 2011. dispõe sobre a implementação de estrutura de gerenciamento de capital. 30 jun. 2011. Citado na página 34.

CONSELHO MONETÁRIO NACIONAL. Resolução nº 4.192, de 01º de março de 2013. dispõe sobre a metodologia para apuração do patrimônio de referência (pr). 01º mar. 2013. Citado na página 33.

CONSELHO MONETÁRIO NACIONAL. Resolução nº 4.193, de 01º de março de 2013. dispõe sobre apuração dos requerimentos mínimos de patrimônio de referência (pr), de nível i e de capital principal e institui o adicional de capital principal. 01º mar. 2013. Citado 2 vezes nas páginas 46 e 67.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. *Business Research Methods*. 12ª. ed. [S.l.]: McGraw-Hill Irwin, 2014. Citado na página 57.

DALE, R.; WOLFE, S. The structure of financial regulation. *Journal of Financial Regulation and Compliance*, v. 6, n. 4, p. 326–350, 1998. Citado na página 19.

DAYDOV, D.; VAHAMAA, S.; YASAR, S. Bank liquidity creation and systemic risk. *Journal of Banking and Finance*, Elsevier, v. 123, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2020.106031>. Citado na página 12.

DELIS, M. D. et al. Regulators vs. markets: Are lending terms influenced by different perceptions of bank risk? *Journal of Banking and Finance*, Elsevier, v. 122, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2020.105990>. Citado 3 vezes nas páginas 49, 51 e 61.

DIAMOND, D. W.; DYBVIG, P. H. Bank runs, deposit insurance, and liquidity. *Journal of Political Economy*, The University of Chicago Press Journals, v. 91, n. 3, p. 401–419, 1983. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1837095>. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 11.

DORDEVIC, L. et al. Strengthening bank regulation and supervision: National progress and gaps. Fundo Monetário Internacional, Washington, DC, 2021. Citado na página 22.

DRAKOS, A. A.; KOURETAS, G. P. Measuring systemic risk in emerging markets using covar. In: _____. *Emerging Markets and the Global Economy*. [S.l.]: Elsevier, 2014. cap. 12, p. 271–307. Citado 3 vezes nas páginas 53, 55 e 92.

DRAKOS, A. A.; KOURETAS, G. P. Bank ownership, financial segments and the measurement of systemic risk: An application of covar. *International Review of Economics and Finance*, v. 40, 2017. Citado na página 92.

DUFFIE, D. Prone to fail: The pre-crisis financial system. *Journal of Economic Perspectives*, v. 33, n. 1, p. 81–106, winter 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1257/jep.33.1.81>. Citado na página 19.

FERNANDES, A. P.; MACHADO, M. A. V.; CAVALCANTE, P. R. N. Risco sistêmico e efeito contágio à luz do método covar: Uma análise com as ações mais líquidas listadas na bm&fbovespa. *Gestão & Regionalidade*, v. 33, n. 99, set.-dez. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.13037/gr.vol33n99.4165>. Citado na página 70.

FERNANDES, D. T. M. et al. Os impactos da resolução n. 2.682 e dos programas de reestruturação do sistema financeiro nacional no nível de provisionamento da carteira de créditos do setor bancário. *Revista Contabilidade & Finanças*, v. 19, n. 47, p. 44–55, maio/ago. 2008. Citado 2 vezes nas páginas 35 e 36.

FINANCIAL STABILITY BOARD. *Reducing the moral hazard posed by systemically important financial institutions*. EUA, 2010. Citado na página 12.

FLANNERY, M. J.; RANGAN, K. P. What caused the bank capital build-up of the 1990s? *Review of Finance*, v. 12, p. 391–429, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/rof/rfm007>. Citado 2 vezes nas páginas 49 e 61.

FORTUNA, E. *Mercado Financeiro: Produtos e Serviços*. 20ª. ed. [S.l.]: Qualitymark, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 17.

FREIXAS, X.; LAEVEN, L.; PEYDRÓ, J.-L. *Systemic Risk, Crises and Macroprudential Regulation*. 1ª. ed. [S.l.]: The MIT Press, 2015. Citado 3 vezes nas páginas 14, 52 e 53.

FU, X. M.; LIN, Y. R.; MOLYNEUX, P. Bank competition and financial stability in asia pacific. *Journal of Banking & Finance*, v. 38, p. 64–77, jan. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2013.09.012>. Citado 2 vezes nas páginas 49 e 50.

FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL. *Brazil Financial Sector Assessment Program: Detailed assessment of observance - basel core principles for effective banking supervision*. Washington, D.C., 2018. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 26.

FURLONG, F. T.; KEELEY, M. C. Capital regulation and bank risk-taking: A note. *Journal of Banking and Finance*, Elsevier, v. 13, p. 883–891, 1989. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0378-4266\(89\)90008-3](https://doi.org/10.1016/0378-4266(89)90008-3). Citado na página 44.

GAGANIS, C. et al. Macroprudential policies, corporate governance and bank risk: Cross-country evidence. *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 169, p. 126–142, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2019.11.004>. Citado na página 67.

GARICANO, L.; LASTRA, R. M. Towards a new architecture for financial stability: Seven principles. *Journal of International Economic Law*, v. 13, n. 3, p. 597–621, set. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jiel/jgq041>. Citado 3 vezes nas páginas 19, 20 e 26.

GARRATT, R. H.; MAHADEVA, L.; SVIRYDZENKA, K. The great entanglement: The contagious capacity of the internacional banking network just before the 2008 crisis. *Journal of Banking & Finance*, v. 49, p. 367–385, dez. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2013.12.025>. Citado na página 11.

- GEHRIG, T.; IANNINO, M. C. Did the basel process of capital regulation enhance the resiliency of european banks? *Journal of Financial Stability*, jun. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2021.100904>. Citado 3 vezes nas páginas 52, 55 e 69.
- GLANTZ, M. *Gerenciamento de Riscos Bancários*. 1ª. ed. [S.l.]: Elsevier, 2007. Citado na página 67.
- HAIR, J. J. F. et al. *Análise Multivariada de Dados*. 6ª. ed. [S.l.]: Bookman, 2009. Citado 2 vezes nas páginas 77 e 96.
- HANDL, J.; KNOWLES, J. Nature-inspired clustering. In: _____. *Handbook of Cluster Analysis*. 1ª. ed. [S.l.]: CRC Press, 2016. cap. 19, p. 403–423. Citado na página 63.
- HASSE, J.-B. *Monitoring Systemic Risk*. [S.l.], 2020. R package version 0.1.0 — For new features, see the 'Changelog' file (in the package source). Citado na página 113.
- HERRERA-RESTREPO, O. et al. Bank branch operation performance: A robust multivariate and clustering approach. *Expert Systems With Applications*, v. 50, p. 107–119, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.12.025>. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 62.
- HUANG, X.; ZHOU, H.; ZHU, H. Systemic risk contributions. *Journal of Financial Services Research*, v. 42, n. 1, p. 55–83, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10693-011-0117-8>. Citado na página 48.
- INSTITUO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Sistema Financeiro: Uma análise a partir das contas nacionais 1990 - 1995*. Rio de Janeiro, 1997. Citado na página 35.
- ITURRIAGA, F. J. L.; SANZ, I. P. Bankruptcy visualization and prediction using neural networks: A study of u.s. commercial banks. *Expert Systems with Applications*, Elsevier, v. 42, n. 6, p. 2857–2869, abr. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.11.025>. Citado 3 vezes nas páginas 14, 63 e 68.
- JACQUES, K.; NIGRO, P. Risk-based capital, portfolio risk, and bank capital: A simultaneous equations approach. *Journal of Economics and Business*, v. 49, n. 6, p. 533–547, nov./dez. 1997. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0148-6195\(97\)00038-6](https://doi.org/10.1016/S0148-6195(97)00038-6). Citado na página 44.
- JOKIPII, T.; MILNE, A. Bank capital buffer and risk adjustment decisions. *Journal of Financial Stability*, Elsevier, v. 7, n. 3, p. 165–178, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2010.02.002>. Citado 2 vezes nas páginas 44 e 67.
- JONGHE, O. D. Back to the basics in banking? a micro-analysis of banking system stability. *Journal of Financial Intermediation*, v. 19, n. 3, p. 387–417, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfi.2009.04.001>. Citado 2 vezes nas páginas 47 e 67.
- JORION, P. *Value at Risk: The new benchmark for managing financial risk*. 3ª. ed. [S.l.]: The McGraw-Hill Companies, 2007. Citado na página 55.
- JORION, P. *Financial Risk Manager Handbook*. 5ª. ed. [S.l.]: John Wiley & Sons, Inc., 2009. Citado 3 vezes nas páginas 39, 40 e 41.
- KHAN, M. S.; SCHEULE, H.; WU, E. Funding liquidity and bank risk taking. *Journal of Banking & Finance*, v. 82, p. 203–216, set. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2016.09.005>. Citado 6 vezes nas páginas 47, 49, 50, 52, 61 e 67.

KLEIN, P.; NAUDK, C.; WOYAND, C. Bank ownership and capital buffers: How internal control is affected by external governance. *Journal of Financial Stability*, Elsevier, v. 54, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2021.100857>. Citado 4 vezes nas páginas 12, 14, 32 e 48.

KOHONEN, T. *Self-organizing maps*. 2ª. ed. [S.l.]: Springer series in information sciences, 1997. Citado na página 63.

KOLARI, J. W.; ITURRIAGA, F. J. L.; SANZ, I. P. Measuring systemic risk in the u.s. banking system. *Economic Modelling*, Elsevier, v. 91, p. 646–658, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.12.005>. Citado na página 68.

KOPPENHAVER, G. D. Bank funding risks, risk aversion, and the choice of futures hedging instrument. *The Journal of Finance*, Wiley for the American Finance Association, v. 40, n. 1, p. 241–255, mar. 1985. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2328058>. Citado na página 12.

LAEVEN, L.; LEVINE, R. Bank governance, regulation and risk-taking. *Journal of Financial Economics*, Elsevier, v. 93, n. 2, p. 259–275, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2008.09.003>. Citado 3 vezes nas páginas 14, 51 e 61.

LAEVEN, L.; RATNOVSKI, L.; TONG, H. Bank size, capital, and systemic risk: Some international evidence. *Journal of Banking & Finance*, Elsevier, v. 69, p. 525–534, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2015.06.022>. Citado 3 vezes nas páginas 13, 48 e 67.

LI, L.; STRAHAN, O. E.; ZHANG, S. Banks as lenders of first resort: Evidence from the covid-19 crisis. *The Review of Corporate Finance Studies*, v. 9, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/rcfs/cfaa009>. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 43.

MARKOULIS, S.; MARTZOUKOS, S.; PATSALIDOU, E. Global systemically important banks regulation: blessing or curse? *Global Finance Journal*, Elsevier, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gfj.2020.100580>. Citado na página 12.

MARTYNOVA, N.; VOGEL, U. Banks' complexity-risk nexus and the role of regulation. *Journal of Banking & Finance*, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2021.106120>. Citado 4 vezes nas páginas 47, 51, 61 e 67.

MENDONCA, H. F. de; SILVA, R. B. da. Effect of banking and macroeconomic variables on systemic risk: An application of $\delta covarcovar$ for an emerging country. *North American Journal of Economics and Finance*, v. 43, out. 2018. Citado 2 vezes nas páginas 70 e 92.

MERTON, R. C. On the pricing of corporate debt: The risk structure of interest rates. *Journal of Finance*, v. 29, n. 2, p. 449–470, maio 1974. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2978814>. Citado na página 49.

NEGNEVITSKY, M. Identification of failing banks using clustering with self-organising neural works. *Procedia Computer Science*, v. 108, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.05.125>. Citado 6 vezes nas páginas 14, 62, 63, 64, 68 e 77.

NETO, A. A. *Estrutura e Análise de Balanços: Um Enfoque Econômico-financeiro*. 12ª. ed. [S.l.]: Atlas, 2020. Citado na página 67.

ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. *OECD Business and Finance Outlook 2020: Sustainable and resilience finance*. [S.l.], 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/26172577>. Citado na página 16.

PARK, H.; OH, B. Common ownership and bank stability: Evidence from the u.s. banking industry. *Journal of Financial Stability*, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2020.100832>. Citado 7 vezes nas páginas 12, 49, 50, 51, 60, 61 e 73.

PEURA, S.; KEPPO, J. Optimal bank capital with costly recapitalization. *The Journal of Business*, Oxford University Press, v. 79, n. 4, p. 2163–2201, jul. 2006. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/10.1086/503660>. Citado na página 44.

PINHEIRO, F. A. P.; SAVÓIA, J. R. F.; SECURATO, J. R. Basileia iii: Impacto para os bancos no brasil. *Revista Contabilidade & Finanças*, v. 26, p. 345–361, set./out./dez/ 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1808-057x201500720>. Citado na página 11.

PINHEIRO, J. *Mercado de Capitais*. 9ª. ed. [S.l.]: Atlas, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.

RATTI, R. A. Bank attitude toward risk, implicit rates of interest, and the behavior of an index of risk aversion for commercial banks. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 95, n. 2, p. 309–331, set. 1980. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1885502>. Citado na página 14.

ROCHA, F. A. S. Evolução da concentração bancária no brasil (1994-2000). *Notas Técnicas do Banco Central do Brasil*, n. 11, p. 1–40, nov. 2001. Citado 3 vezes nas páginas 12, 35 e 36.

RONN, E. I.; VERMA, A. K. Pricing risk-adjusted deposit insurance: an option-based model. *The Journal of Finance*, v. 41, n. 4, p. 871–895, set. 1986. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2328234>. Citado 2 vezes nas páginas 49 e 61.

SEALEY, C. W. Deposit rate-setting, risk aversion, and the theory of depository financial intermediaries. *The Journal of Finance*, Wiley for the American Finance Association, v. 35, n. 5, p. 1139–1154, dez. 1980. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2327090>. Citado na página 12.

SHRIEVES, R. E.; DAHL, D. The relationship between risk and capital in commercial banks. *Journal of Banking & Finance*, v. 16, n. 2, p. 439–457, apr. 1992. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0378-4266\(92\)90024-T](https://doi.org/10.1016/0378-4266(92)90024-T). Citado na página 44.

TARULLO, D. K. Financial regulation: Still unsettled a decade after the crisis. *The Journal of Economic Perspectives*, American Economic Association, v. 33, n. 1, p. 61–80, winter 2019. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/26566977>. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 36.

TAYLOR, M. Twin peaks: A regulatory structure for the new century. *Centre for the Study of Financial Innovation*, n. 20, dez. 1995. Citado na página 20.

VALLASCAS, F.; HAGENDORFF, J. The risk sensitivity of capital requirements: Evidence from an international sample of large banks. *Review of Finance*, v. 17, p. 1947–1988, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/rof/rfs042>. Citado 3 vezes nas páginas 49, 51 e 61.

WALESIK, M.; DUDEK, A. *Searching for Optimal Clustering Procedure for a Data Set*. [S.l.], 2021. Citado na página 112.

WEHRENS, R.; KRUISSELBRINK, J. *Supervised and Unsupervised Self-Organising Maps*. [S.l.], 2019. R package version 3.0.10 — For new features, see the 'Changelog' file (in the package source). Citado na página 112.

YAZBEK, O. *Regulação do Mercado Financeiro e de Capitais*. 2^a. ed. [S.l.]: Elsevier, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 22.

YOSHINO, J. A. Regulação do sistema financeiro brasileiro. *Centro de Estudos de Reforma do Estado. Texto para Discussão.*, Escola de Pós-Graduação em Economia da Fundação Getúlio Vargas, n. 015, out. 1998. Citado na página 35.

ZANON, A. R. M.; DANTAS, J. A. Reação do mercado à emissão de instrumentos de dívida elegíveis a capital pelos bancos brasileiros. *Brazilian Business Review*, Universidade de Brasília, v. 17, n. 1, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15728/bbr.2020.17.1.1>. Citado na página 28.

ZHANG, X.; LI, F.; ORTIZ, J. Internal risk governance and external capital regulation affecting bank risk-taking and performance: Evidence from p.r. china. *International Review of Economics and Finance*, Elsevier Inc., v. 74, p. 276–292, 2021. Citado na página 12.

Apêndice A – Síntese do *script* que operacionaliza a ferramenta *Self-Organizing Maps (SOM)*

Algoritmo 1 Modelo SOM

- 1: **procedure** CARREGAR PACOTE
- 2: `library(kohonen)` – 1
- 3: **procedure** UTILIZAR FUNÇÃO SOM()
- 4: `som(Data, grid = som.grid(4, 4, "hexagonal", neighbourhood.fct = "gaussian", toroidal = FALSE), dist.fct = "euclidean", rlen = 10000, alpha = c(0.10, 0.01))` – 2
- 5: Argumentos :
 - ▷ Data são os dados; “grid” é a rede retornada a partir do pacote “class”; “rlen” é o número de interações; e “alpha” é a taxa de aprendizado.
- 6: Saída : –2
 - ▷ Objeto da classe kohonen
- 7: **procedure** GERAR OS MAPAS NÃO SUPERVISIONADOS
- 8: `plot.kohonen` – 3
- 9: **procedure** CALCULAR O ÍNDICE DAVIES-BOULDIN’S
- 10: `library(clusterSim)` – 4
- 11: `index.DB(dados, cl1, centroidypes = "centroids")$DB` – 5
- 12: Argumentos :
 - ▷ Dados são os dados, e cl1 é o vetor que indica a quais *clusters* cada objeto está alocado
- 13: Saída : –6
 - ▷ Índice de Davies-Bouldin’s

Fonte: Wehrens e Kruisselbrink (2019) e Walesiak e Dudek (2021)

Apêndice B – Síntese do *script* $\Delta CoVaR$ para mensuração do risco do sistema financeiro

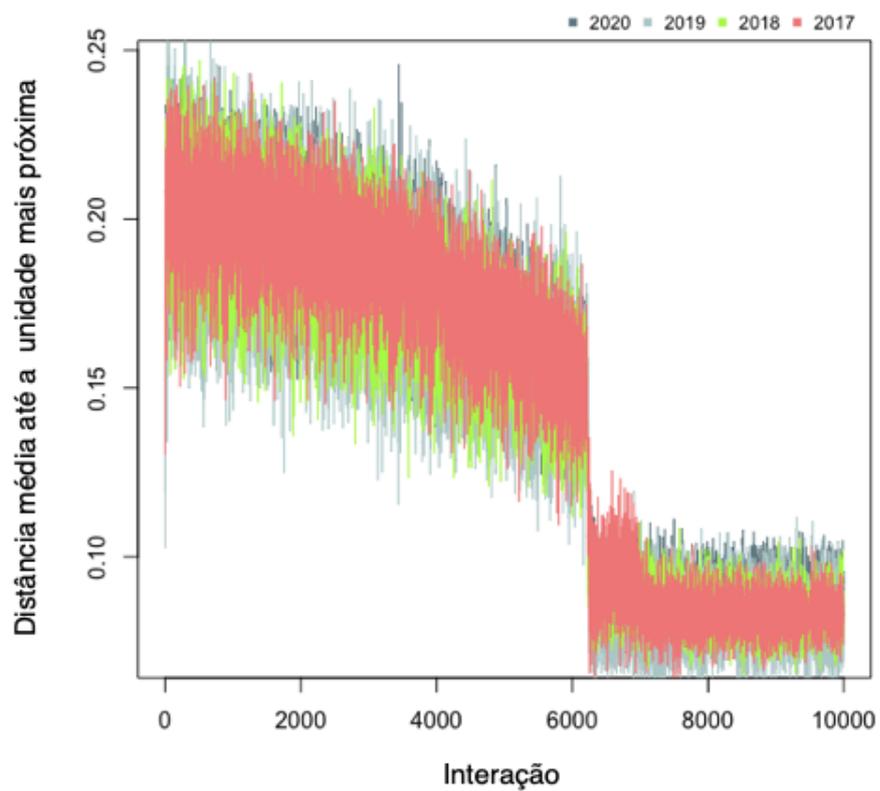
Algoritmo 2 Modelo $\Delta CoVaR$

- 1: **procedure** CARREGAR PACOTE
- 2: *library(SystemicR)* – 1
- 3: **procedure** UTILIZAR FUNÇÃO F_COVAR_DELTA_COVAR_I_Q_T()
- 4: *f_CoVaR_Delta_CoVaR_i_q_t(dadoretnos)* – 2
- 5: *Argumentos* :
 - ▷ *data_stock_returns* é um dataframe dos dados para análise, que inclui o período e os retornos dos ativos analisados.
- 6: *Saida* : –3
 - ▷ Matrix XTS *Delta_CoVaR_i_q_t* (*dadoretornos*)

Fonte: Hasse (2020)

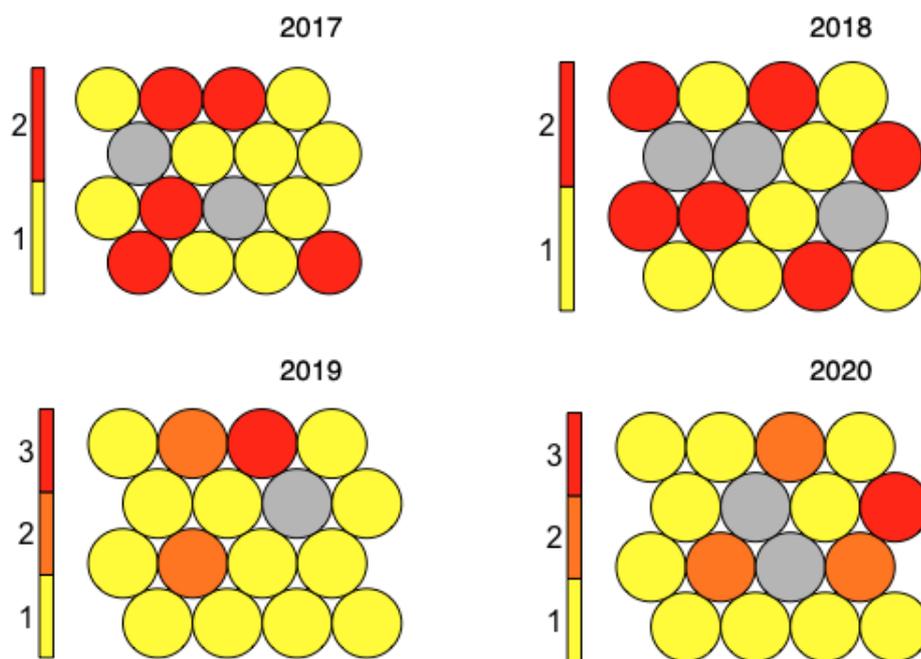
Apêndice C – Maiores detalhes dos resultados dos *Self-Organizing Maps*

Figura 13 – Treinamento do algoritmo para os mapas de Kohonen (2017-2020)



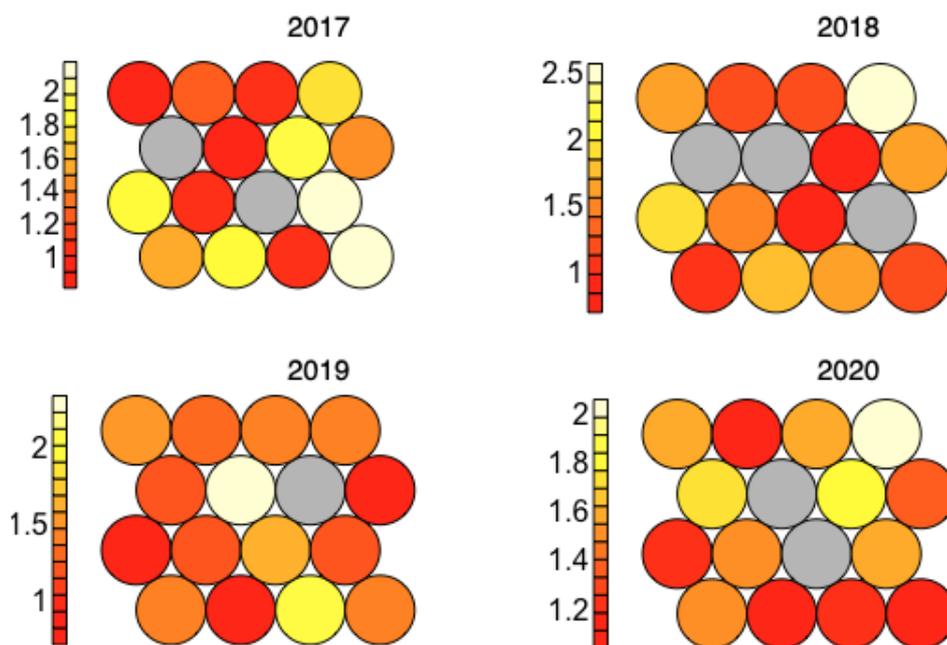
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 14 – Quantidade de indivíduos alocados em cada célula do SOM



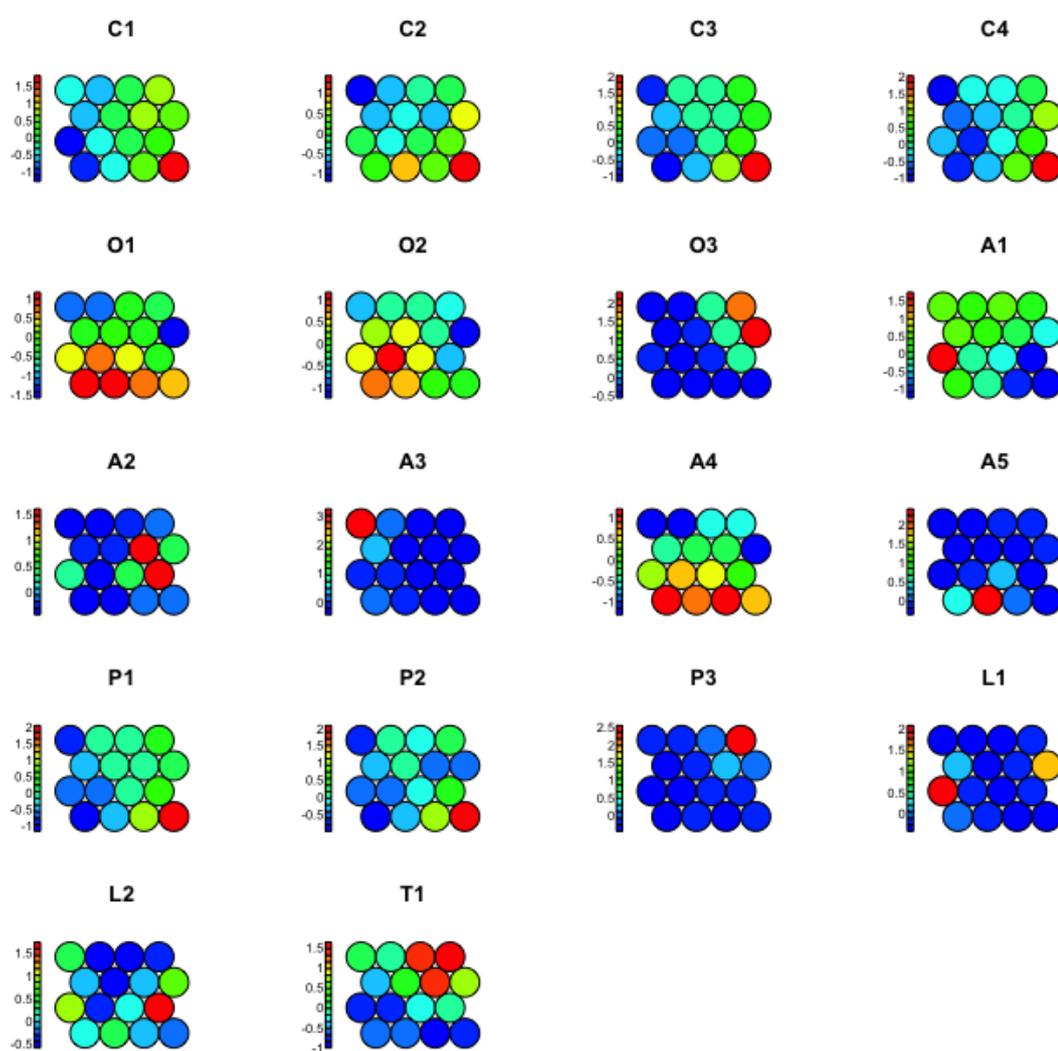
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 15 – Distância média entre os indivíduos de um cluster



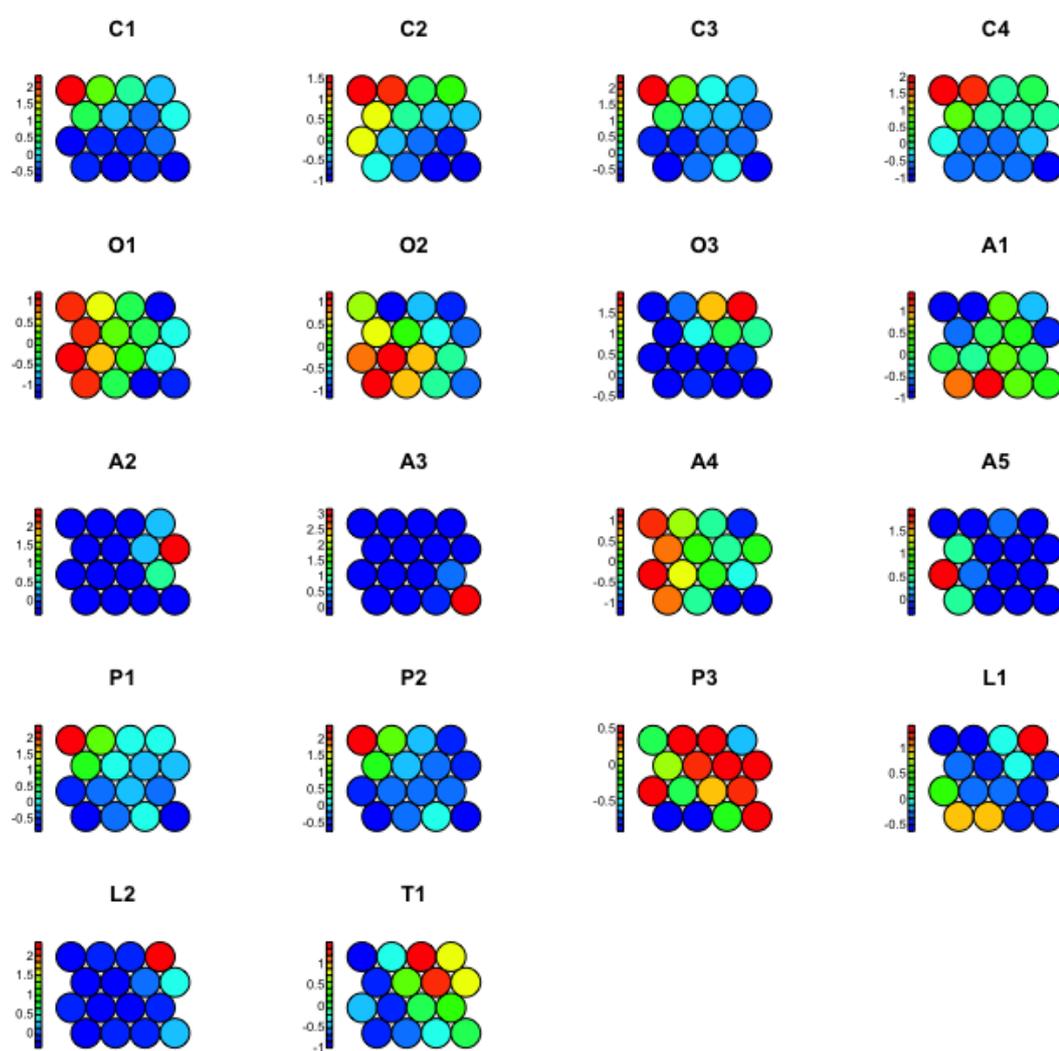
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 16 – Relação entre as variáveis e os *clusters* em 2017



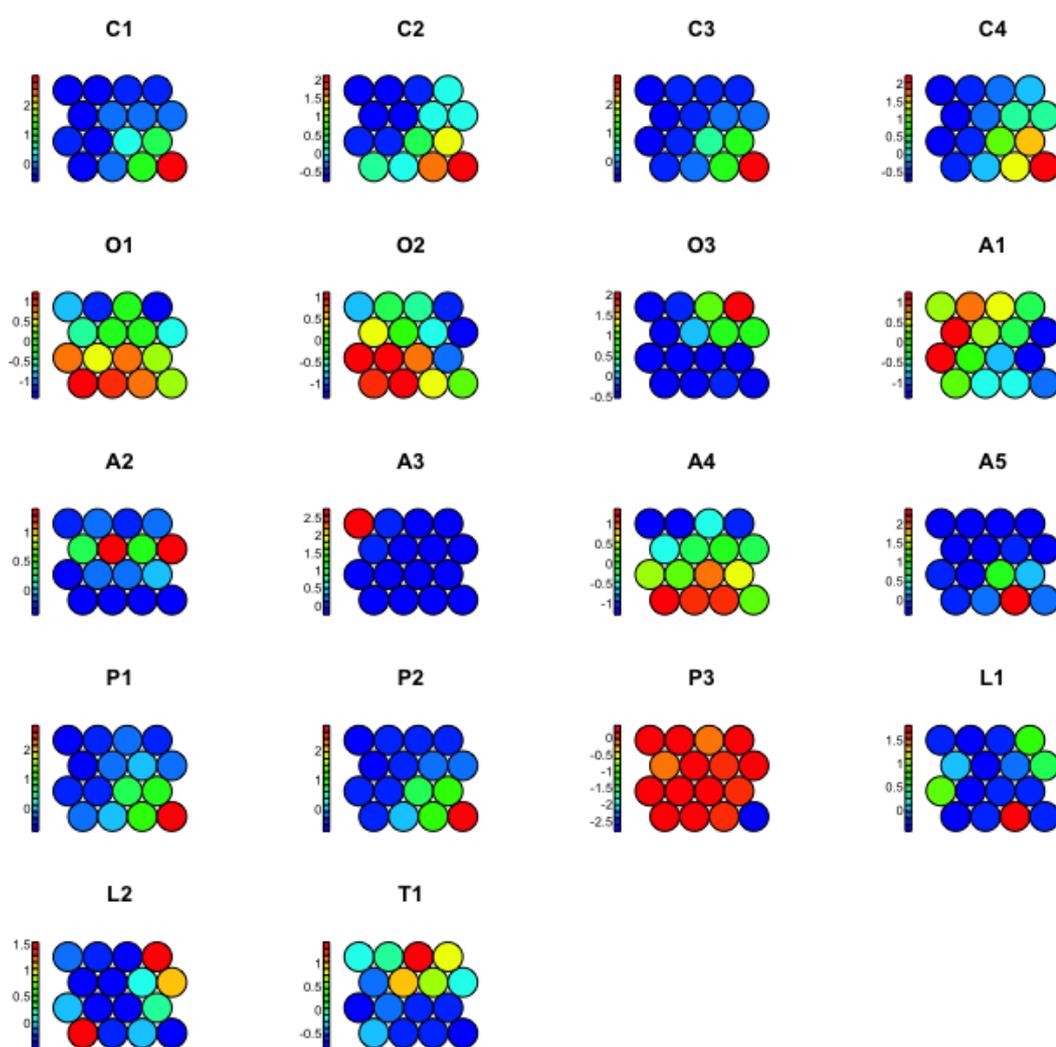
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 17 – Relação entre as variáveis e os *clusters* em 2018



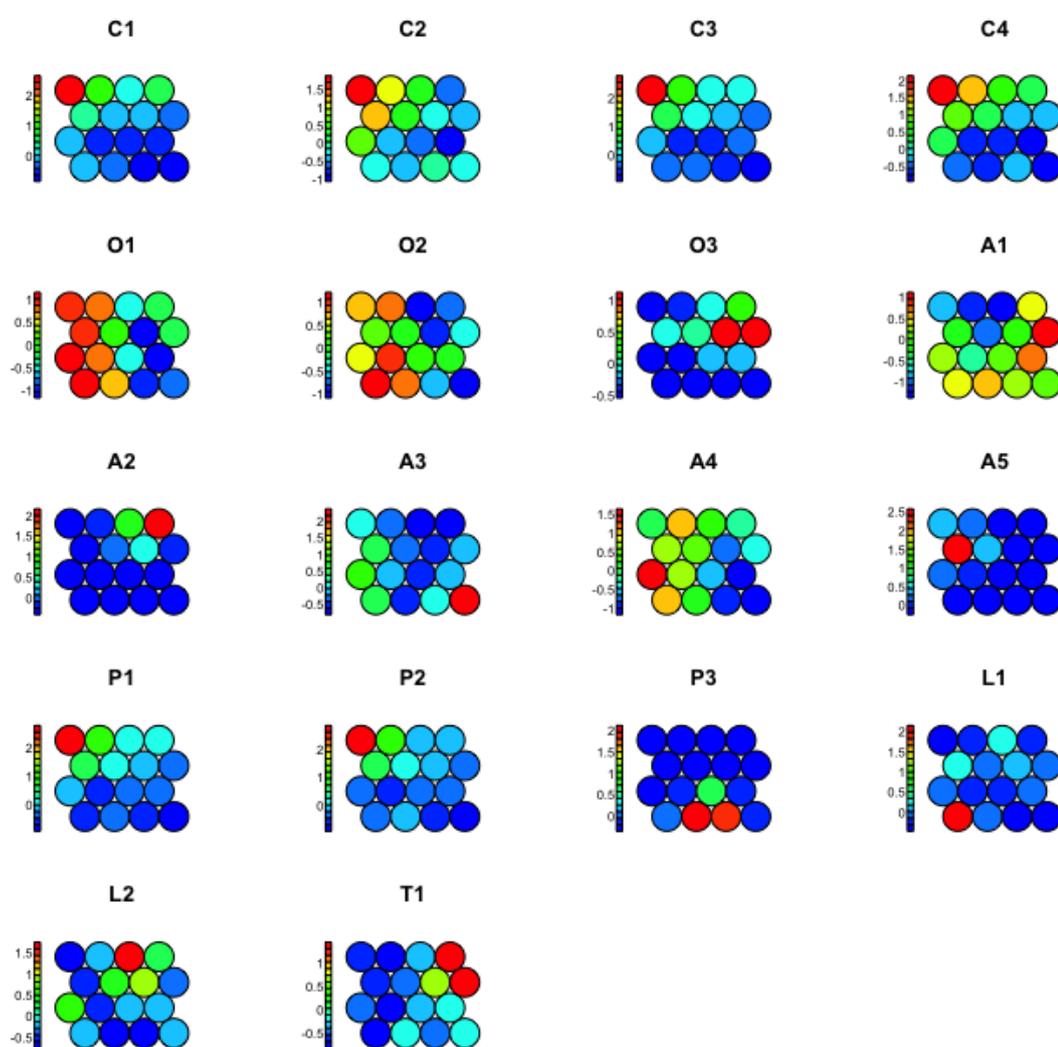
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 18 – Relação entre as variáveis e os *clusters* em 2019

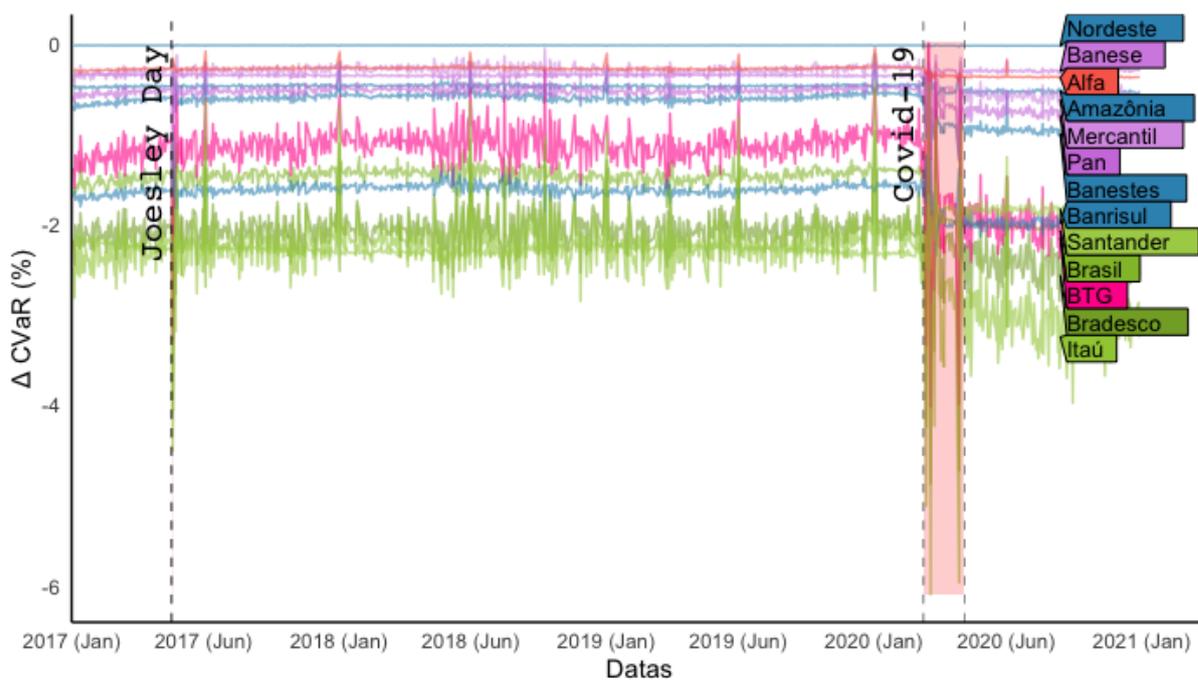


Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 19 – Relação entre as variáveis e os *clusters* em 2020



Fonte: Elaborada pelo autor.

Apêndice D – Maiores detalhes dos resultados do $\Delta CoVaR$ Figura 20 – $\Delta CoVaR$ para as instituições por grupo (2017-2020)

Fonte: Elaborada pelo autor.