UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE DE RIBEIRÃO
PRETO
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO DE ORGANIZAÇÕES

CAROLINE ALVARENGA DE CARVALHO

Participação acionária em empresas listadas na BM&FBOVESPA em 2018: um estudo de redes.

ORIENTADOR: PROF. DR. EVANDRO MARCOS SAIDEL RIBEIRO

RIBEIRÃO PRETO

2018

Prof. Dr. Vahan Agopyan
Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Dante Pinheiro Martinelli
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto

Prof. Dr. Marcio Mattos Borges de Oliveira
Chefe do Departamento de Administração

Prof. Dr. Alexandre Pereira Salgado Junior
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Administração de Organizações

CAROLINE ALVARENGA DE CARVALHO

Participação acionária em empresas listadas na BM&FBOVESPA em 2018: um estudo de redes.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração de Organizações da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências. *Versão Corrigida. A original encontra-se disponível na FEA-RP/USP.*

ORIENTADOR: PROF. DR. EVANDRO MARCOS SAIDEL RIBEIRO

RIBEIRÃO PRETO

2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Carvalho, Caroline Alvarenga de

Participação acionária em empresas listadas na BM&FBOVESPA em 2018: um estudo de redes. Ribeirão Preto, 2018.

107 p.

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Administração.

Orientador: Ribeiro, Evandro Marcos Saidel.

1. Controle Acionário. 2. Teoria de Redes. 3. Sistemas Complexos.

Nome: CARVALHO, Caroline Alvarenga de

Título: Participação acionária em empresas listadas na BM&FBOVESPA em 2018: um estudo de redes.

Dissertação apresentada à Faculdade Economia,
Administração e Contabilidade da Universidade
de São Paulo para obtenção do título de Mestre
em Ciências (Administração de Organizações).

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Evandro pela orientação, grande dedicação, paciência e por ter me apresentado à Ciência de Redes, que desde então me faz observar diversos comportamentos sob outra perspectiva, transformando-os em vértices e arestas. Agradeço também aos grandes Professores da banca de qualificação, que muito contribuíram com seus comentários: Professor Alberto Matias, me fazendo sempre pensar “no porquê” e o Professor Gilberto Prativiera me ensinando o “tá, mas e daí?”.

Aos Professores do PPGAO e à FEARP, agradeço pelos conhecimentos teóricos e também por proporcionarem um ambiente de desenvolvimento pessoal. Aos funcionários da Pós Graduação, sempre muito solícitos e dispostos a ajudar.

Agradeço também aos meus amigos de Ribeirão Preto, pela companhia e carinho de sempre. Em especial à minha amiga Nayele, por sempre me receber tão bem e tornar meus dias mais leves e divertidos. Ao meu amigo Victor, por me trazer sempre uma visão crítica e racional de qualquer assunto na vida. A todos aqueles que entenderam minha ausência e me incentivaram.

Aos meus pais Wagner e Mara, agradeço pelo grande suporte dado a mim. Pela torcida, pelo amor e pelas orações, vocês são fundamentais! À minha irmã Camila que me faz me dedicar cada vez mais, mesmo sem saber disso, para mostrá-la que tudo é possível sim. Ao Ricardo, por ser meu maior incentivador e nunca me deixar desistir, pela torcida, pela parceria nas corridas e na vida, por me ajudar a ser uma pessoa melhor. À minha família, obrigada por compreender minha ausência e por me apoiar neste desafio.

Por fim, agradeço a Deus pelos desafios e por ser tão generoso comigo!

Muito obrigada a todos vocês!

RESUMO

CARVALHO, Caroline Alvarenga de. **Participação acionária em empresas listadas na BM&FBOVESPA em 2018: um estudo de redes.** 2018. 107 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Organizações) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

A estrutura do controle de grandes empresas interfere na competição de mercado, bem como na estabilidade financeira deste. Estudos internacionais pesquisaram o controle das empresas em seus países, outros expandiram tal visão para as empresas transnacionais, realizando uma análise a nível mundial, ambas com o objetivo de descrever a disposição dos principais controladores em uma estrutura de rede. Dessa maneira, o problema central deste trabalho consiste em verificar a disposição dos acionistas de grandes empresas no Brasil e, para isso, tem como objetivo principal analisar a rede de controle formada por acionistas e empresas listadas na BM&FBOVESPA no ano de 2018 com uso da técnica de Redes. Os dados utilizados para elaborar a rede foram obtidos através do Economatica. Como resultado, foi observada uma rede com uma componente gigante composta por 726 atores e uma rede de acionistas com baixa densidade, alta modularidade e caminho médio indicando características de rede mundo pequeno, com atores centrais de grande influência na estrutura. Os resultados contribuem para a compreensão da atual estrutura de participação no mercado acionário brasileiro, pois evidencia e quantifica as relações entre acionistas e empresas. Espera-se que este estudo colabore para novas investigações acerca das particularidades do mercado financeiro brasileiro.

Palavras-chave: Controle Acionário. Teoria de Redes. Sistemas Complexos.

ABSTRACT

CARVALHO, Caroline Alvarenga de. **Equity interest in companies listed on the BM&FBOVESPA in 2018: a study of networks**. 2018. 107 f. Dissertation (Master) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

The structure of the control of large companies interferes in the market competition, as well as in the financial stability of this one. International studies have researched corporate control in their countries, others have expanded such a view to transnational corporations by conducting a worldwide review, both with the purpose of describing the disposition of the major controllers in a network structure. Thus, the main problem of this work is to verify the disposition of the shareholders of large companies in Brazil and, for this purpose, its main objective is to analyze the control network formed by shareholders and companies listed on BM&FBOVESPA in 2018 using Networks. The data used to elaborate the network were obtained from Economatica. As a result, it was observed a network with a giant component composed of 726 actors, with low density, high modularity and medium path indicating network characteristics small world, with central actors of great influence in the structure. The results contribute to the understanding of the current structure of participation in the Brazilian stock market, since it evidences and quantifies the relations between shareholders and companies. It is hoped that this study will contribute to further research on the particularities of the Brazilian financial market.

Keywords: Equity Control. Network Theory. Complex Systems.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: FLUXO DE RECURSOS NO MERCADO DE CAPITAIS.....	19
FIGURA 2: NÚMERO DE CITAÇÕES ANUAIS DOS ARTIGOS DE ERDÖS E RÉNYI (VERDE) E DE GRANOVETTER (AZUL).	25
FIGURA 3: REPRESENTAÇÃO DE REDE.	27
FIGURA 4: REDE NÃO DIRIGIDA.....	28
FIGURA 5: REDE DIRIGIDA.	29
FIGURA 6: REDES BIPARTIDAS. EMPRESAS (NÓS X, Y E Z) E DIRETORES (NÓS A, B, C E D). (A) PROJEÇÃO BIPARTIDA EMPRESA-CONSELHEIRO; (B) PROJEÇÃO EMPRESA-EMPRESA; (C) PROJEÇÃO CONSELHEIRO-CONSELHEIRO	30
FIGURA 7 - REDE CENTRALIZADA, DESCENTRALIZADA E DISTRIBUÍDA.	32
FIGURA 8: CAMINHO ENTRE OS NÓS.....	36
FIGURA 9 - CLIQUE DE QUATRO VÉRTICES EM UMA REDE	38
FIGURA 10 - COMUNIDADES DA REDE.....	39
FIGURA 11 - PROCEDIMENTO DE RECONSTRUÇÃO (<i>REWIRING</i>).	41
FIGURA 12 - COMPRIMENTO DO CAMINHO E COEFICIENTE DE AGRUPAMENTO CARACTERÍSTICOS PARA A FAMÍLIA DE GRAFOS REAJUSTADOS ALEATORIAMENTE.....	42
FIGURA 13: REDE DE PROPRIEDADE.....	43
FIGURA 14: CLASSIFICAÇÃO DOS NÓS DA REDE.	44
FIGURA 15: REDE DE CONTROLE.....	45
FIGURA 16: REDE BOW-TIE (GRAVATA BORBOLETA).....	47
FIGURA 17: ATORES FINANCEIROS DA REDE.	48

FIGURA 18: MODELO CONCEITUAL.....	52
FIGURA 19: REDE BIPARTIDA COM 1.742 VÉRTICES (ACIONISTAS E EMPRESAS). AZUL: EMPRESA; VERMELHO: ACIONISTA.....	54
FIGURA 20 - REDE BIPARTIDA COM DESTAQUE PARA A COMPONENTE GIGANTE. AZUL: EMPRESA; VERMELHO: ACIONISTA.....	57
FIGURA 21: COMPONENTE GIGANTE BIPARTIDA COM 726 VÉRTICES, OBTIDA A PARTIR DA REDE DA FIGURA 15.	59
FIGURA 22 - COMPONENTE GIGANTE: ACIONISTAS PJ (EM LARANJA), ACIONISTAS PF (EM VERDE) E EMPRESAS (EM CINZA).	62
FIGURA 23 – REDE DE COMUNIDADES DA COMPONENTE GIGANTE, AS CORES SÃO DEFINIDAS DE ACORDO COM A CLASSE DE MODULARIDADE OBTIDA NO GEPHI.....	63
FIGURA 24 – REDE DE COMUNIDADES RESUMIDA, NAS MESMAS CORES DA FIGURA 23.....	64
FIGURA 25 - CORES DOS VÉRTICES DE ACIONISTAS E EMPRESAS DA COMPONENTE GIGANTE.	66
FIGURA 26 - COMUNIDADE BNDESPAR COM VÉRTICES ACIONISTAS-EMPRESAS (VERMELHO-AZUL) E DETALHE EM VERDE RETIRADO DA FIGURA 23.	67
FIGURA 27 - COMUNIDADE BNDESPAR POR CLASSE DE ACORDO COM AS CORES LISTADAS NA FIGURA 25, EXCETO NÓS CINZAS.	68
FIGURA 28 - COMUNIDADE <i>BlackRock</i> COM VÉRTICES ACIONISTAS-EMPRESAS (VERMELHO-AZUL) E DETALHE EM ROSA RETIRADO DA FIGURA 23.	69
FIGURA 29 - COMUNIDADE <i>BlackRock</i> POR CLASSE DE ACORDO COM AS CORES LISTADAS NA FIGURA 25, EXCETO NÓS CINZAS.	70
FIGURA 30 - COMUNIDADE PREVI-PETROS COM VÉRTICES ACIONISTAS-EMPRESAS (VERMELHO- AZUL) E DETALHE EM LARANJA RETIRADO DA FIGURA 23.	71

FIGURA 31 - COMUNIDADE PREVI-PETROS POR CLASSE DE ACORDO COM AS CORES LISTADAS NA FIGURA 25, EXCETO NÓS CINZAS.	72
FIGURA 32 - COMUNIDADE DYNAMO COM VÉRTICES ACIONISTAS-EMPRESAS (VERMELHO-AZUL) E DETALHE EM CINZA RETIRADO DA FIGURA 23.....	73
FIGURA 33- COMUNIDADE DYNAMO POR CLASSE DE ACORDO COM AS CORES LISTADAS NA FIGURA 25, EXCETO NÓS CINZAS.....	74
FIGURA 34 - COMUNIDADE BTG PACTUAL GESTÃO DE RECURSOS COM VÉRTICES ACIONISTAS-EMPRESAS (VERMELHO-AZUL) E DETALHE EM VERDE CLARO RETIRADO DA FIGURA 23.	75
FIGURA 35 - COMUNIDADE BTG PACTUAL GESTÃO DE RECURSOS POR CLASSE DE ACORDO COM AS CORES LISTADAS NA FIGURA 25, EXCETO NÓS CINZAS.	76
FIGURA 36 - COMUNIDADE ELETROBRAS COM VÉRTICES ACIONISTAS-EMPRESAS (VERMELHO-AZUL) E DETALHE EM VERMELHO RETIRADO DA FIGURA 23.	77
FIGURA 37 - COMUNIDADE ELETROBRAS POR CLASSE DE ACORDO COM AS CORES LISTADAS NA FIGURA 25, EXCETO NÓS CINZAS.	78
FIGURA 38 - COMUNIDADE ITAUSA COM VÉRTICES ACIONISTAS-EMPRESAS (VERMELHO-AZUL) E DETALHE EM AMARELO RETIRADO DA FIGURA 23.....	79
FIGURA 39 - COMUNIDADE ITAUSA POR CLASSE DE ACORDO COM AS CORES LISTADAS NA FIGURA 25, EXCETO NÓS CINZAS.....	80
FIGURA 40 - COMUNIDADE ALASKA COM VÉRTICES ACIONISTAS-EMPRESAS (VERMELHO-AZUL) E DETALHE EM AZUL CLARO RETIRADO DA FIGURA 23.	81
FIGURA 41 - COMUNIDADE ALASKA POR SETOR DE ACORDO COM AS CORES LISTADAS NA FIGURA 25, EXCETO NÓS CINZAS.....	82
FIGURA 42 - COMUNIDADE ITAÚ UNIBANCO SA COM VÉRTICES ACIONISTAS-EMPRESAS (VERMELHO-AZUL) E DETALHE EM AZUL RETIRADO DA FIGURA 23.	83

FIGURA 43- COMUNIDADE ITAÚ UNIBANCO SA POR CLASSE DE ACORDO COM AS CORES LISTADAS NA FIGURA 25, EXCETO NÓS CINZAS.	83
FIGURA 44: REDE DE 573 ACIONISTAS	84
FIGURA 45 - CLASSES E CORES DA REDE DE ACIONISTAS	87
FIGURA 46 - REDE DE ACIONISTAS POR CLASSE.	88
FIGURA 47 - POSIÇÃO APROXIMADA DO BTG PACTUAL NA REDE.....	90
FIGURA 48 - POSIÇÃO APROXIMADA DA BNDESPAR, PREVI, CAIXA ECONÔMICA E TESOURO NACIONAL NA REDE.....	91
FIGURA 49 - POSIÇÃO APROXIMADA DO ITAÚ UNIBANCO NA REDE.	92
FIGURA 50 - POSIÇÃO APROXIMADA DA DYNAMO E ELIE HORN NA REDE.	93
FIGURA 51 - ESTRUTURA PREVI.....	94
FIGURA 52 - ESTRUTURA DO SISTEMA BNDES	96

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: CONCENTRAÇÃO DE CONTROLE DA REDE E DE RECEITA OPERACIONAL.	48
GRÁFICO 2 - DISTRIBUIÇÃO DE GRAU DA REDE.....	56
GRÁFICO 3 - TAMANHO DAS COMPONENTES	58
GRÁFICO 4 - DISTRIBUIÇÃO DE GRAU DA COMPONENTE GIGANTE.....	60
GRÁFICO 5 - DISTRIBUIÇÃO DE GRAU DAS COMPONENTES	61
GRÁFICO 6 - DISTRIBUIÇÃO DE GRAU PONDERADO MÉDIO (PROBABILIDADE COMPLEMENTAR) PARA OS ACIONISTAS. LINHA VERMELHA: AJUSTE DE LEI DE POTÊNCIA.	86
GRÁFICO 7 - PARTICIPAÇÃO ACIONÁRIA DA BNDESPAR	98

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: ESTATÍSTICAS DA REDE BOW-TIE (GRAVATA BORBOLETA).....	46
TABELA 2 - MEDIDAS DE CENTRALIDADE	61
TABELA 3 - MEDIDAS DE CENTRALIDADE DA REDE RESUMIDA	65
TABELA 4 - CLASSES DE VÉRTICES E SEUS RESPECTIVOS PERCENTUAIS	66
TABELA 5 - CLASSES DE ACIONISTAS E SEUS RESPECTIVOS PERCENTUAIS	86
TABELA 6 - PRINCIPAIS ACIONISTAS DA COMPONENTE GIGANTE, POR PAGERANK.	89

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - INFORMAÇÕES DA REDE MACRO.....	55
QUADRO 2 - INFORMAÇÕES DA REDE DE ACIONISTAS	85

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Ações e propriedade	18
2.1.1	<i>Ações.....</i>	<i>18</i>
2.1.1	<i>Teoria da Agência</i>	<i>20</i>
2.1.2	<i>Estrutura de propriedade</i>	<i>21</i>
2.1.3	<i>Análise da estrutura de propriedade sob a ótica de redes</i>	<i>23</i>
2.2	Redes	24
2.2.1	<i>Redes e suas representações.....</i>	<i>27</i>
2.2.2	<i>Tipos de redes.....</i>	<i>28</i>
2.2.3	<i>Principais medidas relacionadas aos nós</i>	<i>32</i>
2.2.4	<i>Medidas globais de rede.....</i>	<i>36</i>
2.2.5	<i>Comunidades</i>	<i>37</i>
2.2.6	<i>Modelo de rede Mundo Pequeno.....</i>	<i>40</i>
2.3	A Rede de Controle Corporativo Global	42
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	50
3.1	Caracterização da pesquisa	50
3.2	Base de dados	50
3.3	Técnicas de análise de dados	51
3.4	Modelo conceitual	51
4	RESULTADOS.....	53
4.1	Rede de acionistas e empresas.....	53
4.2	Componente gigante	58

4.2.1	<i>Comunidades da componente gigante</i>	63
4.3	Rede de acionistas	84
4.3.1	<i>Acionistas em destaque</i>	93
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
	REFERÊNCIAS	101

1 INTRODUÇÃO

O estudo de redes apresenta uma abordagem interdisciplinar e vem ganhando destaque na área de ciências sociais aplicadas, em específico em Administração, área com muito conteúdo a ser explorado por meio de redes (RIBEIRO, 2014).

Uma rede consiste em um conjunto de elementos discretos chamados vértices (ou nós) e um conjunto de arestas (ou ligações) que conectam os vértices (NEWMAN, 2010), podendo ser aplicada a diversas situações a fim de descrever como os atores (nós ou vértices) estão relacionados uns com os outros. Trata-se de uma técnica rica, pois, além de proporcionar diversas análises das relações entre os atores de forma quantitativa, é muito visual e eficiente para exibir e caracterizar padrões em diversas esferas, como ambientes econômicos, financeiros, sociais, políticos, empresariais, biológicos entre tantos outros, fornecendo uma ampla representação de como os elementos estão interconectados.

A relevância da técnica de redes está em permitir uma análise complexa acerca das interações entre os atores em estudo, o que muitas vezes pode envolver uma alta complexidade. Por meio dela pode-se enxergar além dos níveis primários de ligações entre os atores, visualizar o que está embasando os fluxos interativos, partindo para uma análise de grande abrangência no que diz respeito ao fenômeno da interação. Desta forma, é possível analisar o papel de cada ator na dinâmica da rede, prever comportamentos e, conseqüentemente, desvendar o fenômeno de interação existente.

A rede alvo de estudo deste trabalho consiste em ligações entre pessoas e empresas no que diz respeito à existência de participação acionária. De modo resumido, os vértices desta rede representam acionistas e empresas, enquanto as arestas representam a posse de ações em determinada empresa. Por exemplo, se o acionista A possui ações da empresa X, haverá uma ligação entre eles, representada por uma aresta. Dessa maneira, a rede evidenciará as ligações existentes entre os atores no que diz respeito à posse de ações.

Relacionando o estudo de redes à área de Administração, Vitali, Glattfelder e Battiston (2011) realizaram uma pesquisa acerca da rede de propriedade corporativa internacional através do cálculo do potencial controle de cada ator do mercado. Como resultado, observaram que as

corporações transnacionais formam uma rede com estrutura conhecida como gravata borboleta (*bow-tie*), em que grande parte do controle flui da periferia para um pequeno núcleo fortemente unido e constituído por grandes instituições financeiras. Tal núcleo, segundo os autores, pode ser visto como importantes agentes econômicos, levantando questões importantes tanto para pesquisadores quanto para formadores de políticas.

Observa-se a relevância do tema controle corporativo no que diz respeito ao seu poder de interferência no funcionamento do mercado, determinando um nível de risco à economia. A rede de controle das corporações afeta a competição de mercado, bem como a estabilidade financeira, por isso é de grande importância observar a disposição dos principais atores do mercado a fim de verificar o poder de interferência destes (GLATTFELDER, 2013).

Sendo assim, o problema principal deste trabalho consiste na disposição das participações acionárias em empresas no Brasil. O controle está diretamente relacionado ao percentual de ações adquirido e, semelhante à abordagem realizada por Vitali, Glattfelder e Battiston (2011), a presente pesquisa analisa a rede formada por acionistas e empresas de capital aberto no Brasil. Como pergunta de pesquisa, este trabalho posiciona o seguinte questionamento: quem são os principais acionistas das empresas no Brasil e como está disposta a estrutura de participação acionária?

A partir da concepção do problema de pesquisa, este trabalho tem como objetivo geral analisar a rede de interligação formada através de participação acionária nas empresas de capital aberto listadas da BM&FBOVESPA no ano de 2018 por meio da perspectiva da Teoria de Redes.

Os objetivos específicos consistem em:

- a) Elaborar a rede de interligação entre os acionistas e suas respectivas participações acionárias nas empresas listadas na BM&FBOVESPA para o ano de 2018;
- b) Analisar a rede de acordo com sua estrutura, buscando verificar se há formação de grupos;
- c) Analisar a rede de acordo com as medidas de posição de seus atores; levantando estatísticas que possibilitem identificar atores centrais.

O tema deste trabalho é relevante e oportuno, uma vez que estuda a estrutura de propriedade de importantes empresas no Brasil e suas ligações, além de empregar a técnica de redes, amplamente utilizada em outras dimensões em pesquisas nacionais e internacionais. Assim, pretende-se contribuir para o avanço da pesquisa em Administração tanto em relação ao estudo de participações acionárias, quanto às técnicas adotadas.

No que diz respeito à estrutura, o trabalho foi dividido em seis principais itens, cujo primeiro é composto por esta introdução. O segundo capítulo contém o referencial teórico, que aborda a literatura utilizada como base para este trabalho, incluindo temas sobre ações e estrutura de propriedade, teoria da agência, redes e suas principais métricas, formação de comunidades entre outros. O terceiro item contém a metodologia empregada, com destaque para a técnica aplicada e coleta, tratamento e análise dos dados. Por fim, serão apresentados os resultados obtidos, seguido das conclusões e das referências utilizadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção será apresentado o referencial teórico, que consiste em uma revisão da literatura existente sobre temas que embasaram a presente pesquisa. O conteúdo foi dividido em três principais tópicos, sendo que o primeiro aborda assuntos relacionados às questões de propriedade e controle, o segundo aborda o assunto de redes e suas principais características e o terceiro consiste em um breve resumo do trabalho de Vitali, Glattfelder e Battiston (2011), tido como base para esta pesquisa.

2.1 Ações e propriedade

2.1.1 Ações

Ações consistem em títulos emitidos por sociedades anônimas e representam a menor parcela do capital social da empresa emissora, sendo conversíveis em dinheiro através de negociação em bolsa ou no mercado de balcão. As ações são negociadas no mercado de capitais, que é um sistema de distribuição de valores mobiliários (ações, títulos, obrigações entre outros) e tem como objetivo proporcionar a compra e venda dos títulos emitidos por empresas, viabilizando seu processo de aquisição de capital e liquidez aos títulos. Os investidores do Mercado de Capitais são aqueles que emprestam seu dinheiro às empresas por meio da compra de títulos, sendo uma forma alternativa de investimento frente às aplicações tradicionais fornecidas pelos bancos e pelo governo, enquanto do ponto de vista das empresas, a emissão de títulos é uma forma de captação de recursos (CVM, 2013). A Figura 1 ilustra o fluxo de recursos no Mercado de Capitais.

Figura 1: Fluxo de recursos no Mercado de Capitais.

Fonte: CVM (2013, p. 19).

A espinha dorsal do mercado de capitais são as bolsas de valores, local destinado à realização desses negócios, como a compra e venda de ações, em que participam empresas, investidores e intermediários, sendo a Comissão de Valores Mobiliários – CVM a principal responsável por controlar, fiscalizar e normatizar tal mercado (GITMAN, 2010).

Há duas espécies de ações: as ações ordinárias e as preferenciais. As ações ordinárias são aquelas que conferem aos acionistas a capacidade de dono da organização, pois possuem o direito de voto em assembleias gerais e proporcionam participação nos resultados da empresa. As ações preferenciais não dão direito ao voto, contudo, priorizam o acionista no recebimento de dividendos, reembolso de capital ou outros termos definidos no Estatuto Social da organização.

A rentabilidade das ações é variável, formada por dividendos (participação nos resultados feita por meio de dividendos em dinheiro, sendo que a porcentagem é definida pela empresa de acordo com os resultados obtidos no respectivo período) ou participação nos resultados e benefícios concedidos pela empresa.

Aquele que investe em ações é coproprietário da sociedade anônima da qual é acionista e tem todos os deveres e direitos de um sócio, no limite das ações que possui. A compra e venda de ações pode resultar em diferentes formas de propriedade e, conseqüentemente, diferentes desafios de gestão, conforme explica a Teoria da Agência.

2.1.1 Teoria da Agência

Em virtude das diversas mudanças ocorridas no contexto econômico e social, as organizações passaram por modificações alterando seu posicionamento e estrutura organizacional. Como exemplo, pode-se citar o surgimento de grandes corporações e a existência de um novo modelo de controle empresarial caracterizado pela desconcentração da propriedade. Através de tais mudanças, muitas empresas que antes eram administradas por seus proprietários passaram a ser geridas por outros executivos, havendo a separação entre propriedade e gestão. Neste novo modelo, o proprietário da empresa, denominado “principal”, delega o poder de decisão ao executivo, denominado “agente”, conforme aborda a Teoria da Agência (Jensen & Meckling, 1976).

As bases de uma nova teoria microeconômica foram apresentadas por Jensen e Meckling (1976), que analisaram a distribuição de poder nas empresas, dando origem à Teoria da Agência. Esta teoria aborda sobre a separação de papéis existentes nas sociedades por ações entre executivos (denominados agentes), aqueles que são responsáveis por tomar relacionadas aos negócios, e os sócios (denominados principais), aqueles que transferem seu poder de decisão aos executivos (SILVEIRA, 2015). A relação de agência é definida por Jensen e Meckling (1976) como um contrato pelo o qual uma ou mais pessoas (o principal) emprega outra pessoa (o agente) para realizar em seu nome um trabalho que implique na delegação de algum poder de decisão ao agente. Contudo, tais autores afirmam que tanto o principal como o agente tendem a maximizar seu próprio bem-estar, podendo agir com interesses diferentes. Devido ao desalinhamento entre as duas partes, surgem os problemas de agência.

A fim de alinhar da melhor maneira os objetivos do principal e do agente, é necessário que o principal incentive tal situação, incorrendo em custos chamados de custos de agência (JENSEN E MECKLING, 1976). Tais custos consistem em dispêndios com criação e estruturação de contratos entre executivos e acionistas, formas de monitoramento por parte dos acionistas das atividades realizadas pelos executivos, maneiras do próprio executivo mostrar aos acionistas que suas ações correspondem aos objetivos firmados, além disso, há os custos com perdas residuais decorrentes de decisões ineficientes (SILVEIRA, 2015). Assim, Jensen e Meckling (2008) definem os custos de agência como a soma das despesas de monitoramento por parte do

principal; das despesas com a concessão de garantias contratuais por parte do agente e do custo residual.

A separação entre a propriedade e o controle ocorre quando aqueles que possuem ações da empresa não a controlam (LEAL; SILVA; VALADARES, 2002). A partir daí surge um problema da agência, denominado principal-agente, diante da probabilidade de que os administradores coloquem seus interesses acima dos objetivos da empresa ou dos donos, de acordo com Gitman (2010). Este mesmo autor exemplifica tal conflito dizendo que embora o administrador financeiro de uma empresa concorde com o objetivo de maximizar a riqueza dos acionistas, ele também se preocupa com a estabilidade e segurança de seus benefícios e emprego, podendo implicar em retornos inferiores, uma vez que o administrador financeiro evitará assumir alguns riscos que coloquem a estabilidade de seu emprego em perigo.

Outra possibilidade de conflito de agência é o principal-principal. Tal conflito normalmente ocorre quando há acionistas majoritários e minoritários em uma mesma empresa, sendo que os majoritários possuem poder de decisão sobre os administradores (agentes) e agem de acordo com seus interesses próprios. Assim, a dissonância de ideias e, conseqüentemente, os conflitos ocorrem entre os principais.

Dessa maneira, a Teoria da Agência analisa os conflitos e custos resultantes de determinada estrutura de capital, como a separação entre a propriedade e o controle do capital, por exemplo. A possibilidade de não participação do acionista na gestão de uma empresa é bem representada por sociedades por ações, uma vez que limitam a responsabilidade do acionista em relação à organização de acordo com a parcela de capital que ele investiu em ações (SEGATTO-MENDES, 2001).

2.1.2 Estrutura de propriedade

Silveira (2015) afirma que a estrutura de propriedade consiste na maneira como as ações são alocadas entre os sócios. De maneira semelhante, Jensen e Meckling (1976, p.343) afirmam que tal estrutura é determinada pela relação entre a quantidade de recursos alocados tanto por acionistas internos quanto por acionistas externos: “...we use the term “ownership structure”

rather than “capital structure” to highlight the fact that the crucial variables to be determined are not just the relative amounts of debt and equity but also the fraction of the equity held by the manager”.

O interesse pelo estudo de estruturas de propriedade não é recente, podendo-se destacar o clássico material *The Modern Corporation and Private Property*, feito por Berle e Means em 1932, com o objetivo de uma análise empírica da composição acionária de grandes empresas estadunidenses, bem como os efeitos que os conflitos de interesses causam sobre seu desempenho e valor. Temas semelhantes ao estudado por Berle e Means (1932) sobre estrutura de propriedade e seus decorrentes conflitos de interesses na alta administração são de grande interesse dos estudiosos em Governança Corporativa.

Estudos mostram que a estrutura de propriedade pode ser moldada de acordo com o ambiente no qual as organizações estão inseridas. La Porta, Silanes e Shleifer (1999) sugerem em seu estudo que fatores estruturais como, por exemplo, legislação e sua aplicabilidade são capazes de interferir na forma como as organizações determinam sua estrutura de propriedade, disponibilidade de recursos e política de dividendos. Complementando, Siffert Filho (1998) afirma que a estrutura de propriedade difere entre os países devido a variáveis como regime político, legislação, estrutura do mercado de capitais, histórico de industrialização e cultura, por exemplo.

Berle e Means (1932) e Jensen e Meckling (1976), por exemplo, estudaram a estrutura de propriedade em empresas e chegaram à conclusão de que há uma estrutura de propriedade amplamente detida, ou seja, com diversos acionistas e geridas por administradores profissionais. Contudo, pesquisas mais recentes apontaram outro perfil de estrutura de propriedade: de acordo com La Porta, Silanes e Shleifer (1999), em um estudo realizado com grandes corporações em 27 economias ricas, a estrutura de propriedade em empresas é concentrada e o controle é exercido de forma majoritária pelo Estado e pelas famílias, com exceção em países que possuem uma alta proteção legal aos acionistas. Em países com economia em desenvolvimento, a propriedade também é altamente concentrada (LA PORTA; SILANES; SHLEIFER, 1999).

No Brasil a estrutura de propriedade é caracterizada pela concentração na estrutura societária culminando, em geral, na sobreposição da propriedade e da gestão das empresas, de acordo com Krauter e Caixe (2013). Estes autores ainda destacam que:

A princípio, a presença de grandes acionistas estaria associada a benefícios para a organização, uma vez que poderia aumentar a eficácia do monitoramento da gestão. Todavia, patamares muito elevados de concentração acionária podem permitir que os controladores dominem o processo decisório da corporação, o que poderia resultar na expropriação da riqueza dos acionistas minoritários (KRAUTER; CAIXE, p. 01, 2013).

Tal estrutura de propriedade determina o tipo de conflito de agência existente. No caso de uma estrutura com ações dispersas, o conflito de interesses se dá entre o principal (acionistas) e o agente (administrador), conforme apresentado por Berle e Means (1932). Porém, no caso de estruturas de propriedade concentradas em um acionista majoritário que é capaz de controlar as decisões do administrador, o conflito de interesses se dá entre principal-principal, ou seja, entre acionistas majoritários e minoritários (CLAESSENS et al, 2002).

No que diz respeito ao mercado de capitais brasileiro, as empresas possuem tradicionalmente estrutura de propriedade concentrada, ou seja, há concentração de capital com direito a voto em poder de um número reduzido de acionistas. Tal característica induz ao conflito de agência entre acionistas controladores e minoritários, conforme citado anteriormente, em que cada um dos participantes do mercado tende a maximizar sua utilidade (ARAÚJO E SANTOS, 2016).

2.1.3 Análise da estrutura de propriedade sob a ótica de redes

Em finanças, o termo controle é amplamente utilizado por estudiosos como a capacidade que um acionista tem de influenciar decisões estratégicas em uma empresa. Vitali, Glattfelder e Battiston (2011) se referem ao termo controle como o valor econômico das empresas que um acionista é capaz de influenciar.

Realizado por estes autores em 2011, “A Rede de Controle Corporativo Global” é o estudo utilizado como base para esta pesquisa e tem como objetivo principal elaborar a rede de controladores de empresas a nível mundial, sendo a primeira investigação realizada sobre a

arquitetura da rede de propriedade internacional, juntamente com a mensuração do controle de cada ator. A justificativa dada ao estudo foi, além da abordagem pioneira, a intuição comum entre estudiosos e mídia de que a economia global é dominada por algumas poderosas organizações transnacionais, surgindo, a partir daí, o objetivo de descobrir quem controla o mundo.

A técnica utilizada foi a de Redes Complexas devido à existência de uma teia de propriedades diretas e indiretas que se estende por diversos países, e também ao fato das pirâmides formadas por empresas subsidiárias.

Vitali, Glattfelder e Battiston (2011) afirmam que, para eles, o controle está relacionado à definição de Weber de "poder", ou seja, a capacidade de um indivíduo poder impor sua vontade apesar da oposição dos outros. Dessa maneira, não limitaram o foco no controle de um acionista de uma única empresa, mas sim na análise do controle de cada acionista sobre todo o portfólio de empresas, identificando propriedades diretas e indiretas. Como resultado, os autores observaram que acionistas com alto nível de controle são aqueles potencialmente capazes de impor sua decisão em muitas empresas de alto valor. Assim, quanto maior o controle de um acionista, maior será seu poder de influenciar a decisão final.

2.2 Redes

Sabe-se que os seres humanos são inerentemente sociais e dependentes entre si em diversas situações, como para o sustento, segurança e relacionamento. Tais dependências estimulam interações entre pessoas a fim de que suas necessidades sejam supridas, como por exemplo, parcerias empresariais para desenvolvimento de um novo produto e até mesmo a organização de um grupo de pessoas com gostos em comum para compartilhar experiências. Tais interações entre as pessoas criam conexões, laços entre elas, que podem ser estudados e analisados através de redes, evidenciando a ampla gama de assuntos que podem ser observados sob a perspectiva da Teoria de Redes (JACKSON; ROGERS; ZENOU, 2015).

Com raízes na Teoria dos Grafos e na Sociologia, a ciência de redes é um campo relativamente novo, que ganhou grande destaque no século XXI. O grande interesse por redes a partir do século XXI pode ser observado através do número de citações de dois artigos clássicos: o artigo de Paul Erdős e Alfréd Rényi (1959), que marca o início do estudo de redes aleatórias na teoria dos

grafos, e o artigo de Mark Granovetter (1973), o mais citado sobre redes sociais (BARABÁSI, 2016). A Figura 2 exibe o número de citações anuais de cada um dos dois artigos citados acima, o de Erdős e Rényi de 1959 e o de Granovetter de 1973.

Figura 2: Número de citações anuais dos artigos de Erdős e Rényi (verde) e de Granovetter (azul).

Fonte: Barabási (2016)

Barabási (2016) afirma que anteriormente ao século XXI ambos os trabalhos foram altamente considerados dentro de suas linhas de pesquisa, porém apresentaram um impacto limitado fora destas. O grande crescimento de citações desses artigos no século XXI é uma consequência do surgimento da moderna ciência de redes, atraindo uma atenção interdisciplinar a estas publicações clássicas.

Uma das principais características da ciência de redes é sua natureza interdisciplinar, impactando diversas áreas, tais como saúde, economia, segurança, neurociência, gestão, entre outras (BARABÁSI, 2016). Por exemplo, Vitali, Battiston e Gallegati (2016) analisaram a economia por meio de redes formadas entre bancos e empresas, investigando como a fragilidade financeira da economia é afetada pelo nível médio de interdependência entre os agentes em diferentes posições econômicas. Como principal resultado, encontraram que enquanto as regiões estão economicamente separadas, os agentes não se beneficiam do acesso potencial a outros mercados

e só podem ser afetados pela instabilidade financeira local. Por outro lado, quando empresas e bancos estabelecem relações inter-regionais, ao mesmo tempo em que se beneficiam da diversificação do risco individual, também estão expostos ao contágio financeiro.

Em outra abordagem, Paul Baran (1964) estudou o sistema de comunicação através de redes e propôs à Força Aérea estadunidense uma abordagem inovadora: ela deveria ser flexível, multidirecional e distribuída. Anteriormente a este estudo, a rede era centralizada, fazendo com que a perda de um ator central colocasse em risco todo o sistema de comunicação. A partir do novo dimensionamento desta rede, esta não seria mais controlada de um centro, mas sim possuiria inúmeros caminhos de comunicação permitindo que, mesmo com a perda de um ator, a troca de informações ocorresse por meio de suas diversas conexões.

Goh et al. (2007) estudaram genes de doenças e distúrbios por meio de redes. As conexões entre os genes e os distúrbios, representadas pelas associações já conhecidas entre estes pela medicina, formaram uma importante rede que permite explorar, em um único quadro, fenótipos e associações entre os genes e doenças. Assim, por meio das diversas e amplas conexões representadas na rede, foi possível descobrir a origem genética comum de diversas doenças.

No que diz respeito à aplicação de redes às relações sociais, Jackson, Rogers e Zenou (2015) apontam a utilização de redes com o objetivo de compreender melhor a estrutura social na qual os indivíduos estão dispostos, permitindo a concepção de políticas econômicas mais adequadas. Por exemplo, os autores citam que o combate à criminalidade pode ter medidas mais efetivas se for analisado do ponto de vista de redes e suas interações, já que diversos comportamentos criminais não ocorrem de forma isolada, mas sim em determinados contextos: criminosos normalmente têm laços que podem servir como uma forma de influenciar uns aos outros a cometerem novos crimes, além de entender ligações e formações de grupos criminosos e relações de rivalidade ou parcerias entre tais grupos. Assim, por meio da análise das redes, é possível prever o comportamento criminoso e criar políticas eficazes ao seu combate.

Diante das abordagens apresentadas, é possível observar a ampla aplicabilidade de redes, bem como suas grandes contribuições às diversas áreas. Nos itens a seguir são apresentados conceitos técnicos relativos às redes, tais como nomenclaturas, tipos de redes e suas principais métricas.

2.2.1 Redes e suas representações

O emprego de técnicas de rede é uma maneira de compreender sistemas complexos, analisando como seus componentes interagem entre si. A rede é, em sua forma mais simples, uma coleção de pontos unidos por meio de linhas, sendo que tais pontos são chamados de vértices ou nós e as linhas de arestas ou laços (NEWMAN, 2010). A Figura 3 exibe uma representação de rede, apresentando uma linguagem comum capaz de estudar diversos tipos de sistemas, que podem diferir em sua natureza, aparência ou escopo, por exemplo.

Figura 3: Representação de rede.

Fonte: elaborado pela autora (2018)

Uma rede consiste em uma matriz em que cada célula elemento indica como um ator se relaciona com outro (relação linha *versus* coluna). A maneira matemática mais simples de codificar tais informações é por meio de uma matriz de adjacência com a classificação binária: se existe relação o valor é igual a um (1), se não existe relação o valor é igual a zero (0), ou seja,

$$A_{ij} \begin{cases} 1 & \text{se houver ligação entre } i \text{ e } j \\ 0 & \text{se não houver ligação entre } i \text{ e } j \end{cases}$$

Por exemplo, considerando uma matriz de adjacência apresentada a baixo, pode-se observar que se trata de uma matriz simétrica ao longo de sua diagonal e, a partir de tal matriz, é possível obter a rede ilustrada na Figura 4.

$$A_{ij} = \begin{vmatrix} & A & B & C & D \\ A & 0 & 1 & 0 & 1 \\ B & 1 & 0 & 1 & 1 \\ C & 0 & 1 & 0 & 1 \\ D & 1 & 1 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

Figura 4: Rede não dirigida

Fonte: elaborado pela autora (2018)

2.2.2 Tipos de redes

Esta seção do trabalho é dedicada a apresentar os principais tipos de rede existentes, sendo elas as redes dirigidas, bipartidas e ponderadas.

- Redes Dirigidas

As redes dirigidas se diferenciam das demais pela necessidade de identificar não apenas a existência de um laço entre dois atores, mas também se este parte do ator A para o B, ou do ator B para o A. Dessa maneira, neste tipo de rede, uma aresta estará direcionada a um vértice por meio de uma seta indicando o sentido do laço existente.

Como exemplo, pode-se citar o caso apresentado por Lazzarini (2008) em que foi perguntado aos vendedores de uma empresa por quem eles procuram quando precisam de alguma informação. Assim, as setas partem dos vendedores em direção à pessoa citada por eles.

A equação (1) expressa as condições de uma matriz de rede dirigida:

$$A_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se há ligação do vértice } i \text{ para o } j, \\ 0 & \text{se não há ligação do vértice } i \text{ para o } j. \end{cases} \quad (1)$$

$$A_{ij} = \begin{array}{c|cccc} & A & B & C & D \\ \hline A & 0 & 1 & 0 & 1 \\ B & 0 & 0 & 1 & 1 \\ C & 0 & 0 & 0 & 1 \\ D & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}$$

A Figura 5 ilustra a rede dirigida da matriz apresentada acima, em que são utilizadas setas para indicar o sentido da ligação existente.

Figura 5: Rede dirigida.

Fonte: elaborado pela autora (2018)

Neste caso, interpretando a Figura 5 como uma representação da rede de vendedores exemplificada por Lazzarini (2008), os vértices representam os vendedores e as setas representam a quem os vendedores procuram quando precisam de informações. Assim, é possível afirmar que o vendedor A pede informações aos vendedores B e D, enquanto o vendedor B as solicita aos vendedores C e D e, por fim, o vendedor C ao vendedor D. Observa-se que o vendedor D é o mais solicitado por todos os outros membros da rede.

- Redes Bipartidas

Outro tipo de rede são as bipartidas, em que os vértices podem ser divididos em duas categorias distintas de forma que cada ligação existente conecte um vértice de uma categoria a um vértice de outra categoria (BARABÁSI, 2016). Como exemplo, Ribeiro (2014) elaborou uma rede formada por empresas (vértices X, Y e Z) e diretores (vértices A, B, C e D) que participam do conselho de empresas, conforme a Figura 6.

Figura 6: Redes Bipartidas. Empresas (vértices X, Y e Z) e diretores (vértices A, B, C e D). (a) Projeção bipartida Empresa-Conselheiro; (b) Projeção Empresa-Empresa; (c) Projeção Conselheiro-Conselheiro

Fonte: Ribeiro (2014, p.44)

No item (a) da Figura 6, é apresentada uma rede formada por empresas e diretores, ou seja, uma rede bipartida com vértices de duas categorias. No item (b) há o modo de rede simples formada apenas por empresas, sendo que a ligação entre X e Y decorre por intermédio do vértice A que está oculto representado apenas pela aresta. No item (c) há outra rede simples, porém formada apenas por conselheiros, sendo que a ligação entre A e B decorre por intermédio do vértice X, e a ligação entre A e C decorre por intermédio do vértice Y.

- Redes Ponderadas

As redes ponderadas são utilizadas quando as ligações entre os vértices possuem diferentes graus de intensidade, ou seja, é relevante diferenciar o peso das conexões. Nas redes simples, as matrizes de adjacência são formadas pelos números zero e um, indicando ausência ou presença de ligações entre os vértices, enquanto nas redes ponderadas os números indicam a intensidade de ligação entre os vértices (NEWMAN, 2010; BARABÁSI, 2016).

Pecora e Spelta (2015) estudaram as propriedades da rede de mercado bancário da Zona do Euro, com o objetivo principal de analisar a importância de um banco no sistema financeiro em relação à propriedade e controle de outras instituições de crédito. Para isso, elaboraram uma rede ponderada em que a proporção dos ativos totais do mercado controlada por um banco foi utilizada como forma de dar pesos às ligações entre os atores da rede. Em outra abordagem, Watts e Strogatz (1998) ponderaram uma rede de neurônios por meio da quantidade de sinapses realizadas por estes.

- Redes centralizadas, distribuídas e descentralizadas

Baran (1964) apresenta uma classificação para redes de acordo com a disposição de seus vértices e arestas, sendo três tipos: as redes centralizadas, descentralizadas e as distribuídas. As redes centralizadas consistem naquelas em que os diversos vértices pertencentes à rede estão conectados entre si por um vértice principal e central na rede. Nas redes distribuídas, os vértices possuem diversas ligações entre si não havendo um ator central, responsável por conectar parte a à outros. Por fim, a rede descentralizada é um meio termo entre os dois tipos apresentados, em que possuem diversos vértices centrais que são responsáveis por fazer a conexão de toda a rede. A Figura 7 apresenta as redes centralizada, descentralizada e distribuída, respectivamente.

Figura 7 - Rede centralizada, descentralizada e distribuída.

Fonte: Baran (1964, p.2).

2.2.3 Principais medidas relacionadas aos vértices

Nesta seção serão apresentadas as principais métricas de redes relativas aos vértices, sendo elas: grau, proximidade, intermediação, *PageRank* e caminhos e distâncias. Tais itens constituem uma base quantitativa fundamental para o estudo de redes.

- Grau

O grau de um vértice representa o número de arestas conectadas a ele, denominado de k_i . Em uma rede não direcionada, o grau do vértice i é igual à quantidade total de ligações que o vértice i possui com os membros da rede e pode ser calculado a partir da matriz de adjacência dada pela expressão 2, sendo que n significa o número total de vértices da rede (NEWMAN, 2010):

$$k_i = \sum_{j=1}^n A_{ij} \quad (2)$$

Em uma rede direcionada, cada vértice pode possuir dois graus. O grau de entrada, *in-degree*, é denominado por k_i^{in} e representa a quantidade de arestas de entrada em um vértice, e o grau de saída, *out-degree*, por k_i^{out} , que representa a quantidade de arestas de saída de um vértice (NEWMAN, 2010).

Assim, considerando uma rede direcionada e a matriz de adjacência $A_{ij} = 1$, os graus de entrada e de saída são expressos por (3) e (4):

$$k_i^{out} = \sum_{j=1}^n A_{ij} \quad (3)$$

$$k_j^{in} = \sum_{i=1}^n A_{ij} \quad (4)$$

O número de arestas m em uma rede direcionada é igual ao número total de arestas de entrada ou de saída, então (5):

$$m = \sum_{i=1}^n k_i^{in} = \sum_{j=1}^n k_j^{out} = \sum_{ij} A_{ij} \quad (5)$$

Assim, a média de graus de entrada c_{in} e a de graus de saída c_{out} de toda rede direcionada é equivalente a (6) :

$$c_{in} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n k_i^{in} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n k_j^{out} = c_{out} \quad (6)$$

O grau de distribuição, p_k , indica a probabilidade de que um nó escolhido aleatoriamente na rede tenha grau k . Como p_k é uma probabilidade, ela deve ser normalizada, ou seja:

$$\sum_{k=1}^{\infty} p_k = 1 \quad (7)$$

Para uma rede com N nós, a distribuição de graus é o histograma normalizado, no qual a frequência de um dado grau é dada por (8):

$$p_k = \frac{N_k}{N} \quad (8)$$

Em que N_k é o número de nós que apresentam grau k (NEWMAN, 2010).

- Proximidade

Proximidade é uma medida proporcionada pela centralidade de proximidade, medindo a distância média de um vértice aos outros vértices. Comumente definem-se o inverso da distância como uma medida de centralidade, sendo a proximidade a média do inverso das distâncias entre todos os vértices.

A distância de um vértice i a um vértice j ao longo de um caminho é denominada de comprimento e é medida pelo número de ligações (arestas) existentes. A menor distância entre dois vértices é aquela em que há o menor número de ligações entre eles, conhecida por distância geodésica (d_{ij}). Então, a proximidade do vértice i (C_i) é dada por (NEWMAN, 2010) conforme (9):

$$C_i = \frac{1}{(n-1)} \sum_{j(\neq i)} \frac{1}{d_{ij}} \quad (9)$$

- Intermediação

A intermediação mede a extensão de quanto um vértice está no caminho entre outros vértices. Supondo uma rede como algo fluindo entre os vértices através das arestas como, por exemplo, informações políticas fluindo em uma rede de pessoa para pessoa, a mais simples suposição é de que cada par de vértice troque mensagens com a mesma probabilidade por unidade de tempo, sendo que a mensagem sempre flui pelo menor caminho (caminho geodésico). Então, como as mensagens estão fluindo pelo caminho geodésico na mesma proporção, o número de informações passadas através de cada vértice é proporcional ao número do caminho geodésico aos quais os vértices fazem parte. Este número de caminho geodésico é o que é chamado de intermediação (NEWMAN, 2010).

Assim, a intermediação mede a intensidade pela qual um vértice está presente em caminhos geodésicos, sendo que vértices com alta intermediação possuem influência considerável na rede uma vez que podem exercer controle sobre a informação transmitida aos outros vértices.

Para um vértice i , considera-se n_{jk}^i igual a 1 se este estiver no caminho geodésico entre os vértices j e k , e igual a 0 se o vértice não estiver neste caminho. A medida de intermediação é dada por (10):

$$x_i = \sum_{jk} n_{jk}^i \quad (10)$$

De modo geral, a intermediação pode ser entendida como a quantidade de vezes que um vértice (i) aparece nos caminhos geodésicos. Quanto maior a intermediação, maior a centralidade do vértice.

- *PageRank*

O *PageRank* consiste em uma medida de centralidade que leva em consideração o tipo de cada conexão. Seu valor é uma probabilidade e reflete a chance de que um vértice seja acessado em uma rede. A obtenção desta medida se dá por meio de algoritmos que podem ser consultados em Newman (2010). Tal medida é parte da tecnologia Google de classificação de páginas da web, e tem como objetivo gerar listas de páginas de internet baseadas no texto de busca e classificá-las de acordo com a relevância para a pesquisa (NEWMAN, 2010).

- Caminhos e distâncias

Em uma rede, caminho é qualquer sequência de vértices conectada por meio de arestas, é uma rota que percorre as ligações de uma rede, sendo o comprimento do caminho representado pelo número de ligações existentes nele (BARABÁSI, 2016). Em uma rede direcionada, os caminhos podem ser definidos de acordo com o sentido orientado pela seta, ao passo que em uma rede não direcionada, o sentido pode seguir ambas direções (NEWMAN, 2010).

O caminho entre dois vértices i_0 e i_n corresponde a uma lista de n ligações tal como $P = \{(i_0, i_1), (i_1, i_2), (i_2, i_3), \dots, (i_{n-1}, i_n)\}$, sendo que o comprimento deste caminho é dado por n (BARABÁSI, 2016). A Figura 8, item a, exibe um exemplo de um caminho em laranja de comprimento 5 ($1 \rightarrow 2 \rightarrow 5 \rightarrow 7 \rightarrow 4 \rightarrow 6$):

Figura 8: Caminho entre os nós.

Fonte: Barabási (2016)

O menor caminho entre os nós 1 e 7 (distância d_{17}) corresponde ao caminho com o menor número de ligações entre os nós 1 e 7. Pode haver diversos caminhos com o mesmo comprimento, conforme exibe a Figura 8 em b, por meio das rotas em cinza e laranja.

2.2.4 Medidas globais de rede

Medidas globais de rede envolvem números que representam as propriedades gerais de uma rede. Abaixo estão as medidas consideradas importantes para este trabalho:

- **Grau médio:** a mais simples das medidas globais, o grau médio é obtido por meio da média do grau de todos os vértices, evidenciando a quantidade de ligações média entre os nós;
- **Densidade:** é a quantidade de arestas existentes sobre a quantidade máxima possível, medindo o quão conectados estão os vértices de uma rede. Quanto mais conectados, mais

densa será a rede. O número máximo de arestas que pode ser estabelecido entre os vértices é dado por $n(n-1)/2$, em que n representa o número de nós existentes na rede (LAZZARINI, 2008);

- **Número de Componentes:** indica a quantidade de aglomerados de vértices que estão conectados por um ou mais caminhos em uma rede;
- **Diâmetro e Caminho Médio:** o diâmetro é a maior distância geodésica existente entre um par de vértices na rede, enquanto o comprimento do caminho médio apresenta a média dos comprimentos dos caminhos geodésicos entre todos os pares de vértices da rede (BARABÁSI, 2016; EASLEY; KLEINBERG, 2010). Redes que possuem vértices muito conectados entre si possuem diâmetro e caminho médio menores, evidenciando maior proximidade, uma rede mais coesa.

2.2.5 Comunidades

Diversas redes são naturalmente divididas entre grupos ou comunidades. Por exemplo, redes de pessoas podem ser divididas entre aqueles que possuem a mesma preferéncia musical, redes de internet podem ser divididas em grupos de páginas relacionadas entre outros exemplos (NEWMAN, 2010). Barabási (2016) afirma que na ciência de redes, grupos de vértices que possuem maior probabilidade de se conectar uns aos outros são chamados de comunidades, e que a identificação de tais comunidades desempenham um papel particularmente importante e muito aplicado em redes sociais e redes biológicas.

A rede do Clube de Karatê de Zachary (1977) é um exemplo de rede social que recebeu atenção especial no contexto de detecção de comunidades. Em uma pequena rede com cerca de 34 pessoas, foram levantadas 78 ligações entre pares que tinham interações frequentes fora do clube a que pertenciam, a fim de descobrir as verdadeiras relações entre eles. O interesse nos dados foi impulsionado por um conflito entre o presidente do clube e o instrutor, que dividiu o clube em duas comunidades: cerca da metade dos membros seguiu o instrutor e a outra metade o presidente. Atualmente, segundo Barabási (2016) os algoritmos de descoberta de comunidades são frequentemente testados com base em sua capacidade de inferir essas duas comunidades encontradas na estrutura da rede antes de sua divisão.

Como exemplo de identificação de comunidades em redes biológicas, Ravasz et al.(2002) estudaram a maneira como moléculas formam módulos funcionais para desempenhar funções específicas em redes metabólicas. Para isso, foi construído um algoritmo capaz de identificar grupos de moléculas que formam densas comunidades.

Barabási (2016) diz que uma comunidade consiste em um subgrafo densamente conectado em uma rede. Perry e Duncan (1949) e Newman (2010), a partir da teoria de grafos, explicam que um subconjunto de um grupo consiste em um *clique* composto por três ou mais membros, cada um na relação simétrica a outro membro do subconjunto. Um clique representa um subgrupo máximo de vértices em uma rede em que cada membro está diretamente conectado a outro (o termo máximo se refere ao fato de que nenhum outro vértice pode ser adicionado ao subgrupo de modo que mantenha a propriedade de que todos os vértices estão diretamente ligados entre si) (NEWMAN, 2010). A Figura 9 apresenta um exemplo de um clique formado pelos quatro vértices centrais conectados entre si na rede.

Figura 9 - Clique de quatro vértices em uma rede.

Fonte: adaptado de Newman (2010, p. 194).

Assim, retomando a afirmação de Perry e Duncan (1949) e Newman (2010) sobre subconjuntos, significa que todos os membros devem estar relacionados entre si através de outros membros (conectividade) ao mesmo tempo em que é esperado que os nós pertencentes a uma comunidade

tenham maior probabilidade de se relacionar com os membros da comunidade do que aos membros que não pertencem à mesma comunidade (densidade). Aqui, nota-se que as afirmações acerca dos conceitos dos quatro autores apresentados acima coincidem.

Apesar das ideias coincidirem, Barabási (2016) alerta sobre as desvantagens de visualizar comunidades como cliques. Isso ocorre porque triângulos são frequentes em redes, porém cliques maiores são raros, além de que a exigência de que uma comunidade seja um subgrafo completo é, muitas vezes, restritiva, podendo ser omitidas outras comunidades legítimas. Este autor afirma que há uma importante diferença na divisão de uma rede em subgrafos e na detecção de comunidades, uma vez que o primeiro divide a rede em um número pré-definido de subgrafos, ao passo que a detecção de comunidades visa encontrar uma estrutura de comunidade inerente à rede.

Na Figura 10, Newman (2006) apresenta um exemplo de rede para ilustrar que, em muitas delas, os vértices formam naturalmente comunidades (áreas destacadas em cinza) em que conjuntos de vértices possuem muitas ligações entre si e poucas entre os vértices de outra comunidade.

Figura 10 - Comunidades da rede

Fonte: NEWMAN (2006, p. 857).

A fim de aperfeiçoar a detecção de comunidades, a medida de modularidade é muito utilizada em diversos algoritmos. A modularidade indica o quão ótima está a divisão de grupos em uma rede, sendo que seu valor varia entre 0 e 1, em que 0 indica total aleatoriedade da rede e 1 comunidades claramente visíveis na rede (CARNEIRO, 2017). De forma resumida, a modularidade calcula a quantidade de conexões existentes dentro dos grupos, subtraindo um número esperado destas, caso formassem uma rede aleatoriamente. (NEWMAN, 2006).

O algoritmo utilizado nesta pesquisa foi criado por Blondel et al. (2008) e está descrito no artigo *Fast unfolding of communities in large networks*, publicado no Journal of Statistical Mechanics. Neste artigo, os autores relatam que propuseram um método simples para extrair a estrutura de comunidade em grandes redes, tratando-se de um método heurístico baseado na otimização de modularidade. Como resultado, foi evidenciado que este método supera todos os outros métodos de detecção de comunidades conhecidos em termos de tempo computação, além da ótima qualidade de detecção de comunidades (medida pela modularidade).

2.2.6 Modelo de rede Mundo Pequeno

Há três principais modelos de redes, o modelo de Redes Aleatórias de Erdős e Rényi (1960), o modelo de Redes Livres de Escala proposto por Barabási e Albert (1999) e o modelo de Redes Mundo Pequeno proposto por Watts e Strogatz (1998). Watts e Strogatz (1998) desenvolveram o modelo de rede mundo pequeno a partir de uma rede regular, por meio de um procedimento de reconstrução de conexões chamado *rewiring*, a fim de que se tornasse uma rede totalmente aleatória, conforme a Figura 11.

Figura 11 - Procedimento de reconstrução (*rewiring*).

Fonte: Watts e Strogatz (1998, p.441).

O fenômeno da rede mundo pequeno também é conhecido como seis graus de separação, decorrente do experimento realizado por Travers e Milgram (1969). Neste experimento são escolhidos um grupo inicial e um elemento-alvo, em que os participantes do grupo inicial têm a missão de fazer com que um pacote chegue ao elemento-alvo, passando-o apenas para uma pessoa conhecida e assim por diante. Como resultado foi encontrado que, em média, o pacote chegou ao elemento-alvo passando por seis pessoas, indicando que qualquer indivíduo pode estar conectado a outro no mundo através de seis pessoas conhecidas, dando origem ao termo “seis graus de separação” (BARABÁSI, 2016). As principais características de uma rede mundo pequeno consistem em possuir alto coeficiente de agrupamento médio e baixo comprimento médio do caminho (WATTS E STROGATZ, 1998).

A Figura 12 ilustra o resultado de Watts e Strogatz (1998) no qual aumentando a aleatoriedade, o caminho médio ($L(p) / L(0)$) cai rapidamente, porém os valores de coeficiente de agrupamento médio ($C(p) / C(0)$) ainda permanecem altos até o parâmetro p aproximadamente 0,01. No caso de alto coeficiente de agrupamento médio e baixo comprimento médio do caminho, a rede é caracterizada como rede de mundo pequeno.

Figura 12 - Comprimento do caminho e coeficiente de agrupamento característicos para a família de grafos reajustados aleatoriamente.

Fonte: Watts e Strogatz (1998, p.441).

A partir do trabalho de Watts e Strogatz (1998), Barábasi e Albert (1999) propuseram um modelo para probabilidade de um ator interagir com outro e neste modelo a probabilidade é descrita por uma lei de potência (11):

$$P = a G^{-b}, \quad (11)$$

Em que P é a probabilidade do ator ter grau maior do que G ; a e b são constantes. Este modelo na escala log log resulta em uma reta. Dessa forma, as constantes a e b podem ser obtidas através de um modelo de regressão linear.

2.3 A Rede de Controle Corporativo Global

A Rede de Controle Corporativo Global, conforme apresentado no item 2.1.3, é o título do trabalho realizado por Vitali, Glattfelder e Battiston em 2011 e utilizado como base para esta pesquisa. Seu objetivo é elaborar a rede de acionistas de empresas a nível mundial e, para isso, os autores empregaram a técnica de Redes Complexas devido à existência de inúmeras propriedades diretas e indiretas e também das pirâmides formadas por empresas subsidiárias.

Em relação aos dados, os autores utilizaram a base de dados *The Orbis 2007*, que contém cerca de 37 milhões de atores econômicos, tanto pessoa física como jurídica, e fornece informações tais como classificação de setor, localização geográfica, receita operacional e percentual de propriedade (ações com direito a voto). Assim, foi obtida uma lista de 43.060 empresas transnacionais, identificadas de acordo com a definição da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que estão localizadas em 116 países, sendo que 5.675 delas são cotadas em bolsas de valores.

Assumiu-se que propriedade se refere à pessoa física ou jurídica que possui totalmente ou parcialmente uma empresa. A matriz de propriedade elaborada foi denominada de W , em que $W_{ij} \in [0,1]$ é o percentual de propriedade de cada dono i na empresa j e, a partir de tal matriz, pode-se criar um gráfico ponderado direcionado com as empresas representadas por vértices e as propriedades por laços. Assim, se a empresa j detém W_{jl} das ações da empresa l , então a empresa i possui uma propriedade indireta da empresa l , conforme exemplifica a Figura 13.

Figura 13: Rede de propriedade.

Fonte: Vitali, Glattfelder e Battiston (2011a, p.2).

A primeira análise realizada na base de dados pelos autores foi identificar todas as empresas participantes diretas ou indiretas pelas transnacionais e, após isso, foram identificados todos os acionistas diretos e indiretos destas. A rede resultante pode ser classificada em três classes de vértices: as empresas transnacionais (TNC), os acionistas (SH) e empresa participante (PC), conforme exhibe a Figura 14.

Figura 14: Classificação dos nós da rede.

Fonte: Vitali, Glattfelder e Battiston A (2011b, p.4)

A partir da lista formada por 43.060 empresas transnacionais, foi elaborada a rede de todos os caminhos de propriedade originados das empresas transnacionais e também os apontados para elas, sendo composta por 600.508 nós e 1.006.987 laços de propriedade.

No estudo também foi considerado o valor econômico v (receita operacional em dólar) das empresas em análise. Uma quantidade de valor $W_{ij} v_j$ está associada a i no caso direto, enquanto $W_{ij} W_{jl} v_l$ está associada no caso indireto.

Para o cálculo do controle, foram apresentados três modelos: o modelo linear (LM), o modelo de limiar (TM) e o modelo de controle relativo (RM). Por convenção, os autores utilizaram o modelo limiar como principal medida, uma vez que os resultados globais encontrados são insensíveis em relação ao modelo escolhido.

Cada acionista tem direito a uma fração da receita da empresa (dividendo) e determinado grau de interferência no processo decisório. Dessa maneira, quanto maior a participação acionária na empresa (W_{ij}), maior o controle sobre ela (denominado C_{ij}) – o acionista majoritário detém o controle (a fim de verificar a robustez deste pressuposto, também foram testados modelos conservadores em que as minorias mantêm controle).

Como exemplo, os autores apresentam a Figura 15 que exhibe nos laços os percentuais de participações acionárias. Para calcular o controle por meio do modelo de limiar (TM), deve-se considerar que se um acionista tem sua propriedade excedendo o limite estabelecido (por

exemplo, 50%), ele terá o controle total (1) e os outros acionistas não terão controle (0), conforme $C_{ij}v_j = 1v_j$.

Figura 15: Rede de controle.

Fonte: Vitali, Glattfelder e Battiston (2011a, p.2).

A equação da rede de controle é dada por: $c_i^{net} = \sum_j C_{ij}v_j + \sum_j C_{ij}c_j^{net}$, que resume o valor controlado por i através de suas participações acionárias em j , mais o valor controlado indiretamente através do controle da rede de j . Assim, o controle da rede significa a quantidade total de valor econômico sobre o qual i tem influência. Devido às ligações indiretas, o controle flui entre muitas empresas e pode resultar em alguns acionistas muito poderosos.

Como resultados encontrados, em termos de conectividade a rede obtida é formada por muitos pequenos componentes ligados entre si, porém, a maioria dos nós (cerca de $\frac{3}{4}$ do total) pertence à LCC (maior componente conectada). A LCC contém as principais empresas transnacionais no que diz respeito ao valor econômico, representando 94,2% das receitas operacionais. A primeira linha da Tabela 1 exibe a quantidade de empresas transnacionais (TNC), acionistas ou *shareholders* (SH), empresas participantes (PC) e o percentual de receita operacional (OR) relativos ao LCC.

No que diz respeito à componente fortemente conectada (SCC), ou seja, empresas que possuem diretamente e/ou indiretamente ações entre si, os autores observaram muitos ciclos de comprimento dois (participação cruzada) ou maior. Este tipo de estrutura é explicada por estratégias anti-takeover, redução de custos de transação e partilha de riscos, aumentando a

confiança e grupos de interesses. Não importa sua origem, no entanto, enfraquece a concorrência no mercado.

Tabela 1: Estatísticas da rede Bow-tie (gravata borboleta).

	TNC (#)	SH (#)	PC (#)	OR (%)
LCC	15491	47819	399696	94.17
IN	282	5205	129	2.18
SCC	295	0	1023	18.68
OUT	6488	0	318073	59.85
T&T	8426	42614	80471	13.46
OCC	27569	29637	80296	5.83

LCC: maior componente conectada
 IN: seção de entrada da gravata borboleta
 SCC: componente fortemente conectada
 OUT: seção de saída da gravata borboleta
 T&T: tubos e tendrils
 OCC: outras componentes conectadas (fora da LCC)
 TNC: empresas transnacionais
 SH: acionistas
 OR: receita operacional
 PC: empresa participante da LCC

Fonte: Vitali, Glattfelder e Battiston (2011a, p.3).

A segunda característica observada é que o maior componente de conexão contém apenas uma componente dominante fortemente conectada (1.347 nós). A rede apresenta uma estrutura conforme a Figura 16, tipo *bow-tie* (gravata-borboleta), de forma que a componente fortemente conectada (SCC), ou núcleo, é muito pequena em comparação com as outras seções da *bow-tie* e que a seção de saída (out-section) é significativamente maior do que a seção de entrada e tubos e tendrils.

O núcleo desta rede é densamente conectado, com os membros tendo em média 20 ligações. Como resultado, cerca de $\frac{3}{4}$ da propriedade das empresas no núcleo permanece nas mãos das empresas do núcleo em si, formando um grupo muito unido de corporações que cumulativamente detêm a participação maioritária entre si.

Figura 16: Rede Bow-tie (gravata borboleta).

Fonte: Vitali, Glattfelder e Battiston (2011a, p.3).

Em relação ao controle, a construção de uma curva de Lorenz permite identificar a fração dos titulares superiores que possuem cumulativamente 80% do controle total da rede, sendo que quanto menor esta fração, maior será a concentração. Foi verificado que apenas 737 dos principais detentores acumulam 80% do controle sobre o valor de todas as transnacionais. O nível correspondente de concentração é $n_1^* = 0,61\%$ a comparar com $n_2^* = 4,35\%$ para receitas operacionais, distribuição de renda nos países desenvolvidos ($n_3^* \sim 5\% - 10\%$) e receitas corporativas ($n_4^* \sim 30\%$ em 2009). Assim, os autores observaram que o controle da rede analisada é muito mais desigualmente distribuído do que a riqueza.

O Gráfico 1 exibe a concentração de controle da rede e receita operacional. Os dados do gráfico correspondem a uma fração g de autores econômicos que acumulam a fração h de controle da rede, valor ou receita operacional. As diferentes curvas se referem ao controle de rede calculado de acordo com os três modelos citados anteriormente (LM, TM e RM), o nível de concentração é determinado pela intersecção entre a curva e a linha horizontal e a escala é semi-log.

Por meio dos resultados obtidos, os autores afirmam que os principais atores da rede estão localizados no núcleo da *bow-tie*. Outra questão importante diz respeito à parte do controle total que cada componente da *bow-tie* possui. Foi descoberto que o núcleo detém uma grande fração do controle total da rede: um grupo de 147 transnacionais localizadas no núcleo possui, por meio de uma complicada rede de relações de propriedade, quase $\frac{4}{10}$ do controle sobre o valor

econômico das empresas transnacionais no mundo. Assim, os principais detentores dentro do núcleo podem ser considerados como uma super-entidade econômica na rede global de corporações. Um fato adicional relevante é que $3/4$ do núcleo é formado por intermediários financeiros. A Figura 17 exibe um pequeno subconjunto de conhecidos atores financeiros e suas ligações.

Gráfico 1: Concentração de controle da rede e de receita operacional.

Fonte: Vitali, Glattfelder e Battiston (2011a, p.4).

Figura 17: Atores financeiros da rede.

Fonte: Vitali, Glattfelder e Battiston (2011a, p.3).

Os autores afirmam que esta relevante descoberta levanta duas questões fundamentais para a compreensão do funcionamento da economia global. Em primeiro lugar, quais são as implicações para a estabilidade financeira global? Sabe-se que as instituições financeiras estabelecem contratos financeiros (como empréstimos ou derivativos de crédito com várias outras instituições), permitindo-lhes diversificar o risco, mas, ao mesmo tempo, também as expõe ao contágio. As informações sobre esses contratos geralmente não são divulgadas por razões estratégicas, contudo, o estudo de Santos e Rumble (2006) evidencia que em vários países, a existência de tais vínculos financeiros está correlacionada com a existência de relações de propriedade.

Trabalhos recentes têm mostrado que quando uma rede financeira é muito densamente conectada há propensão ao risco sistêmico. Enquanto em momentos favoráveis a rede é aparentemente robusta, em momentos desfavoráveis as empresas entram em stress simultaneamente. Em segundo lugar, quais são as implicações para a concorrência no mercado? Uma vez que muitas transnacionais no núcleo têm domínios de atividade sobrepostos, o fato de estarem conectadas por relações de propriedade pode facilitar a formação de blocos, o que dificulta a concorrência no mercado.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Caracterização da pesquisa

A presente pesquisa é caracterizada pelo estudo da rede de interligação formada por empresas de capital aberto listadas na BM&FBOVESPA e seus acionistas. A técnica de redes é válida para este estudo, pois fornece uma riqueza de detalhes e informações acerca dos atores, bem como permite a melhor visualização do modelo de interação entre as empresas ao qual cada acionista participa e é capaz de influenciar.

3.2 Base de dados

Os dados utilizados neste trabalho se referem às empresas brasileiras de capital aberto com ações negociadas na BM&FBOVESPA, que é a responsável por administrar mercados organizados de Títulos, Valores Mobiliários e Contratos Derivativos, e também prestar serviços de registro, compensação e liquidação, atuando principalmente como contraparte central garantidora da liquidação financeira das operações realizadas em seus ambientes (BM&FBOVESPA, 2016). É importante destacar que a elaboração da base de dados partiu do universo das empresas listadas na BM&FBOVESPA por conter uma quantidade expressiva das principais empresas que atuam no Brasil, bem como a maior facilidade de acesso aos dados necessários, tais como receita operacional, nomes dos acionistas e seus respectivos percentuais acionários.

Os dados foram obtidos através do *software* Economatica, em um levantamento realizado no dia 21 de fevereiro de 2018, buscando pelas informações mais recentes disponíveis. Foram selecionadas todas as empresas listadas na BM&FBOVESPA obtendo, assim, uma lista com o nome das empresas, os códigos e a classe das ações negociadas. A partir desta lista, foram selecionados os nomes dos dez maiores acionistas, seus respectivos percentuais acionários e o valor do ativo total de cada empresa. Tal busca retornou uma lista composta por 566 linhas, ou seja, 566 tipos de ações negociadas na BM&FBOVESPA.

A partir desta lista foram selecionadas as informações relativas às ações ordinárias, pois é o tipo de ação que permite que seus detentores votem em casos discutidos nas Assembleias Gerais, ou

seja, possui capacidade de voto e poder de influência sobre decisões estratégicas. Com este recorte foi obtida uma lista com 368 empresas que possuem ações ordinárias negociadas na BM&FBOVESPA, seus dez maiores acionistas e seus respectivos percentuais acionários. O último recorte realizado foi a exclusão de uma empresa cujas informações de percentuais e nomes de acionistas não constavam.

Após o tratamento da base de dados obtida, foram geradas as planilhas de nós e de arestas para a rede, de acordo com os requisitos necessários para inseri-las no Gephi, um *software* específico para redes. A planilha de nós contém os nomes das empresas e dos acionistas presentes na base de dados e a descrição de sua categoria (se é acionista ou se é empresa). A planilha de arestas contém a indicação do sentido da ligação (do acionista para a empresa), bem como o peso de cada uma delas, dado pelo percentual acionário multiplicado pelo valor do ativo total (para estes valores, foi utilizada uma escala logarítmica).

3.3 Técnicas de análise de dados

As técnicas de análise de dados utilizadas foram as de estatística descritiva, de análise gráfica e de visualização de redes para o aspecto descritivo da rede. Tais técnicas foram aplicadas por meio do Gephi, um *software open-source* muito utilizado para exploração e visualização de grafos e redes (GEPHI, 2017).

No que diz respeito à estatística descritiva, esta é muito útil para criar resumos sobre os atores na rede de acordo com as métricas obtidas no software, além de elaborar gráficos e permitir realizar comparações entre diferentes grupos. A análise gráfica também é realizada pelo *software* Gephi, que consiste em uma plataforma eficiente para exploração e visualização interativa para diferentes tipos de redes e sistemas complexos, fornecendo instantaneamente diversas estatísticas de rede.

3.4 Modelo conceitual

O modelo conceitual para a análise de dados é apresentado na Figura 18. Os dados amostrais referentes às empresas listadas na BM&FBOVESPA são filtrados para satisfazer os critérios

descritos na seção anterior. A ligação entre o nó da empresa e o nó do acionista é feita a partir de variáveis de percentual acionário e do ativo total, sendo que para o peso desta ligação foi utilizado o logaritmo do produto da receita pelo percentual acionário.

Figura 18: Modelo conceitual.

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

4 RESULTADOS

Após a apresentação da base de dados e do método utilizados nesta pesquisa, serão apresentados e analisados os resultados obtidos, iniciando pela rede em nível macro na seção 4.1, seguida pela componente gigante na seção 4.2 e seus subgrupos na subseção 4.2.1, por fim, a rede de acionistas na seção 4.3.

4.1 Rede de acionistas e empresas

Considerando os dados disponíveis no Economática, foram realizados os cálculos de acordo com o modelo conceitual apresentado anteriormente e, assim, foram obtidos os pesos para as arestas da rede. A rede resultante é composta por 1.742 vértices, sendo 367 empresas e 1.375 acionistas, e 1.662 arestas.

A rede obtida apresenta um *layout* de rede bipartida, conforme a Figura 19. Os vértices em azul representam as empresas, os vértices em vermelho representam os acionistas e as arestas significam a existência de participação acionária em determinada empresa por determinado acionista. O tamanho do vértice foi dimensionado de acordo com seu grau, consequentemente, os vértices maiores são aqueles que possuem maior número de arestas, ou seja, mais participações acionárias.

Figura 19: Rede bipartida com 1.742 vértices (acionistas e empresas). Azul: empresa; vermelho: acionista.

Fonte: Elaborado pela autora, obtido por meio do Gephi (2018).

O Quadro 1 apresenta um resumo com as principais informações e medidas de centralidade da rede em estudo. Em relação ao diâmetro e caminho médio da rede, estes possuem valores de 20 e 7,587, respectivamente, indicando que a maior distância geodésica entre dois vértices existentes

na rede é de 20 ligações (arestas) e, em média, o menor caminho entre um par de vértices será 7,587. A densidade da rede é 0,001 e reforça as medidas de diâmetro e caminho médio, evidenciando baixa coesão entre os vértices.

Quadro 1 - Informações da rede macro

Rede	Acionistas e empresas
Tipo	Não dirigido
Número de vértices	1.742
Número de arestas	1.662
Grau médio	1,908
Componentes conectados	175
% de vértices da componente gigante	41,68%
Diâmetro	20
Densidade	0,001
Comprimento médio do caminho	7,587

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

O grau de um vértice, conforme abordado anteriormente, é uma medida de centralidade e indica o número de ligações que um vértice possui na rede. O Gráfico 2 exibe a distribuição de grau, tanto de acionistas quanto de empresas, em que se pode notar a grande ocorrência de vértices com grau 1 (1.297 vértices possuem apenas uma ligação na rede) em geral mais periféricos e, em destaque, observa-se a existência de um único vértice com grau 31, ou seja, o vértice mais conectado e central desta rede.

Gráfico 2 - Distribuição de grau da rede

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Em relação às componentes, estas representam grupos de vértices que estão conectados entre si através de arestas. A rede obtida neste trabalho apresenta 175 componentes, ou seja, 175 grupos de vértices conectados. É possível observar a componente gigante localizada no centro da rede, bem como as outras componentes ao seu redor, conforme exibe a Figura 20.

Figura 20 - Rede bipartida com destaque para a componente gigante. Azul: empresa; vermelho: acionista.

Fonte: Elaborado pela autora, obtido por meio do Gephi (2018).

O Gráfico 3 apresenta a quantidade de nós presente em cada componente, bem como a componente gigante em destaque, com 726 vértices, cerca de 41,7% do total de vértices da rede. Observa-se também que cerca de 93% das componentes existentes na rede possuem o tamanho entre 2 e 11, enquanto o restante se divide entre os tamanhos 13 e 22, exceto a componente gigante, de tamanho 726.

Gráfico 3 - Tamanho das componentes

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Por meio da Figura 20 e do Gráfico 3 é possível notar que há inúmeras pequenas componentes que, em sua maioria, são centralizadas no vértice da empresa, ou seja, uma única empresa com diversos acionistas que não estão interligados entre si de outro modo, apenas por aquela empresa.

Assim em uma visão macro, pode-se observar que se trata de uma rede pouco densa, que contém diversas pequenas componentes centralizadas e uma componente gigante descentralizada, evidenciando empresas e acionistas que formam inúmeros pequenos grupos periféricos desconectados de um grande grupo central. É importante destacar três acionistas centrais na rede, sendo eles a BNDESPAR, Previ e BlackRock, que serão abordados no tópico 4.3.1.

4.2 Componente gigante

A rede apresentada na Figura 20 foi filtrada a fim de obter a componente gigante, que consiste no maior número de vértices conectados entre si em uma rede. A componente gigante é exibida na Figura 21 e contém 798 arestas e 726 vértices, representando cerca de 41,7% dos vértices da rede macro.

Figura 21: Componente Gigante bipartida com 726 vértices, obtida a partir da rede da Figura 15.

Fonte: Elaborado pela autora, obtido por meio do Gephi (2018).

No que diz respeito à distribuição de grau da componente gigante, conforme exhibe o Gráfico 4, este varia entre 01 e 31, sendo o grau 1 o mais frequente. Como destaque, observam-se os vértices com grau 14, 17 e 31, os três atores mais conectados da componente gigante: BlackRock, Previ e BNDESPAR, respectivamente.

Gráfico 4 - Distribuição de grau da componente gigante

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Como resumo, o Gráfico 5 exibe uma visão conjunta da distribuição de grau da rede macro com todos os atores (círculos) e da componente gigante (quadrados). Nota-se a redução da frequência característica dos vértices com graus menores na componente gigante, e também a presença dos *hubs* com graus altos.

Gráfico 5 - Distribuição de grau das componentes

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Levando em consideração outras medidas de centralidade calculadas para a componente gigante, como *PageRank*, intermediação e proximidade, nota-se também os acionistas BNDESPAR, Previ e BlackRock em destaque, confirmando seus papéis como atores centrais da rede. A Tabela 2 apresenta tais medidas para os 19 vértices que possuem maior *PageRank*.

Tabela 2 - Medidas de Centralidade

Nome	Tipo	PageRank	Grau	Intermediação	Proximidade
BNDESPAR	Acionista	0,0177	31	0,5982	0,2241
Previ	Acionista	0,0087	17	0,3395	0,2022
BlackRock	Acionista	0,0073	14	0,3052	0,1927
MYPK3	Empresa	0,0066	10	0,0247	0,1175
MOAR3	Empresa	0,0065	10	0,0247	0,1179
SCAR3	Empresa	0,0065	10	0,0247	0,1345
SULA3	Empresa	0,0063	10	0,0247	0,1622
CATA3	Empresa	0,0062	10	0,0247	0,1374
ROMI3	Empresa	0,0061	10	0,0247	0,1429
RADL3	Empresa	0,0061	10	0,0382	0,1626

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

A rede apresentada da Figura 22 exibe a participação de acionistas pessoas físicas (PF) e pessoa jurídica (PJ). Os vértices em laranja são os acionistas PJ, os vértices em verde são os acionistas PF e os vértices em cinza representam as empresas, tal cor foi escolhida justamente para destacar os vértices PF e PJ no *layout* da rede.

Em relação à totalidade de vértices dos acionistas, por meio do layout da Figura 22 é possível observar a maior participação de acionistas PJ, sendo que cerca de 67,4% são PJ e apenas 32,6% são de acionistas PF.

Figura 22 - Componente gigante: acionistas PJ (em laranja), acionistas PF (em verde) e empresas (em cinza).

Fonte: elaborado pela autora por meio do Gephi (2018).

4.2.1 Comunidades da componente gigante

A fim de aprofundar a análise da componente gigante, foram formadas comunidades (também denominadas subgrupos) por meio do software Gephi e do algoritmo de Blondel et al. (2008). Como resultado, foram geradas nove comunidades, com uma modularidade de 0,8, ou seja, um índice muito próximo de uma ótima formação de subgrupos. A Figura 23 apresenta a componente gigante e as nove comunidades formadas, diferenciadas pelas cores.

Figura 23 – Rede de comunidades da componente gigante, as cores são definidas de acordo com a classe de modularidade obtida no Gephi.

Fonte: Elaborado pela autora, por meio do Gephi (2018).

A Figura 24 resume a rede de comunidades com o objetivo de evidenciar as ligações entre elas. Nela, cada vértice representa uma comunidade, sendo que seu tamanho foi definido de acordo com o número de vértices presente em cada comunidade. A nomenclatura indica o acionista com o maior *PageRank*.

Figura 24 – Rede de comunidades resumida, nas mesmas cores da Figura 23.

Fonte: Elaborado pela autora, por meio do Gephi (2018).

A Tabela 3 exibe as principais estatísticas dos vértices da rede de comunidades resumida.

Tabela 3 - Medidas de centralidade da rede resumida

Comunidade	PageRank	Grau	Intermediação	Proximidade
Previ Petros	0,2266	6	0,2946	0,8
BNDESPar	0,2152	6	0,3482	0,8
BlackRock	0,1584	4	0,0089	0,6666
Dynamo	0,1177	5	0,1250	0,7272
ItauSA	0,0741	3	0,0089	0,5714
Itau Unibanco SA	0,0731	4	0,0357	0,6666
Eletrobras	0,0590	2	0	0,5333
Alaska Investimentos	0,0442	1	0	0,4705
BTGPactual	0,0307	1	0	0,4705

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Na sequência serão apresentadas as nove comunidades e destacadas suas principais características. Com o propósito de descrever o perfil das comunidades e suas particularidades, foi explorado o setor de atuação de cada ator, tanto acionistas quanto empresas, que foram dispostos em 16 classes, conforme apresenta a Tabela 4.

Tais classes foram criadas a partir da classificação setorial de empresas realizada pela BM&FBOVESPA. Porém, devido ao grande número de classes e a intenção de criar figuras didáticas, foram coloridos apenas os vértices pertencentes às seis primeiras classes conforme a Figura 25, sendo a classe “pessoa física” em vermelho, “financeiro e outros” em verde, “*holdings* e empresas de participação” em azul, “próprio” em preto, “fundos” em laranja e “utilidade pública” em azul claro. Deste modo, durante a apresentação de cada comunidade, serão utilizadas principalmente essas cores e também outras que serão informadas durante a explicação de cada comunidade.

Tabela 4 - Classes de vértices e seus respectivos percentuais

Classe	% de vértices
Pessoa física	24,66
Financeiro e outros	18,73
<i>Holdings</i> e empresas de participação	11,85
Próprio	10,33
Fundos	10,06
Utilidade pública	7,58
Consumo cíclico	3,99
Outros	3,17
Bens industriais	2,48
Materiais básicos	1,79
Consumo não cíclico	1,24
Saúde	1,10
Estado	1,10
Tecnologia da Informação	0,83
Petróleo, gás e biocombustíveis	0,83
Telecomunicações	0,28

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Figura 25 - Cores dos vértices de acionistas e empresas da componente gigante.

Fonte: Elaborado pela autora, por meio do Gephi (2018).

A seguir serão apresentadas duas figuras para cada comunidade, sendo uma com as cores originais destacando acionistas-empresas (vermelho-azul) e outra com as cores listadas na Figura 25. A primeira comunidade a ser apresentada está colorida em verde escuro, conforme exibe o detalhe na Figura 26, e possui cerca de 25,3% dos vértices da componente gigante, a maior

comunidade em termos de quantidade de vértices. O ator em destaque é o acionista BNDESPAR, posicionado ao centro da comunidade e com maior número de ligações. Pode-se destacar a presença de importantes atores ligados ao Estado, como a empresa Petrobras e os acionistas Caixa Econômica Federal e Tesouro Nacional, além do Estado do Paraná e Estado de Minas Gerais.

Figura 26 - Comunidade BNDESPar com vértices acionistas-empresas (vermelho-azul) e detalhe em verde retirado da Figura 23.

Fonte: Elaborado pela autora, por meio do Gephi (2018).

A Figura 27 foi colorida de modo que pudessem ser destacadas suas principais características, conforme a legenda da Figura 25, os vértices em azul representam as *holdings* e empresas de participação, em vermelho são pessoas físicas, em verde as empresas financeiras e outras, em azul claro são empresas de utilidade pública, em laranja os fundos, em preto os acionistas que

representam a própria empresa (como ações em posse de administradores, por exemplo) e em cinza o restante dos vértices que não pertencem a essas classes. Ao analisar a comunidade sob a perspectiva das classes aos quais os vértices pertencem, de acordo com a Figura 27, nota-se uma rede com alto grau de diversificação em relação aos setores, com empresas do setor financeiro, utilidade pública, saúde e materiais básicos. Outro aspecto que se destaca na comunidade é a presença relevante de famílias na participação acionária das empresas MILS3, SUZANO, NEMO3 e MOAR3 e de pessoa física na QUSW3.

Figura 27 - Comunidade BNDESPAR por classe de acordo com as cores listadas na Figura 25, exceto nós cinzas.

Fonte: Elaborado pela autora, por meio do Gephi (2018).

A segunda comunidade a ser apresentada foi colorida em rosa, conforme a Figura 28, e é composta por 16,25% dos nós da componente gigante. Ela tem como destaque o acionista

BlackRock, atuando como membro central da rede, responsável por conectar todos os outros atores.

Figura 28 - Comunidade *BlackRock* com vértices acionistas-empresas (vermelho-azul) e detalhe em rosa retirado da Figura 23.

Fonte: Elaborado pela autora, por meio do Gephi (2018).

A partir da perspectiva das classes, de acordo com a Figura 29, pode-se destacar uma expressiva participação de empresas do setor financeiro (vértices em verde) e dos fundos de investimentos (vértices em laranja), ambos desempenhando a função de grandes intermediários nesta comunidade. Nota-se também a posição periférica dos acionistas pessoas físicas (vértices em vermelho) e das *holdings* e empresas de participações (vértices em azul), indicando uma posição menos estratégica nessa componente.

Figura 29 - Comunidade *BlackRock* por classe de acordo com as cores listadas na Figura 25, exceto nós cinzas.

Fonte: Elaborado pela autora, por meio do Gephi (2018).

A terceira comunidade foi colorida em laranja e possui 16,12% dos nós da componente gigante (Figura 30). Nela há dois acionistas em destaque, os fundos de pensão Previ e Petros, grandes responsáveis por conectar os vértices nessa comunidade.

Figura 30 - Comunidade Previ-Petros com vértices acionistas-empresas (vermelho-azul) e detalhe em laranja retirado da Figura 23.

Fonte: Elaborado pela autora, por meio do Gephi (2018).

Nesta comunidade, sob a perspectiva dos setores de atuação dos atores, é possível destacar a relevante presença de fundos (em amarelo), principalmente a Petros e a Previ como grandes conectores da rede, conforme a Figura 31. Empresas do setor financeiro (em verde) e de bens industriais (em roxo) também possuem expressiva participação e, ao centro, conectados à Previ, destaca-se um grupo de atores pertencentes à classe de utilidade pública (em azul claro), especificamente ao setor de energia elétrica, que tem a *holding* focada em energia elétrica Neoenergia como principal acionista. Nota-se também, como em comunidades anteriores, a

presença periférica de acionistas pessoas físicas, e de empresas com relevante participação familiar na composição acionária, como a ROMI3 e BAH3.

Figura 31 - Comunidade Previ-Petros por classe de acordo com as cores listadas na Figura 25, exceto nós cinzas.

Fonte: Elaborado pela autora, por meio do Gephi (2018).

A quarta comunidade representada na Figura 32 foi colorida em cinza, possui cerca de 14,3% dos vértices da componente gigante e apresenta um *layout* mais disperso, se comparada às outras componentes.

Figura 32 - Comunidade Dynamo com vértices acionistas-empresas (vermelho-azul) e detalhe em cinza retirado da Figura 23.

Fonte: Elaborado pela autora, por meio do Gephi (2018).

Trata-se também de uma comunidade bastante diversificada, com atores do setor de educação, vestuário, construção civil, agropecuária e tecnologia da informação, além do setor financeiro (em verde, na Figura 33). Outro destaque são os acionistas Elie Horn, ex-presidente da Cyrela, e Luiz Barsi Filho, conhecido investidor no mercado financeiro, que apresentam posições de importantes intermediários na comunidade.

Figura 33- Comunidade Dynamo por classe de acordo com as cores listadas na Figura 25, exceto nós cinzas.

Fonte: Elaborado pela autora, por meio do Gephi (2018).

A quinta comunidade está representada na cor verde claro e possui cerca de 4,30% dos vértices, conforme a Figura 34. Nela, o BTG Pactual Gestão de Recursos desempenha papel central, conectando as quatro empresas presentes. Na Figura 35, destaca-se a presença de acionistas pessoas físicas e participação familiar nas empresas MYPK3, PARD3 e ARZZ3.

Figura 34 - Comunidade BTG Pactual Gestão de Recursos com vértices acionistas-empresas (vermelho-azul) e detalhe em verde claro retirado da Figura 23.

Fonte: Elaborado pela autora, por meio do Gephi (2018).

Figura 35 - Comunidade BTG Pactual Gestão de Recursos por classe de acordo com as cores listadas na Figura 25, exceto nós cinzas.

Fonte: Elaborado pela autora, por meio do Gephi (2018).

A próxima comunidade a ser apresentada foi colorida em vermelho (Figura 36) e possui cerca de 4,7% dos vértices da componente gigante. Como destaque, na Figura 37, nota-se a participação familiar na empresa CATA3 e grande presença de atores do setor de utilidade pública, mais precisamente de empresas do setor de energia elétrica.

Figura 36 - Comunidade Eletrobras com vértices acionistas-empresas (vermelho-azul) e detalhe em vermelho retirado da Figura 23.

Fonte: Elaborado pela autora, por meio do Gephi (2018).

Figura 37 - Comunidade Eletrobras por classe de acordo com as cores listadas na Figura 25, exceto nós cinzas.

Fonte: Elaborado pela autora, por meio do Gephi (2018).

A comunidade exibida na Figura 38 foi colorida em amarelo e possui cerca de 7% dos nós presentes na componente gigante. Nela, destacam-se empresas do grupo financeiro Itaú, participação familiar em comum nas empresas ITSA3 e DTEX3 e também familiar na empresa RSID3.

Figura 38 - Comunidade Itausa com vértices acionistas-empresas (vermelho-azul) e detalhe em amarelo retirado da Figura 23.

Fonte: Elaborado pela autora, por meio do Gephi (2018).

Figura 39 - Comunidade Itausa por classe de acordo com as cores listadas na Figura 25, exceto nós cinzas.

Fonte: Elaborado pela autora, por meio do Gephi (2018).

A penúltima comunidade a ser apresentada na Figura 40 foi colorida em azul claro e é composta por 5,5% dos vértices da componente gigante. Como destaque, há o acionista Alaska, uma gestora independente de ativos, que possui papel central, conectando os vértices desta comunidade. Pode-se também observar a presença de acionistas pessoas físicas predominantemente familiar em SCAR3, UCAS3 e VULC3.

Figura 40 - Comunidade Alaska com vértices acionistas-empresas (vermelho-azul) e detalhe em azul claro retirado da Figura 23.

Fonte: Elaborado pela autora, por meio do Gephi (2018).

Figura 41 - Comunidade Alaska por setor de acordo com as cores listadas na Figura 25, exceto nós cinzas.

Fonte: Elaborado pela autora, por meio do Gephi (2018).

Por fim, a última comunidade possui cerca de 6,5% dos vértices da componente gigante e tem como ator central o acionista Itaú Unibanco S.A, responsável por conectar todas as partes desta comunidade, conforme apresenta a Figura 42. Trata-se também de uma rede diversificada em relação aos setores de atuação e, diferentemente de outras comunidades apresentadas acima, possui pouca participação de acionistas pessoas físicas (Figura 43). Pode-se destacar maior presença de empresas pertencentes ao setor financeiro e fundos, além do acionista Eike Batista, responsável por conectar três empresas (MMXM3, OGXP3 e OSXB3) à componente gigante.

Figura 42 - Comunidade Itaú Unibanco SA com vértices acionistas-empresas (vermelho-azul) e detalhe em azul retirado da Figura 23.

Fonte: Elaborado pela autora, por meio do Gephi (2018).

Figura 43- Comunidade Itaú Unibanco SA por classe de acordo com as cores listadas na Figura 25, exceto nós cinzas.

Fonte: Elaborado pela autora, por meio do Gephi (2018).

4.3 Rede de acionistas

A partir da componente gigante, foram omitidos os vértices que representam as empresas, partindo de uma rede do modo bipartida para uma rede do modo simples. A rede resultante é composta por 573 acionistas que estão conectados entre si devido a participações em comum nas mesmas empresas.

A representação desta rede de acionistas é exibida na Figura 44, em que podem ser observados novamente os atores principais BNDESPAR, *BlackRock* e Previ localizados em posições centrais na rede. O Quadro 2 exibe as principais informações da rede de acionistas.

Figura 44: Rede de 573 acionistas

Fonte: Elaborado pela autora, obtido por meio do Gephi (2018).

Quadro 2 - Informações da rede de acionistas

Rede	Acionistas
Tipo	Não dirigido
Número de vértices	573
Número de arestas	2.124
Grau médio	7,41
Componentes conectados	1
Diâmetro	10
Densidade	0,013
Comprimento médio do caminho	4,005
Coefficiente de agrupamento médio	0,923

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Nota-se que a rede de acionistas apresenta um coeficiente de agrupamento médio alto (0,923) e comprimento médio de caminho baixo (4,005), indicando uma característica de rede de Mundo Pequeno, conforme seção 2.2.6. O Gráfico 6 apresenta a distribuição de grau ponderado médio (probabilidade complementar) para os acionistas. Para valores de grau médio ponderado acima de 120, foi feito um ajuste para leis de potência de acordo com a seção 2.2.6, obtendo a seguinte lei de potência para a probabilidade complementar, conforme (12):

$$P = 10^{3,83} G^{-1,961}, \quad (12)$$

Gráfico 6 - Distribuição de grau ponderado médio (probabilidade complementar) para os acionistas. Linha vermelha: ajuste de lei de potência.

Fonte: elaborado pela autora (2018).

A fim de identificar o perfil dos acionistas participantes desta rede, os vértices de acionistas foram novamente dispostos de acordo com as seguintes classes: “pessoa física”, “financeiro e outros”, “*holdings* e empresas de participações”, “próprio”, “fundos”, “Estado”, “setor energético” e “outros”. É importante destacar que tal classificação buscou criar o menor número possível de classes em que pudessem ser alocados todos os atores a fim de permitir melhor visualização da rede. A Tabela 5 apresenta as classes e o respectivo percentual de vértice em cada uma delas.

Tabela 5 - Classes de acionistas e seus respectivos percentuais

Classe	% de vértices
Pessoa física (PF)	31,24%
Financeiro e outros	17,98%
Holding e Empresas de Participações (EP)	15,18%
Próprio	12,91%
Fundos	12,74%
Outros	5,93%
Energético	2,79%
Estado	1,22%

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Novamente, buscando melhor visualização da rede foram coloridos apenas os vértices pertencentes às cinco primeiras classes, pois apresentam maior volume de incidência na rede. A Figura 45, obtida no Gephi, exhibe as classes e as cores relativas dos vértices.

Figura 45 - Classes e cores da rede de acionistas

Fonte: Elaborado pela autora, obtido por meio do Gephi (2018).

A Figura 46 apresenta a rede colorida de acordo com as classes criadas na Figura 45. Nela é possível observar a ramificação de vértices que representam as *holdings* e empresas de participações, os fundos e, com destaque para os atores pertencentes ao setor financeiro, que estão presentes em praticamente toda extensão da rede, atuando como importantes intermediários. Os vértices relativos aos acionistas que são pessoa física não costumam ser intermediários entre outros vértices na rede, estando dispostos principalmente nas extremidades. Assim, pode-se observar a grande relevância de atores do segmento financeiro como vértices responsáveis por conectar outros acionistas ao restante da rede.

Figura 46 - Rede de acionistas por classe.

Fonte: Elaborado pela autora, obtido por meio do Gephi (2018).

A Tabela 6 contém os 15 principais acionistas de acordo com o PageRank e, além das classes, apresenta outras medidas de centralidade, como o grau, intermediação e proximidade. Novamente, corroborando com as informações observadas na Figura 46 e por meio das comunidades no item 4.2.1, tem-se relevante presença de vértices da classe financeira, cerca de 53% dos 15 vértices com maior PageRank da rede. Além disso, observa-se o Tesouro Nacional, órgão central do Sistema de Administração Financeira Federal e do Sistema de Contabilidade Federal, a Eletrobras S.A, uma *holding* sob controle do Governo Federal que atua na geração,

transmissão e distribuição de energia elétrica e Elie Horn, acionista pessoa física de origem síria fundador da Cyrela, importante empresa do segmento imobiliário no Brasil.

As Figuras 47, 48, 49 e 50 que serão apresentadas após a Tabela 6 evidenciam a posição destes atores na rede, a fim de exibir a estrutura de suas conexões.

Tabela 6 - Principais acionistas da componente gigante, por PageRank.

Ator	PageRank	Classe	Grau	Intermediação	Proximidade
BNDESPAR	0,036076	Holdings e EP	130	0,564	0,431
Blackrock	0,017448	Financeiro e Outros	72	0,300	0,375
PREVI	0,016704	Fundos	59	0,295	0,389
Petros	0,009479	Fundos	41	0,085	0,323
Tesouro Nacional	0,00813	Estado	19	0,071	0,343
BTG Pactual Gestão de Recursos	0,006801	Financeiro e Outros	32	0,085	0,260
Dynamo Administração de Recursos	0,006553	Financeiro e Outros	30	0,100	0,299
Bonsucex Holding	0,006307	Holding e EP	29	0,076	0,311
Itau Unibanco SA	0,006202	Financeiro e Outros	26	0,117	0,329
Standard Life Aberdeen Plc	0,006047	Financeiro e Outros	23	0,092	0,336
Eletrobras S.A	0,005897	Utilidade Pública	17	0,048	0,311
Lazard Asset Management	0,005833	Financeiro e Outros	19	0,045	0,297
Alaska Investimentos	0,005632	Financeiro e Outros	24	0,107	0,302
Capital World Investidores	0,004558	Financeiro e Outros	19	0,014	0,330
Elie Horn	0,004338	Pessoa Física	18	0,021	0,266

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Figura 47 - Posição aproximada do BTG Pactual na rede.

Fonte: Elaborado pela autora, obtido por meio do Gephi (2018).

Figura 48 - Posição aproximada da BNDESPar, Previ, Caixa Econômica e Tesouro Nacional na rede.

Fonte: Elaborado pela autora, obtido por meio do Gephi (2018).

Fonte: Elaborado pela autora, obtido por meio do Gephi (2018).

Figura 51 - Estrutura Previ

Fonte: PREVI (2018)

A BlackRock é uma empresa que tem como atividade principal a gestão de ativos, conhecida no mercado como uma das maiores gestoras do mundo. A empresa possui 135 equipes de investimentos e atua em cerca de 30 países, tendo como clientes desde grandes instituições até pessoas físicas. Fundada em 1988 com o objetivo de construir uma empresa de gerenciamento de ativos, a BlackRock contava com uma sala e oito pessoas trabalhando, concentrando sua atividade principalmente em renda fixa.

A BlackRock foi capaz de desenvolver importantes inovações relacionadas a fundos fechados, fundos fiduciários, planos de contribuição definida entre outros, destacando-a em seu segmento. Outro ponto de destaque é o Aladdin®, uma plataforma de investimento unificada que combina negociação, gerenciamento de risco e relatórios de clientes. A capacidade de percepção do Aladdin apontou a BlackRock como gerente de investimento e risco, tornando a base para o negócio da BlackRock *Solutions*.

No final de 1992 a BlackRock tinha US\$ 17 bilhões em ativos sob gestão; no final de 1994, o valor era de US \$ 53 bilhões. Em 1995, tornou-se subsidiária da *holding* bancária, a PNC Financial, e começou a administrar fundos mútuos abertos, incluindo fundos de ações. A associação com a PNC deu à BlackRock acesso à grande rede de distribuição da PNC e

oportunidades de diversificação por meio de alianças e fusões com afiliadas da PNC especializadas em capital e outros investimentos.

À medida que se diversificou, foi desenvolvido o conceito de *One BlackRock*, um aspecto fundamental à empresa. Gerenciando negócios de renda fixa, capital e outros negócios juntos, a BlackRock implementou um modelo de negócios centrado no cliente, no qual os recursos e produtos da empresa inteira podem ser aproveitados para o benefício dos clientes.

Segundo dados da BlackRock (2018), em 1999 a empresa tinha US \$ 165 bilhões em ativos sob gestão e é listada na Bolsa de Nova Iorque. Em 2005, possuía grandes negócios de renda fixa, ações e consultoria, empreendendo diversas fusões transformacionais que agregaram as principais competências de investimento, iniciando com a compra da Merrill Lynch Investment Managers no início de 2006, essas fusões fortaleceram o mix de produtos e serviços da BlackRock com mais ofertas em ações, produtos multiativos e alternativas, expandindo a escala e o alcance global da empresa. A maior das fusões ocorreu em 2009, quando a BlackRock adquiriu a Barclays Global Investors, dando à firma mais recursos ativos, indexados e de fundos negociados em bolsa por meio da iShares, além de fornecer consultoria imparcial através do Financial Markets Advisory (FMA), equipe que ajuda governos, instituições financeiras e outros participantes de mercados de capital públicos e privados em todo o mundo a entender seus investimentos e riscos.

Atualmente, a BlackRock é uma importante gestora global de ativos, atendendo grandes empresas, fundos de pensão, fundações e instituições públicas, bem como milhões de pessoas físicas (BLACKROCK, 2018).

Por fim, o acionista mais central da rede, a BNDESPar que é uma subsidiária do BNDES, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. O BNDES consiste em um dos maiores bancos de desenvolvimento do mundo, representando o principal instrumento de investimento e financiamento de longo prazo do Governo Federal em diversos setores da economia no Brasil, visando sempre o potencial de geração de empregos, renda e inclusão social. Fundado em 1952, o BNDES fornece apoio por meio de financiamento a investimentos, subscrição de valores mobiliários, prestação de garantia e concessão de recursos não reembolsáveis a projetos de caráter social, cultural e tecnológico. Uma vez que se trata de uma empresa pública, o BNDES avalia a oferta de recursos de acordo com o impacto socioambiental e

econômico para o Brasil (BNDES, 2018). A estrutura do Sistema BNDES é composta pelo BNDES, BNDESPar e FINAME, conforme a Figura 52.

Figura 52 - Estrutura do sistema BNDES

Fonte: BNDES (2018)

O BNDES, como dito anteriormente, é o responsável por realizar financiamentos com longos prazos para pagamento. A BNDESPar consiste em uma subsidiária do BNDES que atua no fomento por meio de investimentos em valores mobiliários, enquanto a FINAME, também subsidiária do BNDES, se dedica ao financiamento da produção e da comercialização de máquinas e equipamentos. Ambas subsidiárias possuem o BNDES como único acionista.

No que diz respeito à BNDESPar, de acordo com o artigo quatro de seu estatuto social, esta subsidiária tem como objetivo realizar operações visando a capitalização de empreendimentos controlados por grupos privados (observados os planos e políticas do BNDES); apoiar empresas que apresentem condições de eficiência econômica, tecnológica e de gestão com perspectivas adequadas de retorno, além de condições e prazos compatíveis com o risco e a natureza de sua atividade; apoiar o desenvolvimento de novos empreendimentos, cujas atividades envolvam novas tecnologias; contribuir para o fortalecimento do mercado de capitais, através do acréscimo de oferta de valores mobiliários e da democratização da propriedade do capital de empresas e, por fim, administrar carteira de valores mobiliários, tanto próprios quanto de terceiros.

Na posição de único acionista da BNDESPar, o BNDES detém plenos poderes de decisão sobre todos os negócios relativos ao objeto social desta subsidiária, cabendo a ele adotar as resoluções que julgar conveniente à sua defesa e ao seu desenvolvimento.

Dessa maneira, compreende-se que o objetivo da BNDESPar no que diz respeito à participação acionária é fomentar o desenvolvimento de empresas brasileiras. Conforme o estudo realizado por Desidério (2013), as três principais frentes de atuação da BNDESPar envolvem implementar os princípios de governança corporativa, reestruturar empresas que correm riscos de falência e auxiliar setores em dificuldades por meio de fusões e aquisições. Em empresas com risco de falência, a BNDESPar compra suas ações, implementa as práticas de governança corporativa e as leva à abertura de capital. Há também a atuação por meio de fusões, em que são injetados recursos financeiros a fim de viabilizar esta operação e em troca a *holding* estatal recebe participação acionária, evitando quebra de empresas e formando grandes indústrias nacionais, como por exemplo, a BR Foods.

O Gráfico 7 apresenta o percentual de participação acionária da BNDESPar nas empresas listadas na BM&FBOVESPA (é importante destacar que as informações do Gráfico 6 representam os casos de participação acionária em que a BNDESPar está entre os dez maiores acionistas, conforme abordado na explicação da base de dados (item 3.2). Sob outra perspectiva, conforme Desidério (2013), a BNDESPar funciona estrategicamente para o governo frente ao capitalismo financeiro. Após o período de privatização de importantes estatais, que deixaram de ser controladas pelo Estado e passaram a ser dirigidas pela iniciativa privada, a atuação da BNDESPar por meio da compra de participações acionárias foi a maneira encontrada pelo governo para defender seus interesses de maneira direta dentro de empresas. Assim, através das participações acionárias e implementação das práticas de governança corporativa, o governo detém o direito de voto nas decisões do Conselho de Administração e poder de influência.

Gráfico 7 - Participação acionária da BNDESPar

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste trabalho consiste em descrever a rede de acionistas das empresas listadas na BM&FBOVESPA. Para isso, foi apresentada a interligação entre os acionistas e as empresas listadas na BM&FBOVESPA a partir dos dados obtidos na data de 21 de fevereiro de 2018, por meio da técnica de Redes.

Em suma, a rede obtida é composta por 1.742 vértices, sendo 367 empresas e 1.375 acionistas, e 1.662 arestas. Nela é possível observar a presença de 175 componentes, sendo uma delas a componente gigante com cerca de 41,7% dos atores presentes na rede. Em relação à componente gigante, nota-se a presença de *hubs* altamente conectados e a presença dos três principais acionistas, atores centrais desta rede: BNDESPar, Previ e BlackRock. No que diz respeito ao perfil dos membros da componente gigante, cerca de 67% são pessoa jurídica e 33% são acionistas pessoas físicas.

A componente gigante foi dividida em nove comunidades através do Gephi e do algoritmo de Blondel et al. (2008), apresentando uma modularidade de 0,8, valor muito próximo a uma ótima divisão de comunidades.

A partir da componente gigante foi criada a rede de acionistas composta por 573 vértices, apresentando baixa densidade, alta modularidade e caminho médio indicando características de rede mundo pequeno. Nela foi possível observar o importante papel de atores do setor financeiro, *holdings* e empresas de participações e fundos, presentes em praticamente toda a rede, atuando como importantes conectores, enquanto os acionistas pessoas físicas estão dispostos principalmente nas extremidades, não desempenhando o papel de importantes intermediários.

Os três principais acionistas identificados na rede são institucionais, sendo eles a BNDESPar, Previ e BlackRock, apresentando as maiores medidas de centralidade (PageRank, grau, intermediação e proximidade), com destaque para a BNDESPar, o acionista mais central da rede. A BNDESPar, como uma *holding* estatal, indica relevante atuação do governo no mercado de capitais brasileiro, principalmente no desenvolvimento e manutenção de importantes empresas nacionais, amenizando os efeitos do capitalismo financeiro, bem como suas consequências

sociais. Assim, o Estado não atua apenas na regulamentação do mercado, mas também como importante acionista.

Outro ponto a ressaltar é o fato da BNDESPar investir em empresas a fim de que estas se estruturam e se desenvolvam, para que possam atuar no mercado de capitais. Contudo, nota-se que não houve relevante desinvestimento da *holding* em empresas maduras, indicando ainda a dependência de grandes empresas nacionais em relação ao governo e/ou significando o resultado das estratégias do Estado para manter influência em setores da economia. Assim, a rede resultante destaca a BNDESPar, órgão que representa o Estado na indústria de capital de risco, evidenciando a capacidade de influência do governo no capitalismo brasileiro, bem como no desenvolvimento de importantes empresas.

Acredita-se que a perspectiva inicial abordada neste trabalho poderá contribuir para diversos estudos futuros. Um estudo interessante, por exemplo, seria a análise focada nas comunidades encontradas, entendendo melhor os motivos e estratégias das ligações existentes; outro estudo possível envolve análise temporal, observando as mudanças na estrutura da rede com o decorrer do tempo, bem como as mudanças no cenário político, econômico e social. Além disso, pode-se comparar a estrutura da rede obtida neste trabalho com a estrutura de rede em outros países ou também analisar a participação de acionistas estrangeiros na rede brasileira.

As limitações e/ou possibilidades de melhorias deste trabalho podem ser focadas na base de dados. A partir da identificação de vértices que representam o mesmo ator, porém com nomes/CNPJ diferentes, e transformá-los em um único vértice, a fim de identificar diferentes laços e, quem sabe, novos padrões na rede. Trata-se um trabalho exploratório e minucioso, porém de grande relevância.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. A. M.; SANTOS, L. M. S. Determinantes do grau de concentração acionária no Brasil: um estudo com as empresas listadas no nível tradicional da BM&FBOVESPA. **XXIII Congresso Brasileiro de Custos**, Porto de Galinhas, 16 a 18 de nov. 2016.

BARABÁSI, A. L. **Network science**. Cambridge: University Printing House, 2016.

BARABÁSI, A.L.; ALBERT, R. Emergence of Scaling in Random Networks. **Science**. v. 286, p. 509-512, 1999.

BARAN, P. On distributed communications: introduction to distributed communications networks. **Força Aérea dos Estados Unidos**, Califórnia, ago. 1964.

BERLE, A.A.; MEANS, G.C. **The modern corporation and private property**. New York: Macmillan, 1932.

BLACKROCK. **About us**. Disponível em: <<https://www.blackrock.com/corporate/about-us/blackrock-history>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

BLONDEL, V. D.; GUILLAUME, J. L.; LAMBIOTTE, R.; LEFEBVRE, E. Fast unfolding of communities in large networks. **Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment**. v. 2008, n. 1, p. 1-12, Out 2008.

BM&FBOVESPA. **Sobre a BM&FBOVESPA**. Disponível em: <http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/institucional/sobre-a-bm-fbovespa/quem-somos/>. Acesso em: 13 mar. 2017.

BNDES. **Quem somos**. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/quem-somos/>>. Acesso em: 9 mar. 2018.

CAIXE, D. F.; KRAUTER, E. The influence of the ownership and control structure on corporate Market value in Brazil. **Revista de Contabilidade e Finanças**. São Paulo, v. 24, n.62, p. 142-153, 2013.

CARNEIRO, M. G. **Redes complexas para classificação de dados via conformidade de padrão, caracterização de importância e otimização estrutural**. 2017. 161f. Tese (Doutorado em Ciências da Computação) - ICMC USP, São Carlos, 2017.

CLAESSENS, S.; DJANKOV, S.; FAN, J. P. H.; LANG, L. H. P. Disentangling the incentive and entrenchment effects of large shareholdings. **The Journal of Finance**, vol. 57, n.6, p. 2741-2771, 2002.

CVM. **Mercado de Valores Mobiliários Brasileiro**. Rio de Janeiro: CVM, 2013.

DESIDÉRIO, W. A. **O Estado enquanto acionista**: a atuação da BNDESPAR no capitalismo brasileiro contemporâneo. 2013. 106f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

EASLEY, D.; KLEINBERG, J. **Networks, Crowds and Markets**: reasoning about a highly connected world. Nova Iorque: Cambridge University Press, 2010. 819 p.

ERDÖS, P.; RÉNYI, A. On the evolution of random graphs. **Publications of the Mathematical Institute of the Hungarian Academy of Sciences**, v.5, p.17-61, 1960.

GEPHI. **Software Gephi**. Disponível em: <<https://gephi.org/>>. Acesso em: 24 mar. 2017.

GITMAN, L.J. **Princípios de Administração Financeira**. 12ª Edição. São Paulo: Pearson, 2010.

GLATTFELDER, J.B. **Decoding complexity**: uncovering patterns in economic networks. Springer, 2013.

GOH, K.; CUSICK, M. E.; VALLE, D.; CHILDS, B.; VIDAL, M.; BARABÁSI, A. The human disease network. **PNAS**. Boston, v. 104, n. 21, p. 8685-8690, 2007.

GRANOVETTER, M. S. The strength of weak ties. **American Journal of Sociology**, v.78, p.1360-1380, 1973.

JACKSON, M. O.; ROGERS, B.; ZENOU, Y. **The economic consequences of social network**. Department of Economics, n.1116. Stanford University, 2015.

JENSEN, M. C.; MECKLING, W. H. Theory of the firm: managerial behavior, agency costs and ownership structure. **Journal of Finance Economics**, Nova Iorque, v.3, p.305-360, 1976.

_____. Teoria da firma: comportamento dos administradores, custos de agência e estrutura de propriedade. **Revista de Administração de Empresas, RAE-Clássicos**, p.87-125, abr./jun. 2008.

LA PORTA, R.; SILANES, F. L.; SHLEIFER, A.; Corporate ownership around the world. **The Journal of Finance**, v. 54, n. 2, p.471-517, 1999.

LAZZARINI, S.G.; **Empresas em rede**. São Paulo: Cengage Learning, 2008. 86p.

LEAL, R. P. C.; SILVA, A. L. C.; VALADARES, S. M. Estrutura de controle das companhias brasileiras de capital aberto. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 6, n. 1, p. 7-18, 2002.

NEWMAN, M.E.J. Networks: an introduction. New York: **Oxford University Press**, 2010.

PECORA, N.; SPELTA, A. Shareholding relationships in the Euro Area banking market: a network perspective. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 434, p. 1-12, 2015.

PREVI. **Conheça a PREVI**. Disponível em:<<http://www.previ.com.br/a-previ/conheca-a-previ/>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

RIBEIRO, E.M.S. **Árvore geradora mínima aplicada ao estudo da interligação administrativa em empresas listadas na BM&FBOVESPA**. 2014. 95f. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Economia Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Departamento de Administração. Ribeirão Preto, 2014.

SANTOS, J.; RUMBLE, A. The American keiretsu and universal banks: investing, voting and sitting on nonfinancials corporate boards. **Journal of Financial Economics**, Nova Iorque, v. 80, p. 419–454, nov. 2006.

SCOTT, J. **Social Network Analysis**. 2ª Edição. Londres: SAGE Publications, 2011. 207 p.

SEGATTO-MENDES, A.P. **Teoria de agência aplicada à análise de relações entre os participantes dos processos de cooperação tecnológica universidade-empresa**. Tese (Doutorado em Administração). Faculdade de Economia Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. Departamento de Administração. São Paulo, 2001.

SIFFERT FILHO, N. Governança Corporativa: padrões internacionais e evidências empíricas no Brasil nos anos 90. **Revista BNDES**, v.5, n. 9, p.123-146, jun. 1998.

SILVEIRA, A. M. **Governança corporativa no Brasil e no mundo: teoria e prática**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

VITALI, S.; BATTISTON, S.; GALLEGATI, M. Financial fragility and distress propagation in a network of regions. **Journal of Economic Dynamics & Control**, p. 56-75, 2016.

VITALI, S.; GLATTFELDER, J. B.; BATTISTON, S. The Network of Global Corporate Control. **PLoS ONE**, Zurich, v. 6, n. 10, 2011.

ZACHARY, W.W. An information flow model for conflict and fission in small groups. **Journal of Anthropological Research**, v.33, n.4, p. 452–473, 1977.

WATTS, D.J.; STROGATZ, S.H. Collective dynamics of “small-world” networks. **Nature**, v. 393, p. 440–442, 1998.

RAVASZ, E.; SOMERA, A.L.; MONGRU, D.A.; OLTVAI, Z.N.; BARABÁSI, A.L. Hierarchical organization of modularity in metabolic networks. **Science**, v. 297, p. 1551-1555, 2002.

LUCE, R.D.; PERRY, A.D. A method of matrix analysis of group structure. **Psychometrika**, v. 14, n. 2, p.95–116, 1949.

TRAVERS, J.; MILGRAM, S. An experimental study of the small world problem. **Sociometry**, v.32, n.4, p. 425–443, 1969.