

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**REDES, RELAÇÕES E SUBGRUPOS: UMA ANÁLISE DA ESTRUTURA
RELACIONAL DAS EMPRESAS DO SETOR AUTOMOTIVO**

AUGUSTO SQUARSADO FERREIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIA EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**REDES, RELAÇÕES E SUBGRUPOS: UMA ANÁLISE DA ESTRUTURA
RELACIONAL DAS EMPRESAS DO SETOR AUTOMOTIVO**

Augusto Squarsado Ferreira

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da
Universidade Federal de São Carlos,
como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Mestre em
Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Mário Sacomano Neto

Agência Financiadora: CAPES

SÃO CARLOS

2018

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Augusto Squarsado Ferreira, realizada em 05/04/2018:

Prof. Dr. Silvio Eduardo Alvarez Candido
UFSCar

Prof. Dr. Mário Sacomano Neto
UFSCar

Prof. Dr. Evandro Marcos Saidel Ribeiro
USP

Certifico que a defesa realizou-se com a participação à distância do(s) membro(s) Mário Sacomano Neto e, depois das arguições e deliberações realizadas, o(s) participante(s) à distância está(ão) de acordo com o conteúdo do parecer da banca examinadora redigido neste relatório de defesa.

Prof. Dr. Silvio Eduardo Alvarez Candido

Go fend for yourself

You will find me

Frozen in stone

With a whisper

You had flown

And never looked back

The Pineapple Thief – Fend for Yourself

Dedico este trabalho à memória dos meus pais,
aos meus grandes amigos,
a minha companheira,
a minha família
e
à vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao professor Mário Sacomano Neto por ter me aberto as portas aos estudos da sociologia econômica e da análise de redes sociais. Sem nossa primeira reunião eu não teria descoberto conhecimento tão fascinante. Muito obrigado também por todo o apoio, orientação e conselhos.

Agradeço também aos professores da banca Silvio Eduardo Alvarez Candido e Evandro Marcos Saidel Ribeiro pela colaboração, participação e apontamentos tão importantes. Agradeço aos professores do DEP pela colaboração ao enobrecimento do conhecimento semeado e plantado em mim pelos meus pais, e novamente em especial ao professor Silvio pelo incomensurável suporte ao meu estágio de docência realizado no DEP.

Agradeço pelo pontual suporte e orientação ao professor, pesquisador e um dos autores do livro utilizado enormemente *Analyzing Social Networks*, Stephen Borgatti do departamento de gestão e administração da Universidade do Kentucky.

Agradeço a CAPES pelo suporte financeiro.

Agradeço ao colega de departamento Paulo César Matui pelas inúmeras conversas, apoio e principalmente pelo enorme tempo dedicado a alguns dos meus questionamentos e agradeço especialmente aos colegas e grandes amigos Filippo e Gustavo pelas conversas, risadas, viagens, trabalho, suporte, aprendizado e principalmente pela amizade.

Agradeço a meus grandes amigos Júlio, Vinícius e Pedro por sempre me ensinarem e me fazerem contemplar e admirar o conhecimento.

Agradeço a todos meus grandes amigos Gabriel, Magnum, Lucas, Fábio, José Rogério e Talick por me fazerem experimentar a vida de uma forma tão fascinante.

Agradeço a minha companheira Mariana pelo amor, carinho, companheirismo e principalmente por acreditar em mim.

Agradeço a minha família principalmente pelo suporte emocional que tantas vezes precisei e tive.

E por último e nunca menos importante, à memória dos meus pais. Vocês sempre estarão vivos dentro de mim. Muito obrigado.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Problema, Hipóteses e Objetivos de Pesquisa	16
1.2 Justificativas da Pesquisa	18
2. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	20
2.1 Antecedentes Teóricos	20
2.2 Conceitos Iniciais: grafos e modos	23
2.2.1 Tipos de Grafos - Grafos e dígrafos	23
2.2.2 Tipos de Redes – Rede de 1-Modo e 2-Modos	25
2.2.3 Adjacência Nodal	30
2.3 Nível de Análise	32
2.3.1 Ator Individual	32
2.3.1.1 Métrica de Grau – Degree, Indegree e Outdegree	33
2.3.1.2 Métrica de Intermediação	34
2.3.1.3 Métrica de k-Step Reach	35
2.3.2 Subgrupos	36
2.3.2.1 Centralidade em Subgrupos	46
2.3.3 Rede	47
2.3.3.1 Densidade	47
2.3.3.2 Centralização	48
2.3.3.3 Diâmetro e Comprimento Médio do Caminho	49
2.4 Análise de Redes como Metodologia de Pesquisa	49
3. METODOLOGIA	53
3.1 Coleta de Dados	54
3.2 Análise dos Dados	56

4. RESULTADOS.....	62
4.1 Coesão da Rede e Centralidade dos Atores	62
4.2 Subgrupos no Setor Automotivo.....	82
4.3 Resultados das Correlações e Testes das Hipóteses	94
4.4 Análise dos Resultados.....	98
5. CONCLUSÃO	99
REFERÊNCIAS	100
APÊNDICE	109

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Linhagem da análise de redes sociais	21
Figura 2: Representação de um grafo	24
Figura 3: Representação de um dígrafo	25
Figura 4: Matriz binária de adjacência	26
Figura 5: Matriz binária de incidência	27
Figura 6: Rede inteira	29
Figura 7: Rede egocêntrica	30
Figura 8: Adjacência nodal em um grafo	31
Figura 9: Rede em linha, estrela e círculo	33
Figura 10: Ponte e ponte local	35
Figura 11: Visualização de cliques em um grafo	38
Figura 12: Componentes de uma rede	40
Figura 13: Caminhos independentes	41
Figura 14: Níveis de conectividade	42
Figura 15: Representação de rede com estrutura de comunidade	43
Figura 16: Rede formada em 2011 pelas montadoras da indústria automotiva	64
Figura 17: Rede formada em 2012 pelas montadoras da indústria automotiva	65
Figura 18: Rede formada em 2013 pelas montadoras da indústria automotiva	66
Figura 19: Rede com os subgrupos identificados em 2011	82
Figura 20: Rede com os subgrupos identificados em 2012	85
Figura 21: Rede com os subgrupos identificados em 2013	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Resumo das principais correntes de ARS	22
Quadro 2: Disposição dos dados coletados	55
Quadro 3: Métricas de centralidade utilizadas	58
Quadro 4: Características das medidas de correlação	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultados das métricas das redes.....	63
Tabela 2: Valor normalizado das métricas de centralidade.....	76
Tabela 3: Métricas de centralidade dos subgrupos em 2011.....	83
Tabela 4: Métricas de centralidade dos subgrupos em 2012.....	88
Tabela 5: Métricas de centralidade dos subgrupos em 2013.....	92
Tabela 6: Valores dos atributos das principais montadoras.....	95
Tabela 7: Correlações bivariadas e testes de significância para os principais atores....	96
Tabela 8: Correlações bivariadas e testes de significância para os atores em subgrupos	97

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Valor das métricas de Grau das montadoras em 2011.....	67
Gráfico 2: Valor das métricas de 2-Step Reach das montadoras em 2011	68
Gráfico 3: Valor das métricas de Intermediação das montadoras em 2011	69
Gráfico 4: Valor das métricas de Grau das montadoras em 2012.....	69
Gráfico 5: Valor das métricas de 2-Step Reach das montadoras em 2012	71
Gráfico 6: Valor das métricas de Intermediação das montadoras em 2012	72
Gráfico 7: Valor das métricas de Grau das montadoras em 2013.....	73
Gráfico 8: Valor das métricas de 2-Step Reach das montadoras em 2013	74
Gráfico 9: Valor das métricas de Intermediação das montadoras em 2013	75

RESUMO

A pesquisa busca mostrar e analisar entre 20 grandes montadoras do setor automotivo global como os atores se organizam em relação à topologia da rede e o quão centrais eles são, mensurado pelas métricas de grau, *k-step-reach* e intermediação referentes à posição estrutural que ocupam. Além disso, duas hipóteses serão propostas e análises de similaridade serão feitas por testes de correlação entre os atributos de performance de produção, receita e lucro dos atores e subgrupos formados por eles, e a métrica de centralidade de *indegree*. Para isto, foram coletadas 1359 relações de quatro estruturas de governança específicas de 2011, 2012 e 2013 principalmente do guia da revista Automotive News, cujas relações foram arranjadas em listas de arestas sendo observado particularmente o fluxo de dinheiro de cada laço. O algoritmo denominado método de Louvain identificou subgrupos coesos e a centralidade de *indegree* contou o fluxo de dinheiro. Os resultados apresentaram estruturas de rede caracterizadas por comunidades, bem como correlações moderadas e fortes entre os atores e os subgrupos formados por eles com suas respectivas receitas e o fluxo de dinheiro para os três anos aqui considerados.

ABSTRACT

The research seeks to show and analyze among 20 major automakers in the global automotive industry, how the actors are organized concerning the network topology and how central they are, assessed by the indegree centrality regarding their structural position. Furthermore, two hypotheses will be proposed, and analyzes of similarities will be made through correlations tests between the actors' both production, revenue and profit performance attributes and indegree centrality values. In order to accomplish this, we collected 1359 relationships of four specific governance structures from 2011, 2012 and 2013 mainly from the Automotive News magazine guide, and we arranged them in edge lists observing particularly the money flow for each arc. The algorithm called the Louvain method identified cohesive subgroups, and the indegree centrality algorithm counted the money flow. The results show a network structure characterized by communities, as well as moderate to strong similarities between the actors and the subgroups formed by them with their respective revenue and the money flow for the three years accounted here.

1. INTRODUÇÃO

Redes de alianças interorganizacionais ou constelações de alianças são denominações atribuídas ao conjunto ou coleção das diversas relações que atores ou grupos de atores da rede possuem em seu portfólio de alianças, por exemplo joint ventures, pesquisa e desenvolvimento em conjunto, projetos e produção em conjunto, marketing compartilhado, entre outros, normalmente com fins estratégicos de benefício mútuo e cuja competição e cooperação é exercida em indústria específica (BAMFORD; GOMES-CASSERES; ROBINSON, 2003; DAS; TENG, 2003; GULATI; WOHLGEZOGEN; ZHELYAZKOV, 2012).

Tais redes de alianças estão em evidência dadas diversas características relativas à economia moderna, como os aspectos econômicos globais, a crescente complexidade na fabricação dos bens, a necessidade de se alcançar uma escala global e estabelecer padrões técnicos, bem como a relação entre empresas no desenvolvimento de novas tecnologias (GOMES-CASSERES, 1994), que motivam organizações a buscarem “unir mercados, combinar habilidades, construir momentum, reduzir custos e compartilhar riscos” (BAMFORD; GOMES-CASSERES; ROBINSON, 2003, p. 232).

As análises de redes sociais recebem uma posição de destaque no campo dos estudos organizacionais (BORGATTI et al., 2009; JACKSON, 2010; KILDUFF; BRASS, 2010) uma vez que a existência de estruturas sociais subjacentes e perpassantes as redes de alianças interorganizacionais já foram exploradas em diversos trabalhos (GULATI, 1998; GULATI; GARGIULO, 1999; GRANOVETTER, 2005; SHIPILOV et al., 2014). Tais estruturas sociais subjacentes apresentam padrões de relações ou topologia formados a partir das seleções orientadas a formação de alianças entre atores (DIANI, 2011) através de modelos de avaliação dos potenciais parceiros (WANG; NGUYEN; WANG, 2016) ou características associadas às relações em si (RIVERA; SODERSTROM; UZZI, 2010).

Pesquisas realizadas envolvendo análise de redes nas relações interorganizacionais já demonstraram que empresas são mais influenciadas por outras que possuam maior similaridade ou melhor posição estrutural, seja por ocuparem regiões mais ou menos centrais (WANG et al., 2015), por serem membros de um mesmo clique ou subgrupo (DAVIS, 2016) ou pela natureza das alianças geridas e compartilhadas entre elas (SHIPILOV et al., 2014).

De maneira específica, as alianças interorganizacionais no setor automotivo possuem estruturas de governança heterogêneas como observado entre as montadoras Renault e Nissan que nos anos 90 viria a ser o benchmark para a indústria (THE ECONOMIST, 2010). Ford-

Mazda também iniciaram processos de aliança, construindo redes de parcerias apoiadas em participações acionárias a partir do final dos anos 90 (FREYSSNET, 2009), bem como General Motors-PSA e Volkswagen-Suzuki posteriormente.

Desde então, empresas como a Toyota por exemplo fazem alianças com outras montadoras, seja na criação de um novo produto (Toyota-Ford e Subaru-Toyota) ou no desenvolvimento de uma nova tecnologia (Toyota-BMW) e na operacionalização conjunta de uma fábrica com a PSA Peugeot Citroën (THE ECONOMIST, 2015). Outros exemplos são as alianças de sucesso entre Renault-Nissan-Daimler AG (WANG; NGUYEN; WANG, 2016), Fiat-Chrysler (AUTOMOTIVE NEWS, 2015) e Nissan-Mitsubishi (THE ECONOMIST, 2016).

A pluralidade de relações verificadas em redes de alianças e apontada acima existente na indústria automotiva constitui uma rede multiplex que possui característica de retroalimentação, uma vez que a diversidade de estruturas de governança reforça os atores a se diversificarem e formarem novas alianças distintas das já estabelecidas (LOMI; PATTISON, 2006). Não obstante, Tatarynowicz, Sytch e Gulati (2016) recentemente abordaram a indústria automotiva no tocante ao dinamismo tecnológico influenciado pelas estruturas sociais presentes, incluindo estruturas de subgrupos. Foi observado que no tocante a alianças de tecnologia, a indústria automotiva se apresentou como uma rede de clãs, pouco conectada e com fortes estruturas de comunidades.

Os fenômenos observados relativos as novas características da economia moderna levam a uma nova composição estrutural e relacional dos grupos de empresas, conduzindo as organizações pertencentes à rede a pensarem estrategicamente a maneira que irão lidar com as alianças a serem estabelecidas (GULATI; NOHRIA; ZAHEER, 2000). Além disso, as interinfluências das organizações observadas em constelações ou redes de alianças suscitam questões sobre a interferência que as posições ocupadas pelas montadoras promovem na rede e em especial nos subgrupos coesos de atores, eventualmente analisados sob o constructo teórico dos cliques (MIZRUCHI; GALASKIEWICZ, 1993; GULATI; GARGIULO, 1999; PROVAN; FISH; SYDOW, 2007).

Particularmente na indústria automotiva, trabalhos como os realizados em Nohria e Garcia-Pont (1991), Garcia-Pont e Nohria (2002), Soda (2011), Sacomano Neto e outros (2016), Tatarynowicz, Sytch e Gulati (2016) e Cattani, Porac e Thomas (2017) já lidaram com a identificação de subgrupos ou comunidades e a relação entre eles e os aspectos estruturais que influenciam a rede e os grupos, ou ainda como a topologia da rede pode influenciar os atores, relações e grupos que a compõe.

1.1 Problema, Hipóteses e Objetivos de Pesquisa

Este trabalho define e se propõe a responder a seguinte pergunta:

O padrão de relações existente nos vínculos entre as montadoras da indústria automotiva apresenta a formação de subgrupos? Se sim, quais são estes subgrupos e quais os mais centrais?

Através deste questionamento, o autor buscará avaliar se a topologia característica das relações interorganizacionais na indústria automotiva contempla a existência de subgrupos e quais são os atores e grupos mais centrais.

Para tal, o objetivo geral foi estabelecido:

- Identificar e avaliar os grupos de empresas bem como os principais atores pertencentes à rede no tocante às centralidades de *indegree* e *outdegree*, *in k-step reach* e *out k-step reach* e intermediação para os nós, e centralidades de *indegree* e *outdegree*, *in k-step reach* e *out k-step reach* para os grupos.

Foram propostos então os seguintes objetivos específicos:

- Medir a centralidade de *indegree*, *outdegree*, *in k-step reach*, *out k-step reach* e intermediação dos atores;
- Utilizar o algoritmo de Blondel e outros (2008), também nomeado de método de Louvain, para identificar e separar os atores em comunidades;
- Investigar a modularidade para cada divisão apresentada pelo UCINET e selecionar por meio do valor a divisão mais apropriada;
- Medir a centralidade de *indegree*, *outdegree*, *in k-step reach*, e *out k-step reach* dos grupos resultantes;
- Correlacionar e testar a significância das medidas de similaridade entre a métrica de *indegree* e os atributos de produção, receita e lucro dos atores;
- Correlacionar e testar a significância das medidas de similaridade entre a métrica de *indegree* e os atributos de produção, receita e lucro das comunidades formadas pelos atores.

No que tange às medidas de similaridade e testes de significância estatística apresentados nos dois últimos objetivos específicos, foram formuladas hipóteses a fim de serem testadas. Apesar de consideradas distintas pela literatura, de maneira que a hipótese seja verificada em âmbito quantitativo e a proposição em âmbito qualitativo (FLEURY, 2012), diversos autores como Collis e Hussey (2003), Lakatos e Marconi (2003) e Gil (2008) apresentam características comuns entre proposições e hipóteses, observando principalmente que ambas são “suposições que antecedem a constatação dos fatos e tem como característica uma formulação provisória” (LAKATOS; MARCONI, 2003, p. 161).

Kothari (2004, p. 184) salienta a relação apontando que hipótese é “uma proposição ou um conjunto de proposições apresentadas como uma explicação para a ocorrência de um grupo ou fenômeno específico, ou tida como uma conjectura provisória para guiar alguma investigação ou aceita como altamente provável à luz dos fatos estabelecidos.” Não obstante, o autor afirma que a hipótese é considerada normalmente como o principal instrumento em uma pesquisa, sugerindo por meio dessa novos experimentos e observações. Lakatos e Marconi (2003) complementam que ao contrário do problema de pesquisa que apresenta caráter interrogativo, a hipótese ou proposição é uma afirmação que procura propor previamente uma provável resposta dados os fatores ontológicos e epistemológicos de ligação entre o pesquisador, o objeto de pesquisa e a metodologia adotada.

Hipótese 1

Atores com maior indegree, tendem a possuir maiores atributos de produção, receita ou lucro.

Hipótese 2

Os subgrupos identificados na rede com maior indegree, tendem a possuir maiores atributos de produção, receita ou lucro.

Conforme observado em Wang e outros (2015), recursos são importantes para uma organização imersa em uma rede na aquisição de poder e no controle destes recursos não somente pela dependência proveniente das relações em si, mas também pelo fator estrutural observado pela localização ou posição dos atores na rede. Não obstante, Gulati, Lavie e Madhavan (2011) apresentam fatores primordiais que influenciam a performance de uma

empresa em uma rede, e como estas empresas podem tirar proveito da rede em que estão imersas.

A relação entre centralidade e poder dos atores em uma rede de relações interorganizacionais também perpassa outros autores, como Ojanen (2018) por exemplo que apresenta, de forma inicial, que o poder de uma organização imersa em relações interorganizacionais está vinculado a características como performance e rivalidade. A performance pode ser entendida como indicadores ou atributos das organizações que meçam sua efetividade, capacidade e eficiência por exemplo, enquanto a rivalidade pode existir pela competição por recursos comuns aos atores ou por centralidade um em relação aos outros (BIERMANN, 2008; OJANEN, 2018).

Conforme apresenta Williams (2005), a centralidade pode ser utilizada como uma variável estrutural que auxilia na compreensão das dinâmicas que envolvem a teoria poder-dependência entre atores inter-relacionados pela perspectiva das redes interorganizacionais da concentração de poder de atores mais centrais e acréscimo da dependência de atores mais periféricos, como poder ser encontrado em Hoffman, Stearns e Shrader (1990).

Ademais, Provan, Fish e Sydow (2007) apresentam proposições acerca de algumas características intrínsecas às redes como as centralidades de indegree e outdegree. Os autores afirmam que estas métricas podem ser uma avaliação “da medida em que recursos, informação e clientes estão chegando a uma organização de outros atores na rede contra aqueles que estão sendo enviados a outras organizações” (PROVAN; FISH; SYDOW, 2007, p. 484).

A identificação de semelhanças entre variáveis relacionais e de atributos especialmente nas relações pertencentes à indústria automotiva é rara. Um trabalho que se destaca com as características acima é o de Soda (2011), ao buscar associações entre as patentes produzidas pelos atores e variáveis relacionais que apresentam a coesão de atores imersos na rede através das densidades da sua vizinhança. Contudo, diversos trabalhos como Tsai e Ghoshal (1998), Gest, Graham-Bermann e Hartup (2001), Yan e Ding (2009), Croci e Grassi (2014) e diversos outros apresentam análises de correlações de Pearson e Spearman entre medidas de performance ou atributos de atores e medidas estruturais de centralidade em diversos campos da ciência e diferentes áreas de estudo.

1.2 Justificativas da Pesquisa

Esta pesquisa é importante sob dois aspectos: o empírico e o teórico. No que tange o primeiro aspecto, este trabalho contribuirá para o entendimento da dinâmica da indústria automotiva global. Atualmente, a indústria automotiva representa no Brasil 23% do PIB

segundo dados do Ministério da Indústria e Comércio Exterior (MDIC, 2015), com o país ocupando o décimo lugar na produção mundial de veículos. Os dez países de maior produção em ordem decrescente são: China, Estados Unidos, Japão, Alemanha, Índia, Coreia do Sul, México, Espanha, Canadá e Brasil (OICA, 2016).

A tríade produtora Estados Unidos, Japão e Europa apresentaram estabilização na produção e venda de veículos, e como consequência, mercados emergentes como Brasil, China, Índia, Coreia do Sul e México mudaram o cenário e dinâmica da indústria (LUNG, 2000), em especial a China com produção de 28,1 milhões de carros, possuindo montadoras com participação estatal como FAW e Dongfeng, e marcas totalmente internacionais com inserção no mercado brasileiro, como Chery e JAC Motors (OICA, 2016).

Nos anos 90 houve um processo de integração da indústria mexicana à indústria americana, os governos chineses e indianos promoveram a produção de carros por meio da criação de regras de investimento nacionais e internacionais, e os governos argentinos e brasileiros combinaram novos regimes de política de produção e vendas, estabilização econômica e integração regional, e por fim as indústria de veículos da ASEAN (Association of Southeast Asian Nations) mantiveram o desenvolvimento econômico, atraindo novos investimentos (LUNG, 2000; FREYSSENET, 2009).

Quanto ao aspecto teórico, este trabalho contribuirá para o restrito entendimento quanto a dinâmica da rede formada pela indústria automotiva global no tocante ao posicionamento dos atores, a formação e avaliação dos subgrupos e a tendência a atributos. Sendo de caráter exploratório, contribuirá para a criação ou aumento do conhecimento em uma área de pesquisa consolidada no estudo de redes. Trabalhos como os de Galaskiewicz (1985), Burt (1992), Mizruchi e Galaskiewicz (1993), Mizruchi (1994), Lipparini e Lomi (1999), Soda e Usai (1999) e Hardy, Phillips e Lawrence (2003) apresentam empiricamente ou citam outros trabalhos que enfatizam como a posição, em especial a centralidade, de determinados atores promovem mudanças em toda a rede.

Não obstante, trabalhos como o de Garcia-Pont e Nohria (2002) procuram entender a dinâmica da indústria automotiva com abordagens de análises estruturais e teorias de isomorfismo institucional, e como os de Madhavan, Koka e Prescott (1998) e Lazzarini (2008) que analisam as relações da indústria global e as constelações da indústria da aviação respectivamente, são considerados pesquisas relevantes para o tema. Contudo, o autor não encontrou um trabalho que em especial buscasse observar a posição dos subgrupos das montadoras do setor automotivo e alguns de seus atributos de resultados.

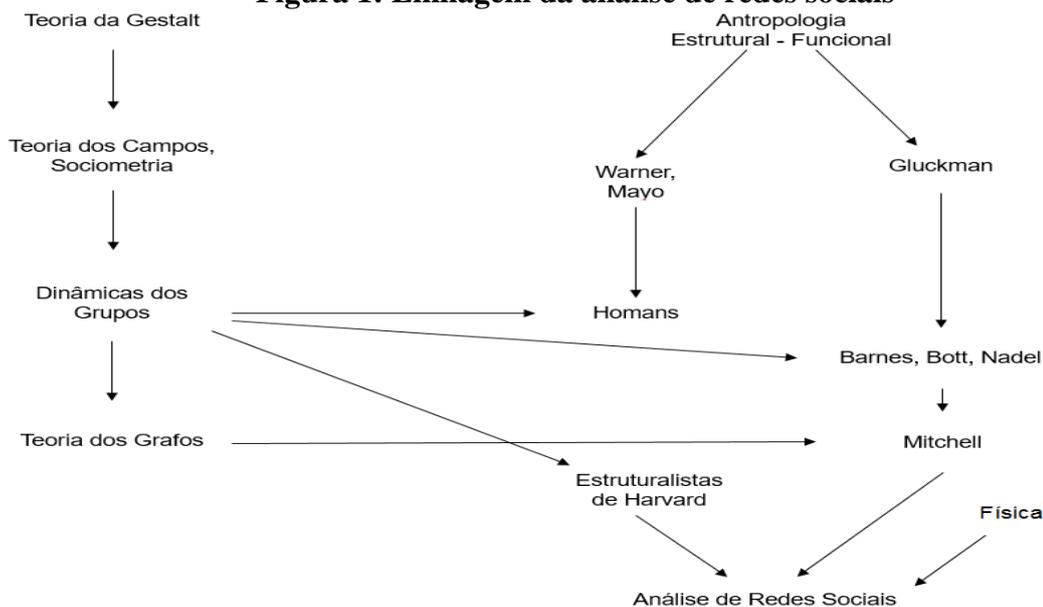
2. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 Antecedentes Teóricos

Desde que Durkheim no ano de 1882 afirmou que as sociedades humanas eram compostas de componentes inter-relacionados, a teoria de redes sociais ou a análise de redes sociais se desenvolveu e ganhou enorme consistência teórica (BORGATTI et al., 2009), de modo que tem se posicionado no centro da nova sociologia econômica (SMELSER; SWEDBERG, 2005). As análises de redes sociais, doravante ARS, foram formadas com colaboração multidisciplinar principalmente de áreas das ciências sociais como sociologia, psicologia e antropologia, bem como de áreas das ciências positivistas como matemática e estatística (MIZRUCHI, 1994; WASSERMAN; FAUST, 1994).

A não linear e complexa história das ARS torna a sua estruturação difícil dados os vários indivíduos e grupos que tiveram parte na sua formação (PRELL, 2012), e caso seja de interesse do leitor, uma completa e extensa análise histórica pode ser encontrada em Freeman (2004). Entretanto, Scott (2000) a divide em três principais correntes: os analistas sociométricos cujo trabalho fundamentava-se nos desenvolvimentos técnicos dos métodos da teoria dos grafos e nos estudos dos “mundos pequenos”, os pesquisadores de Harvard que nos anos 30 investigaram padrões de relações interpessoais e a formação dos cliques e por fim os antropologistas de Manchester cujos estudos baseavam-se em ambas as correntes citadas para explorar as relações de comunidade em sociedades tribais e de vilarejo.

Tais tradições foram reunidas novamente em Harvard nos anos 60 e 70 para formar a contemporânea análise de rede social. A Figura 1 apresenta a linhagem da ARS.

Figura 1: Linhagem da análise de redes sociais

Fonte: SCOTT, 2017, p. 12

Cada corrente possui expoentes cujo trabalho aperfeiçoou a pesquisa em ARS. Os analistas sociométricos compreenderam principalmente o trabalho entre o psicólogo da Gestalt Jacob Moreno e a estudante Helen Hall Jennings, cujos trabalhos culminaram no desenvolvimento do sociograma e do método denominado sociometria, em que estudos empíricos na prisão de Sing Sing e na escola Hudson calcados na coleta e análise sistemática de dados, possibilitaram elucidar mecanismos que sustentam as relações interpessoais entre indivíduos (SCOTT, 2000; FREEMAN, 2004; BORGATTI et al. 2009; PRELL, 2012).

No tocante aos expoentes dos anos 30 e 40 em Harvard, o antropólogo W. Lloyd Warner e o psicólogo Elton Mayo foram os responsáveis pelos estudos na escola de negócios de Harvard denominados “o estudo Hawthorne” e “o estudo de Yankee City”, utilizando análises estruturais no entendimento das interações entre indivíduos e na observação e concepção dos cliques (SCOTT, 2000; FREEMAN, 2004; PRELL, 2012).

O orientador de W. Lloyd Warner e antropólogo estruturalista Alfred Radcliffe-Brown influenciou com seus trabalhos sobre interação e estruturação social, baseado nas ideias de Durkheim e Simmel, pesquisadores de diversos países por onde lecionou incluindo Manchester e Londres no Reino Unido. Especificamente, a escola de Manchester ficou conhecida pelo foco metodológico em redes sociais, se iniciando nos estudos do antropólogo Max Gluckman, direcionados aos complexos conflitos entre tribos na África (SCOTT, 2000; FREEMAN, 2004; PRELL, 2012).

Nos anos 60 e 70 em Harvard, Harrison C. White foi um dos nomes principais na consolidação da ARS pela aplicação de modelos algébricos na compreensão de fenômenos sociais, inicialmente no comportamento organizacional. Unindo os trabalhos dos psicólogos e antropólogos sociais, White desenvolveu ideias de posições e papéis, blockmodels e equivalência estrutural, revolucionando o termo “redes sociais” de metáfora para conceito analítico (SCOTT, 2000; FREEMAN, 2004; PRELL, 2012).

Quadro 1: Resumo das principais correntes de ARS

Correntes	Autores	Conceitos ou análises
Analistas sociométricos	Jacob Moreno, Helen Jennings	Sociograma, sociometria, teoria dos grafos, mundos pequenos
Antropologistas de Manchester	Alfred Radcliffe-Brown, W. Lloyd Warner, Elton Mayo	Cliques, interações interpessoais, antropologia estrutural
Pesquisadores de Harvard	Harrison C. White, Mark Granovetter	Modelos algébricos, posições e papéis, blockmodels, sociologia estrutural

Fonte: Elaborado pelo autor

Um dos orientados de White, Mark Granovetter foi um pesquisador das áreas de rede sociais e sociologia econômica cujos trabalhos tiveram grande influência de Georg Simmel, sociólogo estrutural que contribuiu com a ideia clássica que alicerça a teoria social nas análises de redes, defendendo a premissa da composição dos grupos e do ator individual dentro deles e na existência de padrões nas relações sociais, dadas as propriedades formais da vida social (MIZRUCHI, 1994; SMITH-DOERR; POWELL, 2005). Ao lado de Simmel, outros autores tiveram papel importante na base epistemológica da sociologia estrutural, como Émile Durkheim e Karl Marx (MIZRUCHI, 1994).

Harrison C. White e proeminentemente Mark Granovetter foram responsáveis pela reformulação da nova sociologia econômica a partir dos anos 80 (GRANOVETTER; SWEDBERG, 1992), fundamentada na sociologia estrutural de que as relações e posições das pessoas são cruciais para o processo social (MULLINS; MULLINS apud SMITH-DOERR; POWELL, 2005). Buscando demonstrar que inúmeros problemas econômicos podem ser profundamente analisados com a sociologia, esta nova sociologia econômica, de acordo com

os trabalhos seminais de Émile Durkheim e Max Weber, considera a ação econômica subordinada da ação social (GRANOVETTER, 1992).

2.2 Conceitos Iniciais: grafos e modos.

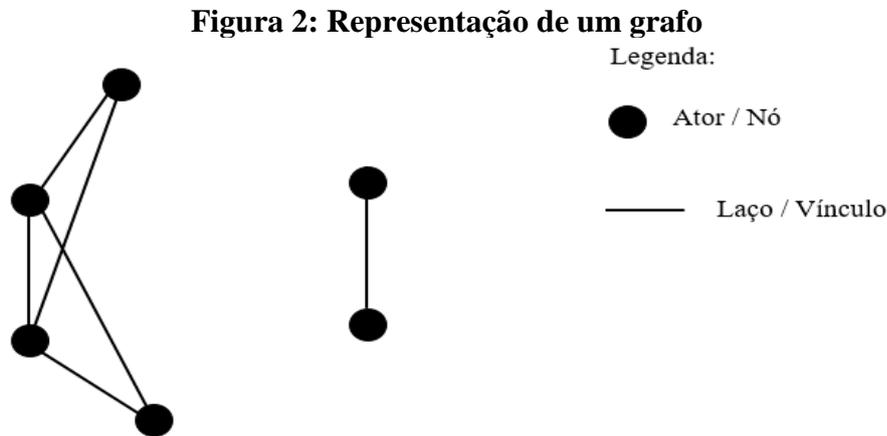
Um conceito inerente à nova sociologia econômica é o de “imersão”. Ele propõe, de maneira generalizada, que as ações econômicas estão inseridas em sistemas sociais tangíveis, contínuos e previamente existentes, possibilitando um vínculo entre assuntos sociológicos e econômicos, em momentos facilitando e/ou dificultando permutas entre atores nas relações e comportamentos sociais (GRANOVETTER, 1985; UZZI, 1996, 1997; SMELSER; SWEDBERG, 2005). Sob este aspecto, as redes possuem papel principal no conceito de imersão, uma vez que Granovetter sugeriu que a noção de imersão e a ideia de redes, combinadas, poderiam constituir a base e terem papel central para a nova sociologia econômica (SMELSER; SWEDBERG, 2005; SWEDBERG, 2007). Talmud (2013) e Uzzi (1997) afirmam que geralmente a formulação estrutural de imersão é operacionalizada pelos modelos de redes nas estruturas sociais através da análise das relações adjacentes ou perpassantes dos atores na rede.

Análise de redes sociais pode ser entendida como um conjunto de métodos utilizados para compreender o ambiente social pelo destaque de padrões ou regularidades em relacionamentos entre unidades que se interagem (WASSERMAN; FAUST, 1994; SCOTT, 2000). O ambiente social sob perspectiva das ARS é constituído, conforme mencionado, por unidades interativas denominadas nós ou vértices e os relacionamentos exibidos por elas são denominados laços. Esta nomenclatura advém da área da matemática que estuda estruturas relacionais discretas, chamada de teoria dos grafos (KILDUFF; TSAI, 2003; BUTTS, 2008b) cuja aplicabilidade se capilariza por variadas área do conhecimento científico (BORGATTI et al. 2009). Devido ao desenvolvimento da teoria dos grafos em diversas disciplinas, encontra-se múltiplos termos para o mesmo conceito; por exemplo pontos para nós e vértices, e linhas, arestas e vínculos para laços. Há ainda o termo “ator” especificamente para nós, pontos ou vértices, termo de caráter mais sociológico de ampla utilização na academia e também no decorrer deste trabalho (ROSSONI; GUARIDO FILHO, 2007; PRELL, 2012).

2.2.1 Tipos de Grafos - Grafos e dígrafos

As definições de grafo e dígrafo são dadas por Prell (2012, p. 9) como “a representação visual de uma rede social, onde atores são representados como nós ou vértices e os vínculos são

representados como linhas ou laços”. A figura abaixo representa um grafo simples para melhor compreensão visual dos termos apresentados acima:

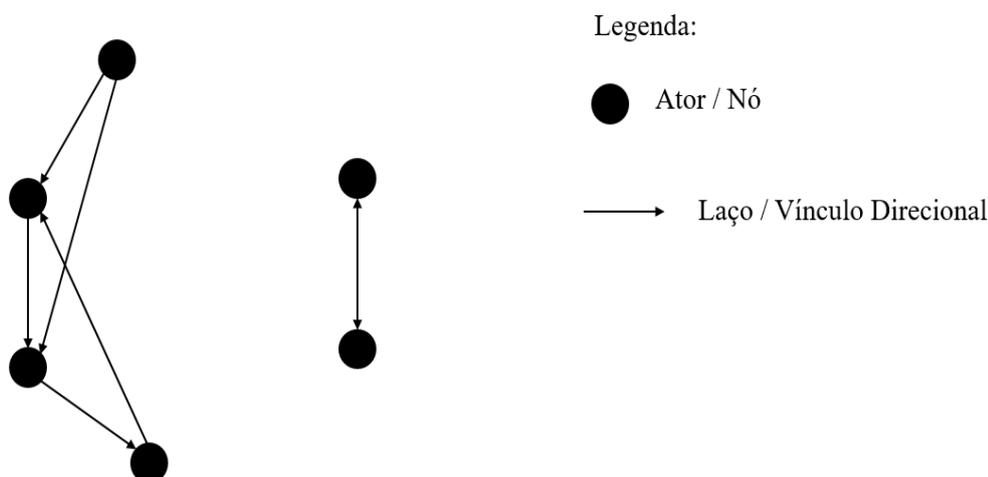


Fonte: Adaptado de WASSERMAN; FAUST, 1994, p. 96

Pode-se observar de acordo com a Figura 2 a existência de maneira coincidente de 6 atores e 6 laços. Os atores são compreendidos, dado os variados contextos de estudo das ARS, como pessoas ou estruturas sociais, tal como empresa, equipe, instituição ou país (HANSEN; SHNEIDERMAN; SMITH, 2011) e os laços ou vínculos como a maneira pela qual os atores se relacionam e estabelecem quaisquer trocas materiais ou não materiais (WASSERMAN; FAUST, 1994).

O grafo acima apresenta as relações existentes entre os seis atores, mas de maneira não direcional. Por exemplo os seis atores sendo organizações e o contexto de análise tratando da existência ou não de alianças estratégicas, cujo vínculo se estabelece entre dois atores caso um possua aliança com outro ator; ou ainda caso os atores sejam pessoas e se estude se são vizinhos, um laço já é estabelecido a partir do momento em que um ator é vizinho de um segundo.

A figura abaixo representa um dígrafo, similar à Figura 2, entretanto os laços são direcionados:

Figura 3: Representação de um dígrafo

Fonte: Adaptado de WASSERMAN; FAUST, 1994, p. 96

De acordo com Wasserman e Faust (1994) e Prell (2012) os dígrafos são usados para representar relações direcionais, em que os laços que formam as relações entre os atores possuem uma origem e um destino. Borgatti, Everett e Johnson (2013) afirmam que o termo laço é utilizado em grafos, enquanto em dígrafos utiliza-se com certa frequência o termo arco. Um exemplo claro e prático seria o de perguntar para as seis supostas pessoas da Figura 3 quem você consideraria seu amigo; ou ainda avaliar para quais outros atores uma determinada organização vendeu seus produtos.

O grafo e dígrafo apresentados acima podem ser classificados como binários ou grafo/dígrafo de dados binários, uma vez que os dados inseridos em um software para geração do sociograma compreendem o valor 0 para a ausência de um laço entre dois atores e 1 caso haja uma relação entre dois atores (KADUSHIN, 2012). Há ainda na literatura os grafos bipartidos, utilizados quando se estuda uma rede de 2-Modos entre dois conjuntos de atores distintos, ou um conjunto de atores e um outro conjunto de eventos (CARRINGTON; SCOTT; WASSERMAN, 2005).

Não obstante, existem ainda os grafos com valores (“valued graphs”), os grafos com sinais (“signed graphs”), cujas metodologias de análises e estruturações se diferem dos grafos binários, mas não serão abordados pelo autor.

2.2.2 Tipos de Redes – Rede de 1-Modo e 2-Modos

As redes concebidas pela ARS podem ser estudadas pela natureza do conjunto de atores e as propriedades dos laços entres eles (WASSERMAN; FAUST, 1994). Sob esta perspectiva,

as redes podem ser caracterizadas como redes de um ou dois modos.

As redes de 1-modo são redes que buscam entender “como todos os atores estão ligados uns aos outros de acordo com uma relação” (PRELL, 2012, p. 21) ou ainda de acordo com Wasserman e Faust (1994) são redes que analisam as relações e medidas em somente um conjunto de atores em somente uma relação, e são estruturadas por meio de matrizes de adjacência (PRELL, 2012). Scott (2000) expõe que tais matrizes, além do número equivalente de linhas e colunas, são utilizadas tanto na estruturação de grafos e dígrafos; entretanto a matriz de um grafo possui simetria em relação à diagonal e a matriz que estrutura um dígrafo não.

Abaixo encontra-se um exemplo de uma matriz de adjacência:

Figura 4: Matriz binária de adjacência

	A	B	C	D	E	F
A	-	0	0	0	1	1
B	0	-	1	0	0	0
C	0	1	-	0	0	0
D	0	0	0	-	1	1
E	1	0	0	1	-	1
F	1	0	0	1	1	-

Fonte: Adaptado de WASSERMAN; FAUST, 1994, p. 151

A matriz binária de adjacência acima apresenta a relação existente entre os atores A, B, C, D, E e F. Para se compreender como a matriz é estruturada, toma-se o primeiro ator da primeira linha e observa-se nas colunas daquela linha a presença do número 0 ou 1; na célula com o número 1, indica-se a existência de um laço entre os atores daquela célula específica. Observa-se que a matriz é simétrica em relação a sua diagonal por representar uma relação não direcional. No caso de ausência de simetria, a matriz representará um dígrafo e a compreensão da matriz é feita tomando-se o primeiro ator da primeira linha e observando a presença ou não de laços nas colunas daquela linha caso haja o número 1 ou 0 respectivamente; então lê-se que o ator relacionado àquela linha “seleciona” ou “escolhe” o ator da coluna que compreende a célula com o valor, representando no dígrafo uma seta que se origina no ator da linha e se destina no ator da coluna.

Quanto às redes de 2-Modos ou redes de afiliação, Prell (2012) salienta que dois tipos diferentes de entidades são representados pelo grafo e pela matriz; a autora ainda aponta que nestas redes, busca-se entender como os atores estão conectados ou afiliados a um determinado

evento, estudando dois conjuntos de dados, sendo o primeiro o próprio conjunto de atores e o segundo o conjunto de eventos nos quais os atores estão compreendidos. Ou ainda de acordo com Wasserman e Faust (1994), uma rede de 2-Modos pode ser percebida como o estudo de pelo menos uma relação entre dois conjuntos distintos de atores, denominada rede de 2-Modos diádica. Prell (2012) e Scott (2017) afirmam que as matrizes de afiliação buscam relacionar os atores a casos, também denominada matriz de caso por afiliação; tais matrizes possuem em sua maior parte aspecto retangular, pois o número de atores (linhas) não equivale ao número de eventos ou casos (colunas) (CARRINGTON; SCOTT; WASSERMAN, 2005). A matriz de incidência está apresentada abaixo:

Figura 5: Matriz binária de incidência

	Evento 1	Evento 2	Evento 3
A	1	0	1
B	0	0	1
C	0	1	1
D	1	1	0

Fonte: Adaptado de CARRINGTON; SCOTT; WASSERMAN, 2005, p. 125

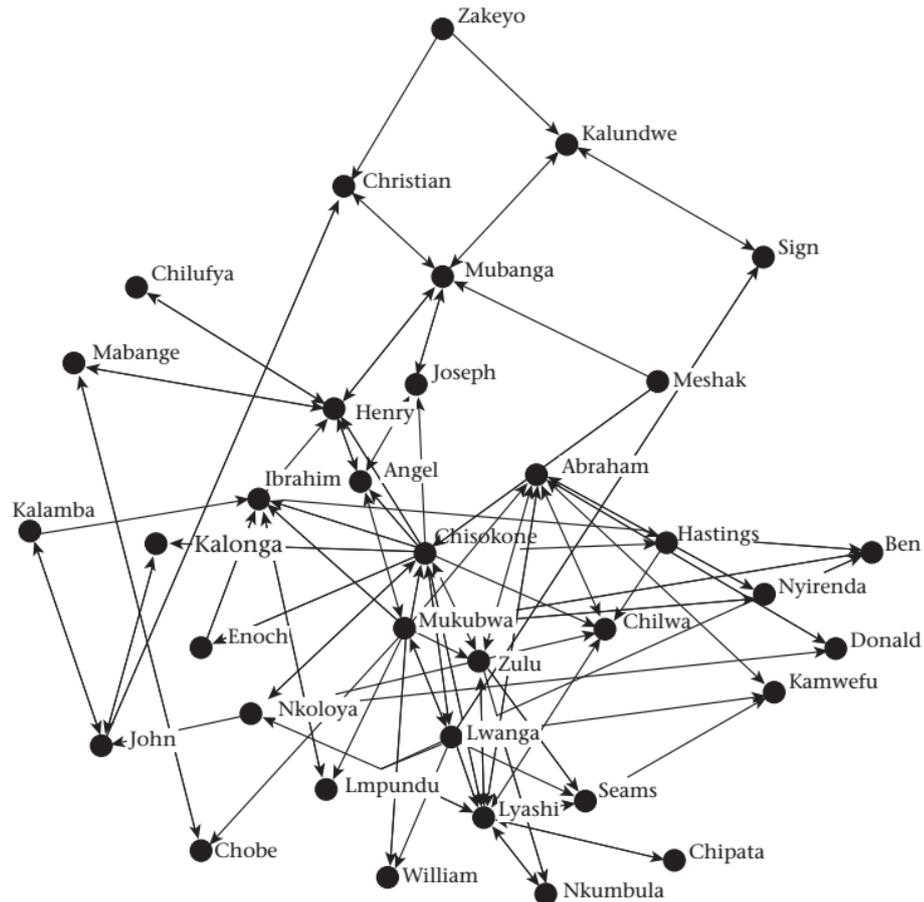
Pode-se observar pela matriz acima os atores A, B, C e D nas quatro linhas e os eventos 1, 2, 3 em cada coluna. Os valores 0 e 1 em cada célula apontam se o ator na linha da célula específica atende ou faz parte do evento respectivo à coluna. Exemplos de redes criadas com matrizes de afiliação seriam para identificar por exemplo quais pessoas trabalham para quais organizações ou ainda quais indivíduos pertencem a quais famílias (DOREIAN; BATAGELJ; FERLIGOJ, 2005).

Vale salientar aqui que o processo de inserção dos dados coletados em um software para gerar a rede se difere. Softwares como o Gephi e o NodeXL não necessitam que o pesquisador lide propriamente, uma vez que eles já transformam os nós e linhas inseridos nas planilhas em matrizes, e então geram o grafo a partir dos dados. Por outro lado, o UCINET é um software que opta pelo trabalho com listas de forma equivalente aos citados anteriormente, mas também opera diretamente com as matrizes, sendo necessário compreensão *a priori* de todo aspecto conceitual e aplicado.

As redes se tipificam como simples ou *simplex* e *multiplex* no que tange o número de relações observadas em uma análise (HANNEMAN; RIDDLE, 2005). Hanneman e Riddle (2005) e Koehly e Pattison (2005) afirmam que as redes do tipo simplex conectam os atores em somente um tipo de relação observada, ao passo que redes multiplex analisam duas ou mais relações concomitantemente no mesmo grafo, sendo importante salientar que cada relação de uma rede multiplex é disposta em uma matrix, entendida como um nível desta rede. Devido à dificuldade e a eventualidade de resultados complicados e de menor utilidade, Hansen, Shneiderman e Smith (2011) salientam que é comum a combinação das várias relações em uma rede simplex para possibilitar o uso das diversas métricas de rede desenvolvidas e utilizadas nos softwares.

No que tange ainda os tipos de redes existentes, os dados estruturais coletados podem originar redes cuja perspectiva focal de análise se difere uma da outra. Trata-se principalmente dos tipos de redes denominadas redes inteiras e redes egocêntricas (KNOKE; KUKLINSKI, 1982; BORGATTI; EVERETT; JOHNSON, 2013). Não obstante, Hansen, Shneiderman e Smith (2011) ressaltam que as métricas utilizadas e os grafos gerados se distinguem entre si, dada a particularidade da maneira que o dado é coletado para criar cada rede.

As redes são denominadas inteiras quando “o pesquisador usa a informação completa sobre os padrões de laços entre todos os atores para determinar a existência de papéis ou posições distintas dentro do sistema e para descrever a natureza das relações entre as posições” (KNOKE; KUKLINSKI, 1982, p. 62). Prell (2012) também define redes inteiras sendo o estudo em que os conjuntos completos dos atores e os laços que os conectam são contemplados. Pode-se observar na Figura 6 uma rede inteira:

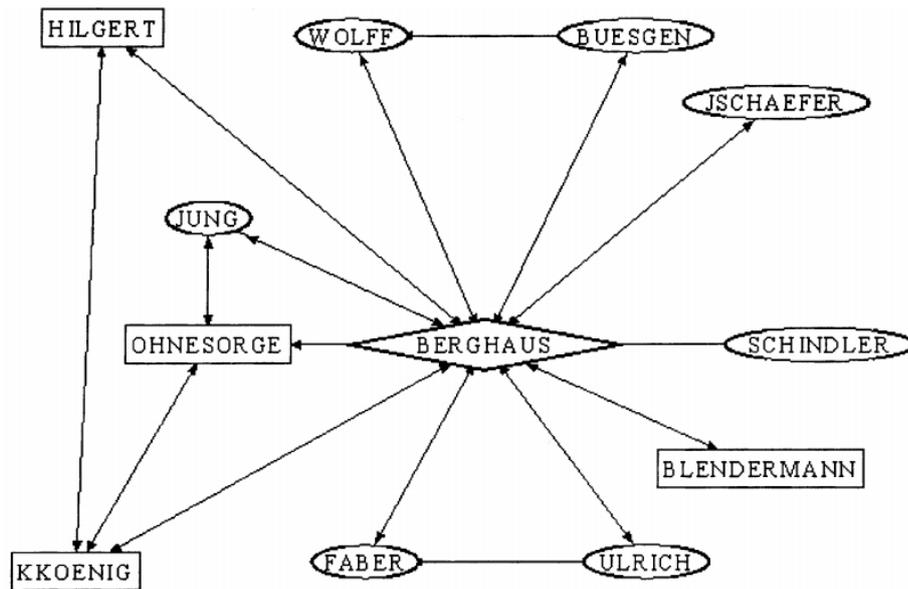
Figura 6: Rede inteira

Fonte: KILDUFF; TSAI, 2003, p. 15

Observa-se pela Figura 6 que o dígrafo em destaque é uma rede inteira, pois apresenta todos os atores compreendidos com todos os laços que os conectam, representando interações entre trabalhadores de uma fábrica têxtil em Zâmbia (KILDUFF; TSAI, 2003).

No tocante às redes egocêntricas, o foco do estudo se altera para o nó ou ator denominado “ego” e os laços existentes entre o ego, os outros atores da rede denominados alteres e as conexões entre os alteres e o ego (HANNEMAN; RIDDLE, 2005). Os dados coletados para redes egocêntricas são denominados como dados de redes pessoais visto que eles são coletados com o pesquisador selecionando um ou poucos respondentes (egos) em que cada um relata para os alteres dados previamente, com quais eles possuem algum vínculo; normalmente os atores focais são retirados de uma população bem maior (MARSDEN, 2005).

Conforme ainda citado por Marsden (2002) cada ator de uma rede inteira é uma rede egocêntrica. Por outro lado, Marsden (2005) observa que caso o pesquisador tome uma amostra densa de egos, uma rede inteira pode ser gerada a partir dos dados de redes pessoais.

Figura 7: Rede egocêntrica

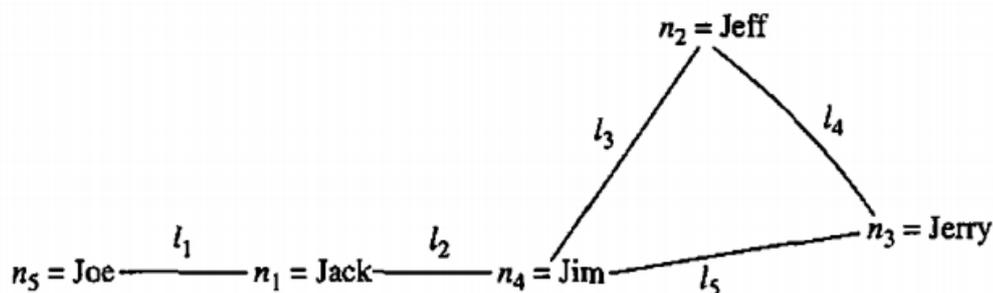
Fonte: MARSDEN, 2002, p. 416

Conforme a Figura 7, a rede egocêntrica contém o ator “Berghaus” como o ego e o restante dos atores sendo os alteres. Vale ressaltar que em uma rede egocêntrica, por vezes busca-se limitar a distância entre o ego e o altere mais distante. Para isso, os autores Hanneman e Riddle (2005) apontam para o que foi denominado de N-step neighborhood, traduzido literalmente como vizinhança de n-passos. Trata-se todos os alteres da rede que estão até N-passos de distância ou a um caminho de comprimento de até N de um ego, delimitando o escopo de análise. A definição de caminho será dada posteriormente.

2.2.3 Adjacência Nodal

Quando se lida com adjacência nodal, o pesquisador procura quantificar o quão perto ou longe está um ator de um segundo ator dados alguns critérios. Wasserman e Faust (1994) citam várias propriedades que conceitualizam e orientam o pesquisador no tocante à adjacência ou distância de dois nós. Para facilitar a compreensão será utilizado um grafo para visualizar as propriedades.

Figura 8: Adjacência nodal em um grafo



Fonte: WASSERMAN; FAUST, 1994, p. 106

A primeira propriedade a ser definida é a caminhada (*walks*). De acordo com Borgatti, Everett e Johnson (2013) e Clemente, Martins e Mendes (2016) caminhada é qualquer sequência irrestrita de nós adjacentes, sendo o comprimento de uma caminhada considerado o número de laços contados entre os dois atores; caso a caminhada se inicie e termine no mesmo ator, ela é denominada de caminhada fechada. Pelo grafo na Figura 8, uma caminhada entre os atores Jack e Jim possui comprimento de 1 (laço l_2) ou 4 (l_2, l_5, l_4 e l_3), em função do caminho realizado na caminhada, uma vez que ela é irrestrita. Em um dígrafo a caminhada só é possível ser realizada pela indicação dos laços nos nós.

A segunda e terceira propriedades são as trilhas (*trails*) e os caminhos (*paths*). Hanneman e Riddle (2005) definem as trilhas como qualquer caminhada entre dois atores em que a contagem de um laço específico não seja repetido, sendo todos os laços distintos; caso a trilha comece e termine no mesmo ator, ela é denominada de trilha fechada. No tocante aos caminhos, eles são definidos como quaisquer dois nós conectados no grafo, cuja trilha não tenha repetido nenhum ator, e conseqüentemente pela definição de trilha, nenhum laço; se o caminho começar e terminar no mesmo ator, o caminho é denominado de ciclo (PRELL; 2012; SCOTT; 2017).

Por definição, o caminho é o mais restritivo. Os autores adicionam que em um dígrafo as propriedades devem considerar a orientação dos laços para todos os atores entre os dois que se busca conhecer o comprimento da distância, e caso a direção dos laços seja ignorada, definem-se as propriedades como semicaminhadas ou semicaminhos. Para o grafo da Figura 8, uma trilha, que também é fechada e de comprimento 3, saindo do ator Jim e retornando até ele pelos laços l_3, l_4 e l_5 . Um dos caminhos entre Jack e Jeff seria pelos laços l_2 e l_3 , logo de comprimento 2.

A partir da apresentação das três propriedades anteriores, é possível definir a propriedade da distância entre dois atores, especialmente a distância geodésica, a excentricidade

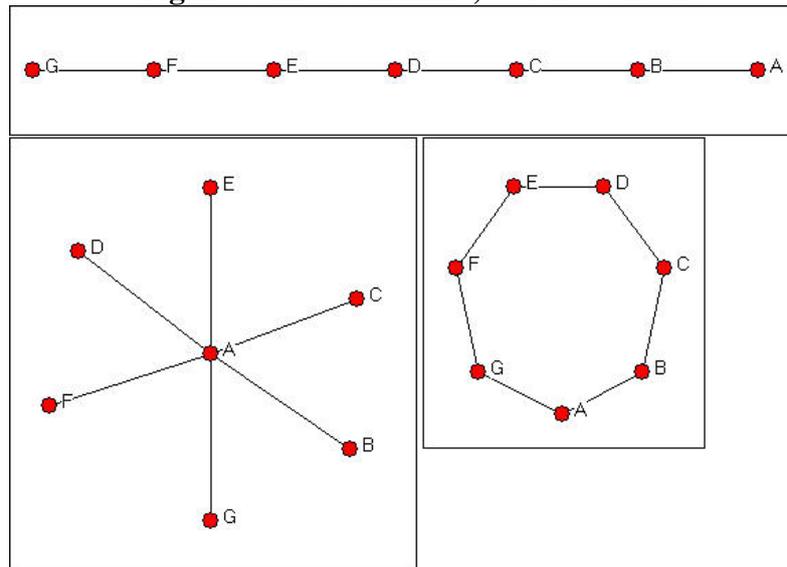
e o diâmetro. Wasserman e Faust (1994) e Kadushin (2012) definem a distância entre quaisquer dois atores em uma rede como o caminho entre eles, ressaltando que pode haver mais do que um caminho ou uma distância entre dois atores. Por outro lado, a distância geodésica entre quaisquer dois atores é a menor distância encontrada entre eles, sendo possível mais de uma distância geodésica equivalente (HANSEN; SHNEIDERMAN; SMITH, 2011). De maneira oposta, a excentricidade é a maior distância entre quaisquer dois atores da rede (WASSERMAN; FAUST, 1994). No tocante ao diâmetro, ele é definido como a maior distância geodésica existente na rede entre dois atores (EASLEY; KLEINBERG, 2010).

2.3 Nível de Análise

Quando se analisa uma rede, existem diferentes níveis de análise para qual o pesquisador pode gerar informações acerca da relação apresentada pelo sociograma. Estes níveis, de acordo com Prell (2012), configuram análises direcionadas a diferentes porções da rede, conceitualizadas como o ator individual em redes inteiras, díades, tríades, subgrupos e a rede inteira. Neste trabalho não serão abordados díades e tríades, logo o autor se concentrará nos níveis restantes.

2.3.1 Ator Individual

Sob o conceito do ator individual em uma rede inteira, atributos individuais de cada nó como idade e gênero para pessoas (PRELL, 2012) ou ainda sofisticação tecnológica e *market share* para organizações (NOHRIA; GARCIA-PONT, 1991) e diversos outros exemplos encontrados em Rivera, Soderstrom e Uzzi (2010) podem ser usados para se compreender melhor a rede e as relações que a estruturam. Estudam-se os atores individualmente para se observar quais estão em posições mais ou menos centrais, no que tange por exemplo o quão popular, central/periférico ou ainda um mediador eficiente um ator pode se estruturar imerso na rede (PRELL, 2012). Hanneman e Riddle (2005) apresentam como o entendimento de cada ator individualmente pode explicar a rede em relação ao poder de um ator, seja obtendo uma posição mais favorável, tendo mais oportunidades e/ou menos restrições, ao passo que Kadushin (2012) trata as métricas de centralidade como a popularidade de um ator. A Figura 9 apresenta as três redes mais simples no tocante a percepção da diferença estrutural para cada ator. Tomando como referência o nó A, questiona-se se nas três redes o ator está posicionado estruturalmente de maneira equivalente. A resposta claramente é negativa; o ator A possui oportunidades, restrições, vantagens e desvantagens distintas em cada uma delas.

Figura 9: Rede em linha, estrela e círculo

Fonte: HANNEMAN; RIDDLE, 2005

Através da rede em estrela, Linton Freeman iniciou em 1979 o estudo da centralidade estrutural de determinado ator ou ainda de toda a rede, desenvolvendo métricas indispensáveis na percepção da configuração e estruturação dos nós (PRELL, 2012). Freeman (1979) introduz as ideias de grau (degree), intermediação (betweenness) e proximidade (closeness); posteriormente por outros pesquisadores, a ideia de grau foi detalhada em indegree e outdegree, e a métrica de autovetor (eigenvector) foi desenvolvida por Bonacich em 1987.

2.3.1.1 Métrica de Grau – Degree, Indegree e Outdegree

De acordo com Scott (2017) a métrica de grau é a medida mais simples para se medir a centralidade de um ator em uma rede e pode ser utilizada em redes direcionais ou não-direcionais, dicotômicas ou ponderadas. De maneira bem prática, o grau de um nó é dado pelo número de laços ou vínculos conectados a ele, dado que a rede seja um grafo (NEWMAN, 2010). Wasserman e Faust (1994) apontam que esta métrica destaca a atividade de um ator na rede, atribuindo valores de 0 para um ator isolado e conseqüentemente nada ativo, até n para atores proporcionalmente mais ativos quanto maior o valor da métrica; os autores destacam que a métrica foca somente os nós adjacentes ao ator. Barabási (2002) salienta que para a compreensão dos diferentes tipos de redes, analisar como é a distribuição de vínculos pelos nós da rede, ou seja analisar o grau de cada ator, é um passo de suma importância; o autor apresenta redes de característica aleatória e distribuição gaussiana de laços, e redes que seguem a

distribuição da lei da potência, em que pouquíssimos atores possuem um valor de grau elevado e a maior parte dos nós apresentam poucos laços.

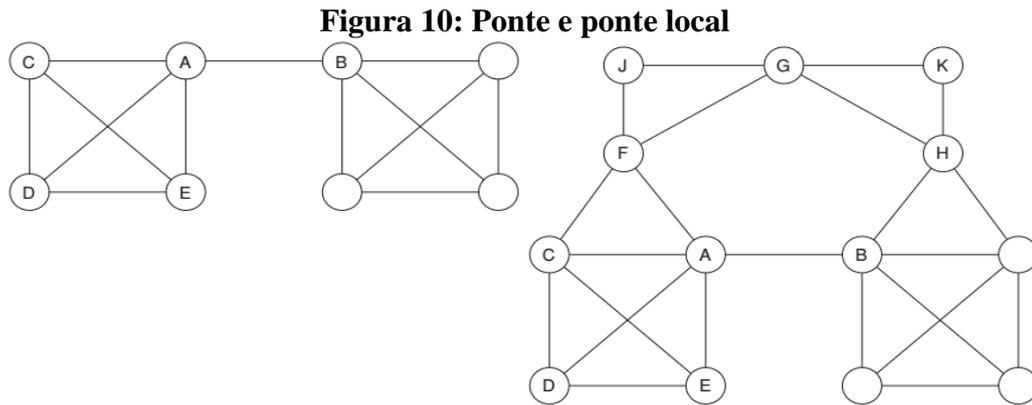
No tocante aos dígrafos, cujos vínculos entre os atores são direcionados, a métrica de grau se separa em indegree e outdegree; Hansen, Shneiderman e Smith (2011) apresentam que, dado um determinado nó, indegree é o número de laços que chegam ao ator e outdegree são os laços que saem do ator. Diversos atores em diferentes contextos de redes interpretam as métricas de indegree e outdegree de maneira particular; Kilduff e Tsai (2003) tratam indegree como a popularidade de um ator, e o outdegree como um ator influente; Wasserman e Faust (1994) tratam a métrica de indegree como prestígio e outdegree como escolha; e Borgatti, Everett e Johnson (2013) contextualizam indegree como o prestígio ou popularidade de um nó e o outdegree como o quanto um nó é expansivo ou possui instinto gregário.

2.3.1.2 Métrica de Intermediação

A métrica de intermediação, ou *betweenness*, como o próprio nome indica, mensura o quanto o ator focal intermedia outros dois atores selecionados. Esta métrica irá apresentar, de acordo com Wasserman e Faust (1994) e Scott (2017), se o nó observado está entre as distâncias geodésicas dentre todos os outros dois atores possíveis na rede. Freeman desenvolve esta ideia pelo conceito de “dependência local”, em que um primeiro ator é dependente de outro se o caminho que o conecta a diversos outros atores na rede passa pelo segundo ator (SCOTT, 2017). Os autores salientam que esta métrica pode ser utilizada em matrizes dicotômicas, simétricas ou não e apresentarão valores para os atores conforme o número de distâncias geodésicas que perpassam o ator em análise entre todos outros dois atores da rede (PRELL, 2012).

Freeman (1979) adiciona que a intermediação é útil como um índice do potencial de um ator para controle de comunicação. Demonstrado por Burt (1992) em termos de “buracos estruturais”; um ator apresentará alto valor de intermediação onde houver um buraco estrutural em torno dele, significando que dois atores conectados com comprimento de distância igual a 2, terão um caminho de distância bem maior caso o terceiro ator desapareça; entretanto, Prell (2012) adiciona que a medida de intermediação é mais indicada para redes inteiras e a métrica para buracos estruturais de Burt é indicada para redes egocêntricas.

Inclusivamente, um exemplo dado por Easley e Kleinberg (2010) é o de laços caracterizados como pontes ou pontes locais; de acordo com os autores, um laço caracterizado como ponte ou ponte local que une dois atores adjacentes, ao ser removido, ou colocam os atores adjacentes em componentes distintos da rede, ou aumentam a distância entre os atores para valores superiores a 2. A Figura 10 ilustra a definição de ponte e ponte local.



Fonte: Adaptado de EASLEY; KLEINBERG, 2010

Conforme já explicado, a rede da esquerda ilustra uma ponte no laço que conecta os atores A e B, pois se removido, os atores pertencerão a componentes distintos; a rede da direita apresenta uma ponte local no laço entre A e B, pois se removido a distância geodésica de 1 entre os atores será aumentada para 4. Salienta-se que os nós A e B possuirão um alto valor de intermediação, ou pelo menos serão maiores do que a média dos valores dos nós da rede.

2.3.1.3 Métrica de *k-Step Reach*

A métrica ou centralidade de *k-step reach* é uma medida caracterizada primeiramente pela seleção de um valor de k , para então apresentar o número de nós distintos que o nó em análise alcança ou pode ser alcançado em até k passos (BORGATTI; EVERETT; JOHNSON, 2013). Não obstante, os autores apresentam que um nó que esteja em até 2 passos por exemplo (*2-step reach*) de diversos outros nós possui maior probabilidade de alcançar as informações disponíveis na rede, bem como ter acesso a elas mais rápido. Segundo os autores, esta medida pode ser utilizada em qualquer tipo de matriz.

Caso a rede analisada seja direcional, esta métrica se divide em Out k - Step Reach e In k -Step Reach, onde basicamente a primeira apresentará quantos outros nós o ator em análise pode alcançar em até k passos seguindo a orientação das relações. De forma análoga, o In k -Step Reach avalia conforme a orientação das relações quantos nós conseguem alcançar o ator em análise. Borgatti, Everett e Johnson (2013) salientam que a métrica de k -step reach é indicada para avaliações de proximidade em dígrafos, em detrimento da métrica de proximidade desenvolvida por Freeman.

2.3.2 Subgrupos

Um nível de análise não obstante às inúmeras perspectivas e paradigmas analíticos da ARS é o de subgrupos (MARIN; WELLMAN, 2011). Porém, antes de abordar algumas das definições teóricas e de métricas associadas à coesão em subgrupos das redes, é importante compreender a ideia dos subgrafos; percebe-se aqui pela utilização de Wasserman e Faust (1994), que subgrafos e subgrupos possuem aplicação analítica similar na percepção da rede, entretanto a primeira possui um viés teórico da teoria de grafos e a segunda da teoria social.

Subgrafos de um grafo, de acordo com Hansen, Shneiderman e Smith (2011) e Scott (2017), podem ser entendidos como uma combinação complexa, de natureza aleatória ou não, de uma coleção de pontos selecionados da rede inteira, formando grupos menores também conhecidos como *clusters* ou comunidades. Barabási (2002) e Scott (2017) salientam que nos estudos das propriedades estruturais de redes sociais os subgrafos não são aleatórios em sua concepção, pois a formação de grupos sociais, bem como de redes químicas e biológicas por exemplo, possuem características estabelecidas e de ocorrência plausíveis de maiores identificações.

Ademais, a geração de um subgrafo pode ser estabelecida a partir de um subconjunto de nós, e então são considerados todos os laços entre os nós, ou pelo raciocínio inverso em que são tomados alguns laços e então todos os nós que são incidentes aos laços são considerados também (WASSERMAN; FAUST, 1994).

Doreian, Batagelj e Ferligoj (2005) adicionam que subgrafos são quaisquer subconjuntos de nós e laços contidos nos nós e laços de um grafo primordial. Prell (2012, p. 151), define o termo subgrupos em redes como “uma área de uma rede maior do que uma díade ou tríade e ainda menor do que uma rede inteira”; e Wasserman e Faust (1994) que trazem a definição complementar de subgrupos em que uma alta proporção de um subconjunto dos atores compartilham laços fortes, diretos, intensos, frequentes ou positivos, denominados subgrupos coesos.

Tomando como princípio a definição de subgrafos e a identificação de subgrupos coesos ou comunidades, autores como Moody e White (2003) e Hanneman e Riddle (2011) introduzem duas diferentes principais abordagens ao se iniciar a análise de comunidades em uma rede, denominadas abordagens *bottom-up* e *top-down*. O primeiro método analisa a formação de grandes estruturas sociais a partir de componentes muito menores; definições e algoritmos utilizados para identificar tais estruturas correspondem aos *cliques*, *clans* e *clubs*, *plexes*, *cores* e *f-groups*.

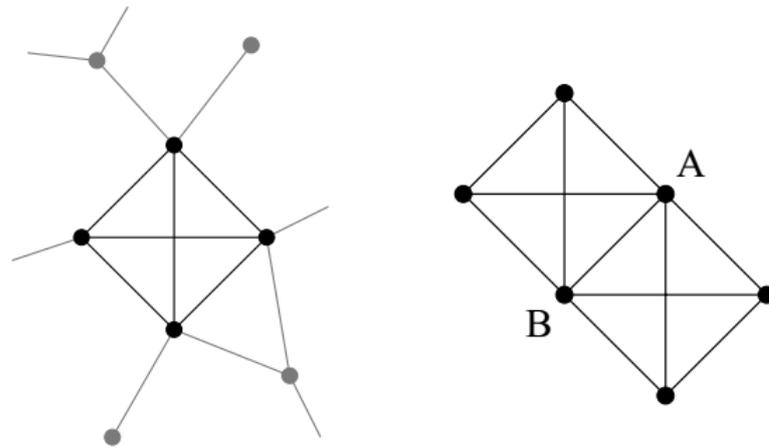
O segundo método analisa primeiro toda a rede e então subestruturas do grafo consideradas áreas localmente mais densas e separadas em algum grau do restante da própria rede são avaliadas como grupo; são utilizados definições e algoritmos como componentes (*components*), blocos/pontos de corte (*blocks/cutpoints*), conjunto Lambda e pontes (*Lambda sets*) e facções. O autor salienta para uma semelhança teórica no tocante à formação de conglomerados e comunidades através de dados estatísticos tradicionais multivariados principalmente para os procedimentos hierárquicos aglomerativos e divisivos (HAIR et al., 2014; POHLMANN, 2014).

Não somente no tocante a dados estatísticos tradicionais, mas no uso de dados específicos para análises de redes, são utilizadas nas ciências sociais procedimentos de detecção de estruturas de comunidades ilustrados por meio de uma árvore denominada dendrograma, apresentando graficamente a identificação de estruturas hierárquicas de comunidades agrupadas umas nas outras (RADICCHI et al., 2004). Radicchi e outros (2004) cita algoritmos para formação de estruturas hierárquicas com procedimentos divisivos e aglomerativos usando dados para análises de redes; não obstante, a literatura apresenta os mais variados processos de detecção de comunidades e identificação de grupos em redes, com uma extensa revisão realizada em Fortunato (2010).

Inicialmente pelas abordagens *bottom-up*, Kilduff e Tsai (2003, p. 46) e Newman (2010) apresentam o conceito de *cliques*; de acordo com os autores e baseados na teoria dos grafos, cliques são um subgrafo completo máximo composto por um subconjunto de vértices em uma rede tal que cada membro possua um laço entre si, ou seja, para encontrar um clique “todos os atores devem estar diretamente conectados uns aos outros; e todos os atores não devem ter vínculos diretos em comum com qualquer outro ator”. Os autores e Scott (2017) acrescentam que o conceito “máximo” no termo corresponde a não possibilidade de um outro vértice ser adicionado ao subgrafo ou subconjunto de nós sem que todos os outros nós do clique estejam conectados a ele, de forma que o subgrafo que define a estrutura em questão possa ser o maior possível sem que a propriedade do clique desapareça.

No tocante a ideia conceitual de “completo”, Borgatti, Everett e Johnson (2013) elucidam que a designação para o termo se produz pela necessidade de adjacência nodal entre todos os nós. A Figura 11 ilustra a definição de cliques e cliques sobrepostos.

Figura 11: Visualização de cliques em um grafo



Fonte: NEWMAN, 2010, p. 194

De acordo com a Figura 11, os quatro vértices do grafo a esquerda formam um clique de quatro nós dentro de uma rede, por todos os membros estarem conectados entre si e não possuírem laços com nenhum outro nó em comum. No tocante a rede a direita, os vértices A e B fazem parte concomitantemente de dois cliques distintos, configurando uma sobreposição de cliques.

Scott (2017) afirma que os estudos embrionários sobre as redes de Hawthorne e de Yankee City foram fundamentais na formação da ideia de cliques como uma maneira de identificar subgrupos coesos, sendo teoricamente divisões estruturais da rede cuja identificação e o senso de pertencimento de um ator mais são latentes.

Contudo, esta definição de clique é considerada muito restritiva e relativamente incomum de ser observada empiricamente, uma vez que a identificação de grupos informais também contempla a possibilidade de talvez um membro de um grupo de amigos não conhecer um outro membro, e mesmo assim existir uma configuração de grupo forte entre os atores, configurando um quase clique ao invés de um clique perfeito; para relaxar a restrição proposta acima, são apresentadas as definições de *n-clique*, *clan* e *n-clan*, *club* e *n-club*, *plex* e *k-plex*, *core* e *k-core* (KILDUFF; TSAI, 2003; NEWMAN, 2010; SCOTT, 2017).

O *n-clique* relaxa a definição de clique na medida em que se atribui a “n” o comprimento do caminho máximo para que atores da rede façam parte do clique. Logo, um 1-clique é um clique por definição, e um 2-clique é um clique em que nós que estejam a um caminho de comprimento máximo de 2, ou seja, nós conectados diretamente e indiretamente por um vizinho comum serão considerados parte do clique. Entretanto, o *n-clique* “tende a encontrar grupos

longos e volumosos ao invés de grupos coesos, rígidos e discretos” (HANNEMAN; RIDDLE, 2005, p.) relacionando ao grupo atores que não são membros do clique, são pouco coesos a ele e causando problemas em aplicações sociológicas principalmente para valores de n maior do que 2. Wasserman e Faust (1994, p. 260) complementam que n -cliques, por analisar o caminho relativo à distância geodésica entre dois atores, podem incluir atores intermediários que não fazem parte do n -clique e estão contidos na geodésica de dois atores, da mesma forma que um n -clique pode nem mesmo estar conectado, uma vez que “dois nós conectados pela geodésica de n ou menos (...) podem não ter um caminho menor conectando somente nós do n -clique.

Para superar os ônus, Wasserman e Faust (1994), Hanneman e Riddle (2005, 2011) e Fortunato (2010) apresentam o conceito desenvolvido por Mokken de *n-clan* e *n-club*; *n-clan* é um n -clique em que as geodésicas entre todos os nós do subgrafo não exceda n ; por outras palavras, o diâmetro do subgrafo não deve ultrapassar n e todos os atores intermediários das geodésicas também devem ser membros do *n-clan*. No tocante ao *n-club*, os autores o definem como o máximo subgrafo cujo diâmetro seja igual ou menor do que n , como no *n-clan*; entretanto nenhum nó pode ser adicionado ao *n-club* sem aumentar seu diâmetro.

No tocante a definição de clique, o k -plex a atenua reduzindo em k o número de pontos para qual cada ator do clique deva estar conectado; assim, um 1-plex é igual a um 1-clique, pois no primeiro todos os atores devem estar conectados a todos os outros menos a 1 (ele mesmo) e no segundo cada ator deve se conectar a todos os outros do clique que estejam a 1 comprimento de distância; 2-plex por sua vez admite que cada nó esteja conectado a todos menos 2 nós. Como cliques, *k-plexes* podem se sobrepor já que um vértice pode pertencer a mais de um k -plex.

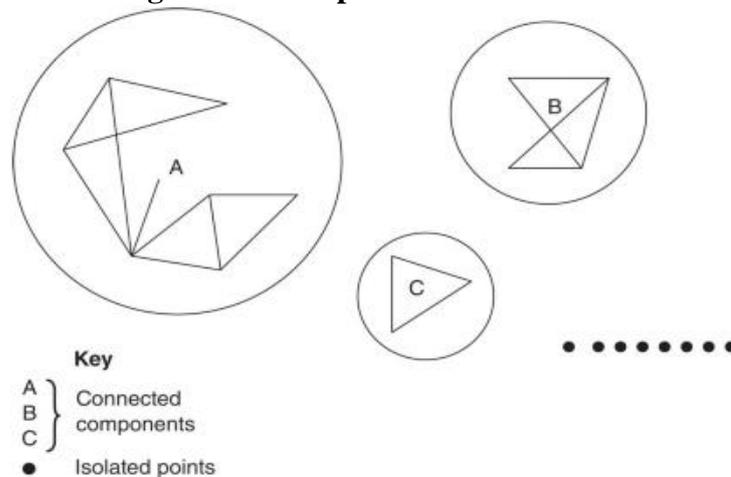
No que tange o conceito de k -cores como um subgrafo máximo de adjacência nodal igual a k , eles são definidos a partir da centralidade de grau, atribuindo a k o número de nós no qual cada ator deve estar conectado; ou seja, cada ator deve estar conectado a ao menos k atores. Um 1-core são atores do subgrafo que estejam conectados a ao menos 1 outro ator, enquanto 2-core são atores que sejam adjacentes a pelo menos 2 outros atores (KILDUFF; TSAI, 2003; NEWMAN, 2010; PRELL, 2012; SCOTT, 2017). No que tange a utilização de *f-groups*, a ideia define a identificação de subgrupos coesos quando há informação relacional de valores, tais como a força, o custo ou a probabilidade de relações, ao contrário dos métodos apresentados acima empregados em dados relacionais binários e normalmente simétricos não direcionais (HANNEMAN; RIDDLE, 2005).

As definições e algoritmos apresentados até o momento buscam encontrar subgrupos coesos de estruturas menores, principalmente a partir da relação entre díades e expandindo para

porções maiores da rede (HANNEMAN; RIDDLE, 2005). As abordagens *top-down* observa a rede como um todo e então a divide em subestruturas a partir da separação de áreas menos conectadas umas das outras, porém mais densas como já mencionado, e ligadas por estruturas mais finas de pouca ação social (HANNEMAN; RIDDLE, 2011).

A primeira definição da abordagem *top-down* é nomeada componente e consiste de todos os nós ou atores de uma rede que podem estar conectados uns aos outros por pelo menos um caminho, lembrando que pelo significado de caminho nenhum vínculo ou nó pode se repetir; o componente é por definição e em oposição ao clique a exigência mínima para um subgrupo coeso, sendo necessário o uso de técnicas mais específicas como as já citadas para melhores observações (MOODY; WHITE, 2003; KADUSHIN, 2012). Os componentes são importantes para análise de redes porque eles analisam sob certa forma a conectividade do grafo; redes com somente um componente são consideradas conectadas e redes com mais de um componente são consideradas desconectadas (WASSERMAN; FAUST, 1994).

Figura 12: Componentes de uma rede



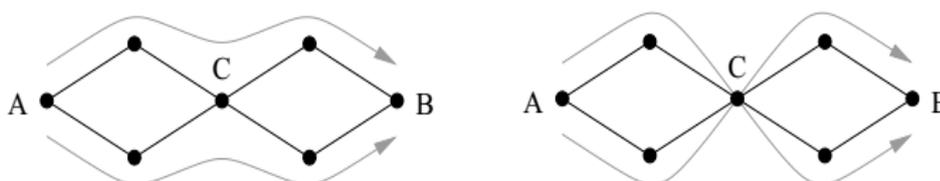
Fonte: SCOTT, 2017, p. 117

A Figura 12 ilustra a definição de componentes de uma rede. Este grafo desconectado possui 3 componentes, definidos como A, B e C e alguns atores ou nós isolados que não possuem quaisquer relações com outros vértices da rede, sendo retirados dos componentes. De acordo com Scott (2017) os algoritmos calculam os componentes de uma rede selecionando nós aleatórios iniciais e então buscam todos os pontos conectados a eles. Os componentes podem ser analisados tanto em grafos quanto em dígrafos, sendo o segundo subdividido em

componentes fracos e fortes. Em um dígrafo, os componentes fracos ignoram a direção dos laços que conectam os atores, analogamente a definição de caminho fraco ou semicaminho no comprimento da distância em uma rede direcional; da mesma forma, um componente forte é aquele cujos atores conseguem acesso uns aos outros seguindo a direção dos laços por um caminho forte (PRELL, 2012).

Moody e White (2003) apresentam que a análise de componentes está atrelada a definição blocos/pontos de corte. Entretanto, primeiramente vale lembrar como um componente auxilia na análise de conectividade do grafo e melhor desenvolvido por Newman (2010, p. 333) como a conectividade de vértices ou de linhas. O autor define conectividade como “o número de caminhos independentes entre um par de vértices”, ou posto de outra forma, a medida da robustez da ligação entre dois vértices, no entendimento que quanto mais caminhos independentes houverem entre dois nós, mais fortes serão suas ligações. Caminhos independentes são normalmente poucos caminhos ou somente um único caminho entre dois nós cuja existência permite que se conectem, ao contrário do que tipicamente ocorre quando dois nós possuem diversos caminhos os conectando (NEWMAN, 2010).

Figura 13: Caminhos independentes



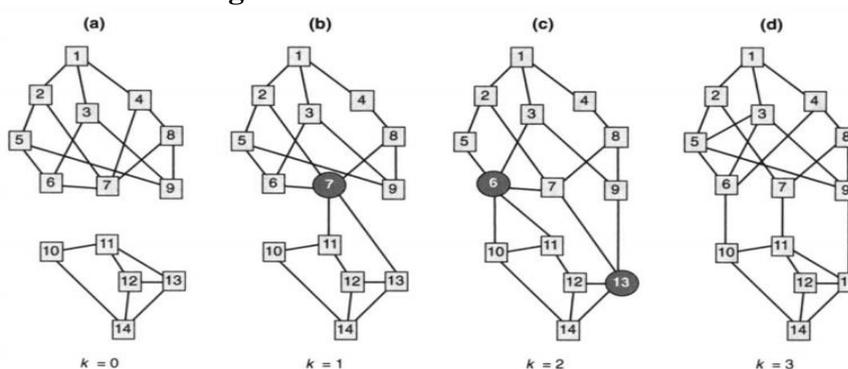
Fonte: NEWMAN, 2010, p. 146

A Figura 13 colabora no entendimento da definição de caminhos independentes. Ambas as redes acima possuem duas linhas de caminho independente e um vértice de caminho independente, embora de forma não única; uma vez que para A acessar B, deve obrigatoriamente passar pelas linhas e caminhos apresentados pelas setas e perpassar o nó C. Retomando a ideia de Moody e White (2003, p. 108), os autores apresentam a definição de conjunto de corte e os autores Hanneman e Riddle (2011) definem pontos de corte, sendo o primeiro o conjunto dos vários pontos de corte existentes na rede.

Os autores definem pontos de corte como os nós ou vértices que se forem removidos do

grafo, causariam uma ruptura em um único componente, o dividindo em partes não conectadas; de outra maneira, “um grafo está k -conectado (k -connected) (...) e é denominado um k -componente (k -component) se não possui um conjunto de corte de menos do que k nós”. De maneira análoga, o raciocínio também é válido para as linhas de caminho independentes, conforme já apresentado em pontes e pontes locais, mas tal definição corresponde ao conjunto Lambda. A Figura 14 apresenta quatro diferentes grafos para diferentes valores de k :

Figura 14: Níveis de conectividade



Fonte: MOODY; WHITE, 2003, p. 108

Todos os quatro grafos acima são k -conectados e denominados k -componentes, uma vez que pelo número de k nós retirados (nós 10, 11 e 13 em d; 6 e 13 em c; 7 em b), a rede teria dividido o único componente em dois componentes não conectados. De acordo com Kadushin (2012), quanto maior o número de pontos de corte necessários para desconectar o grafo, menos dependente ele é de um único nó e mais coeso é o grafo. Tais divisões ou componentes gerados com a remoção de determinados nós ou linhas são denominados blocos ou bi-componente (HANNEMAN; RIDDLE, 2011).

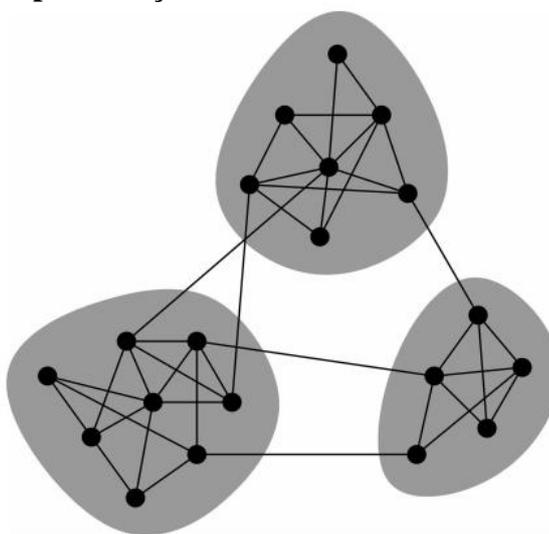
Como já mencionado, os conjuntos Lambda e pontes buscam, dando continuidade à ideia de conectividade, identificar pares de nós ou atores que estão bem conectados, através não da remoção de nós como nos pontos de corte ou conjunto de corte, mas de linhas ou laços; tal conceito tem origem na ideia de que subgrupos coesos são difíceis de se separar pela extinção de vínculos no grupo (HANNEMAN; RIDDLE, 2011; PRELL, 2012).

Especificamente, o conjunto Lambda “é um subgrafo tal que qualquer par de vértices contidos no subgrafo tem uma maior conectividade de linha do que qualquer par formado por um vértice interno e outro externo do subgrafo”, definindo conectividade de linha como “o

número mínimo de linhas que precisam ser removidas para desconectar o par de vértices, isto é, tal que não haja quaisquer caminhos entre eles” (FORTUNATO, 2010, p. 85). Borgatti, Everett e Shirey (1990) e Prell (2012) salientam que valores crescentes de λ para o subgrupo formado implicam no aumento da restrição em relação a adição de atores ao conjunto, uma vez que λ altos resultam em um número maior de caminhos independentes conectando dois atores; o algoritmo identifica caminhos independentes ou pontes na rede que se eliminados a fragmentarão.

Esta ideia de caminhos independentes e pontes nos conjuntos Lambda está intimamente relacionada a ideia de modularidade, apresentada por Newman como uma tentativa de identificar subestruturas, definidas pelo autor como subgrupos que possuem maior número de vínculos dentro do grupo do que entre grupos, considerando o grau de cada nó ou ator e o tamanho do grupo (HANNEMAN; RIDDLE, 2011). A Figura 15 ilustra como é a representação natural de grupos em uma rede, com vários laços dentro dos grupos e poucos entre eles:

Figura 15: Representação de rede com estrutura de comunidade



Fonte: NEWMAN, 2006, p. 8577

Entretanto, como aponta Newman (2006, 2010) e proposta em Girvan e Newman (2002), a modularidade não somente considera o baixo número de linhas entre as subestruturas ou subgrupos, mas ela também é uma definição e métrica que indica se há entre os grupos um número de vértices maior ou menor do que seria esperado aleatoriamente, uma vez que ela “mede a diferença entre a fração total de linhas incidentes entre grupos versus a fração que seria

esperado se as linhas fossem colocadas de maneira aleatória” (PORTER; ONNELA; MUCHA, 2009, p. 9).

Porter, Onnela e Mucha (2009) salientam que a modularidade é uma função da qualidade da divisão da rede, dado o número de linhas encontradas nos subgrupos maior do que um número por acaso, apresentando valores maiores de Q para grafos com estruturas de comunidade melhor definidas. A modularidade então, é definida pela ideia que:

...em um grafo aleatório não é esperado haver estrutura de comunidade, então a possível existência de grupos ou clusters é revelada pela comparação entre a atual densidade das linhas em um subgrafo e a densidade esperada em um subgrafo se os vértices fossem adicionados independente da estrutura de comunidade.

(FORTUNATO; 2010; p. 89)

Contudo, previamente ou concomitantemente a avaliação de qualidade da partição do grafo, deve-se utilizar alguma técnica específica que identifique comunidades ou subgrupos nos diferentes tipos de contextos que se pode observar uma rede, incluindo o social.

Para isso, diferentes técnicas de identificação de comunidades foram propostas por diversos autores. Em especial cita-se Girvan e Newman (2002), Newman (2004), Newman e Girvan (2004), Clauset, Newman e Moore (2004), Blondel e outros (2008), dentre muitos outros (FORTUNATO, 2010) propuseram algoritmos sob diferentes perspectivas metodológicas e que resultaram em diversificadas técnicas.

O histórico algoritmo Girvan-Newman que segundo Prell (2012) fragmenta a rede em comunidades de acordo com o procedimento de identificação de linhas ou vínculos na rede que possuam maiores valores de intermediação, não obstante a ideia da métrica de intermediação para vértices ou atores. Contudo, aqui são observados vínculos que estão no caminho geodésico de atores desconexos, como já apresentadas as pontes e as linhas de caminhos independentes por exemplo; o vínculo de maior de intermediação é removido, o primeiro passo é reiterado e então o próximo vínculo com maior valor de intermediação é retirado e assim sucessivamente até que todos os nós estejam isolados. É importante saber *a priori* o número de componentes que deverão haver a fim de parar o algoritmo e não obter inúmeros nós isolados.

Por outro lado, se o algoritmo Girvan-Newman é divisivo pois trata a princípio todos os atores como em um único subgrupo comum e vai os separando pela análise de intermediação das arestas e subsequente remoção destas, em Blondel e outros (2008) o algoritmo é agregador ou ganancioso/guloso (*greedy algorithm*) pois ele considera inicialmente cada ator em um único subgrupo próprio e então começa a agrega-los. Batizado de algoritmo de Louvain ou método de Louvain pela origem geográfica do algoritmo, que como os supracitados abordam o critério

da modularidade (ORMAN; LABATUT; CHERIFI, 2012), é usualmente escolhido por maximizar esta modularidade e lidar com matrizes de valor segundo Blondel e outros (2008) e Okraku e outros (2017) bem como matrizes não-simétricas segundo o software UCINET 6.648.

Basicamente, o método de Louvain consiste em duas fases, denominadas *Vertex Mover Procedure* e *Coarsening Phase*, repetidas alternativamente e incessantemente até que uma modularidade local máxima seja obtida (AYNAUD et al., 2011; GACH; HAO, 2013). Segundo os autores, o algoritmo inicia atribuindo valores de 0 até N-1 aleatoriamente para cada nó-comunidade da rede composta por N nós. Partindo de uma rede ponderada, na primeira fase o algoritmo busca encontrar uma otimização local através da movimentação e alocação do primeiro nó (nó 0) selecionado pelo algoritmo ou pelo pesquisador, para a comunidade de um dos vizinhos deste vértice contanto que nesta movimentação a nova modularidade da rede calculada subsequentemente à alocação ocasione no maior incremento positivo possível desta modularidade; este cálculo é realizado para todos os vizinhos do vértice selecionado (nó 0). Se o incremento é negativo, então o nó retorna a sua comunidade original.

O processo acima é aplicado iterativamente até que nenhum nó seja movido e a primeira fase seja encerrada. No que tange a segunda fase, ela consiste na fusão dos vértices por meio da construção de meta-grafos compostos pelas comunidades encontradas no final da primeira fase. No início da segunda fase, é criado um grafo ou partição cujos vértices são os nós formadores das comunidades encontradas. Então os pesos das arestas entre dois dos novos nós do novo grafo são dados “pela soma dos pesos das arestas, que existiam entre os vértices dessas duas comunidades. As arestas que existiam entre os vértices de uma mesma comunidade criam *loops* (ciclos)” (AYNAUD et al., 2011, p. 323) na comunidade do novo grafo.

As duas fases se alternam, cuja primeira fase:

“...consiste em encontrar um ótimo local, onde cada vértice possa ser ligado somente a uma comunidade na sua vizinhança direta. A segunda fase consiste em agregar os vértices, tal que a aplicação da primeira fase no grafo agregado levará a uma coleção de movimentos de vértices a nível maior”.

(AYNAUD et al., 2011, p. 324)

Desta maneira iterativa, as duas fases denominadas de passagem, constroem uma rede até que a modularidade máxima seja alcançada e não haja mais movimentações de vértices e o algoritmo cesse (BLONDEL et al., 2008).

A última abordagem *top-down* apresentada, as facções, possuem conceito formado baseado nos variados constructos formalizados sobre subestruturas e comunidades,

especialmente no tocante ao grau dos atores intragrupos e intergrupos, como apresentado pela modularidade de Newman por exemplo. Hanneman e Riddle (2011) explicam que em uma sociedade de comunidades ideal, cada subpopulação formaria um componente, não havendo laços entre as subpopulações; representando esta sociedade ideal em uma matriz de adjacência e permutando os atores de forma que nós do mesmo grupo ocupem linhas e colunas adjacentes, seriam observados padrões de blocos com o número 1 (*1-blocks*) e blocos com o número 0 (*0-blocks*).

As facções definidas pelos autores Hanneman e Riddle (2005, 2011) seriam os blocos observados nas matrizes. Esta forma de se identificar comunidades, segundo os autores, é uma das bases conceituais de uma ferramenta analítica das ARS denominada *blockmodel* ou *blockmodeling*. A análise de blockmodel realiza uma análise posicional e/ou uma análise do papel dos atores em uma rede por meio de estruturas de equivalência e designação de atores a blocos, clusters ou posições, cujo padrão de linhas incidentes aos blocos formados por subgrupos dos vértices seja o mais similar possível intrablocos e interblocos (BATAGELJ; DOREIAN; FERLIGOJ, 2011). Uma excelente e detalhada referência para realizar análises com blockmodels pode ser encontrada em Doreian, Batagelj e Ferligoj (2005).

2.3.2.1 Centralidade em Subgrupos

Análogo ao cálculo para os nós em função dos vínculos que os incidem, a centralidade dos atores tem sido estendida para métricas que as transponham para subgrupos em um grafo, como observado em Everett e Borgatti (1999) e Bell (2014). Esta relação observada pelos pesquisadores entre centralidade e a estrutura coesa de subgrupos foi analisada na literatura em Bodin e Crona (2009) por exemplo, ou ainda em Moody e White (2003) entre a conectividade dos nós e a coesão e imersão social relacionadas.

Em Borgatti e Everett (2006), os autores apresentam uma perspectiva alternativa que avalia o envolvimento de um nó na rede baseado em análises de adjacência nodal. De maneira resumida, segundo os autores, métricas de centralidade radiais avaliam a adesão grupal e métricas de centralidade mediais avaliam características de ponte ou *bridging*; não obstante, métricas de centralidade de volume caracterizam quantidade e métricas de centralidade de comprimento caracterizam extensão. Em suma, os autores assumem a existência de uma relação entre “os conceitos de centralidade com os conceitos de coesão de grafos e subgrupos coesos” (BORGATTI; EVERETT, 2006, p. 482).

Conforme se apresenta em Borgatti, Everett e Freeman (2002), o cálculo de centralidades para os grupos deve ser realizado quando o pesquisador já possui previamente os

grupos que compõem a rede em análise. O UCINET 6 apresenta até o momento o cálculo da centralidade de grau e *k-step reach* disponível para grupos, e o raciocínio para as métricas são semelhantes para os nós, sendo observado que a centralidade de grau para um grupo de atores calcula o tamanho do conjunto de atores que estão diretamente conectados aos membros do grupo e a centralidade *k-step reach* calcula o número de não membros do grupo que podem ser alcançados por um ator pertencente ao grupo em *k* passos ou menos (BORGATTI; EVERETT; FREEMAN, 2002).

2.3.3 Rede

Aqui serão apresentadas medidas estruturais designadas para a rede inteira, referente ao conjunto total de nós e vínculos, com o intuito de compreender características macroestruturais de coesão e conectividade por exemplo.

2.3.3.1 Densidade

De maneira simples, a densidade de uma rede é definida pela razão dos laços totais existentes sobre o número máximo possível de laços em uma rede, caracterizando a proporção de laços que estão presentes; o objetivo é o de observar a extensão da ligação de todos os atores em um grafo (densidade global) ou subgrafo (densidade local), com valores entre 0 e 1 (HANSEN; SHNEIDERMAN; SMITH, 2011; PRELL, 2012). De acordo com Marin e Wellman (2011) a formulação da métrica de densidade, cujas fórmulas para grafos e dígrafos serão apresentadas posteriormente, proporciona ao pesquisador analisar estruturas sociais inerentes à rede, conceitualizadas como conectividade ou coesão, solidariedade ou restrição, no tocante à criação de identidade ou ao reforço de normas; para matrizes ponderadas, a densidade é definida por Hanneman e Riddle (2005) como a razão entre a força de todas as relações presentes, ou seja valores de célula maiores do que 0, e o número possível de relações.

Apesar da fácil compreensão e do relativo poder explicativo, a métrica de densidade é limitante quando aplicada e comparada em redes distintas, seja pelo fator do número de atores ou pelo contexto de análise (KILDUFF; TSAI, 2003; BORGATTI; EVERETT; JOHNSON, 2013; SCOTT, 2017). De acordo com os autores, por se relacionar inversamente ao número de atores, densidades de redes distintas só podem ser comparadas caso o número de nós em ambas seja muito parecido; de forma análoga, densidades iguais para redes em contextos distintos conduzem a diferentes e difíceis interpretações sobre o valor absoluto, como em uma rede de

‘quem conhece quem’ ou ‘quem faz sexo com quem’ em um pequeno departamento acadêmico, a mesma densidade leva a diferentes significações acerca das relações e dos atores.

Não obstante, Borgatti, Everett e Johnson (2013) salientam que para grupos, a análise da densidade difere quando feita em pequenos ou grandes grupos, uma vez que para grupos de 10 atores espera-se grandes valores para densidade, ao passo que para grupos de 1000 atores o número esperado é bem inferior, resultando, de maneira geral, em densidade de valores menores em redes grandes e de valores maiores para redes pequenas. Os autores argumentam que alguns pesquisadores preferem utilizar o grau médio como medida do número médio de vínculos que cada ator possui na rede, sendo de interpretação mais fácil e com um potencial comparativo maior.

2.3.3.2 *Centralização*

Uma propriedade interessante para ser usada aliada ao uso da densidade é a centralização. Prell (2012) apresenta as métricas de densidade e de centralização analogamente ao uso da média e do desvio padrão pelos procedimentos estatísticos descritivos. De acordo com a autora, a densidade pode ser observada como o desvio padrão e a centralização como a média, isso porque a centralização mede o quanto a rede está centralizada em poucos atores; ou seja, se a grande parte dos vínculos pertencentes à rede incidem em poucos atores ou não, de forma que os vínculos estejam distribuídos e a rede pouco centralizada. Kilduff e Tsai (2003) complementam que o pesquisador pode investigar se determinados atores mais centrais em uma rede fazem parte de um subgrupo específico estruturalmente centralizado ou se há múltiplos centros por toda a rede.

Como já ilustrado neste trabalho através das redes de estrela, linha e círculo, bem como diferenciado de maneira tipológica por análises de centralização e descentralização de redes em Diani (2011), a métrica de centralização pode ser utilizada para identificar estruturas de centro-periferia, auxiliar na identificação de uma rede coesa e de maneira similar avaliar o nível de interconectividade da rede, influenciando métricas como o já mencionado diâmetro e o comprimento médio do caminho.

Por outro lado, Butts (2008b) e Prell (2012) apresentam que a centralização pode ser computada para cada métrica de centralidade com maior ênfase na literatura à métrica de grau, sendo necessário a utilização de forma similar às métricas de centralidade no tocante aos algoritmos normalizados para evitar desvios em relação ao tamanho da rede; Freeman (1979) oferece maiores detalhes.

2.3.3.3 Diâmetro e Comprimento Médio do Caminho

Como já definido anteriormente por Easley e Kleinberg (2010), o diâmetro é definido como a maior distância geodésica existente na rede entre dois atores. Para efeitos de análise de coesão, redes coesas possuem valores pequenos de diâmetro, significando que os atores são próximos uns dos outros de maneira geral, uma vez que o maior caminho entre dois atores é de baixo comprimento (WASSERMAN; FAUST, 1994). Comparável à ideia do diâmetro, o comprimento do caminho médio também promove a análise de coesão em uma rede, pois por meio da verificação dos menores caminhos de um ator para todos os outros e então calculando o valor médio, observa-se quão próximos, em média, estão os nós (UZZI, 2008).

No intuito de estabelecer efeitos de análise e interpretação acerca de diferentes redes, Prell (2012) propõe, ao relacionar as diversas propriedades para detectar coesão na rede como as quatro supracitadas (densidade, centralização, diâmetro e comprimento médio do caminho), que o pesquisador se atente ao número de nós imersos em cada rede a fim que elas possuam o mesmo tamanho, ou então sejam de tamanhos muito próximos (BORGATTI; EVERETT; JOHNSON, 2013).

2.4 Análise de Redes como Metodologia de Pesquisa

A ARS possui como constructo “uma vasta abordagem às análises sociológicas e um conjunto de técnicas metodológicas que buscam descrever e explorar os padrões aparentes nos relacionamentos sociais que indivíduos e grupos formam entre si” (SCOTT, 2017, p. 1). Conforme Hanneman e Riddle (2005) também apontam, os pesquisadores utilizam as ferramentas da ARS para descrever a estrutura do conjunto de observações que serão inseridos em algum *software* para iniciar a aplicação dos conceitos reunidos pela ARS; não obstante, os autores salientam que as diferenças entre pesquisadores que realizam *surveys* e analistas estatísticos em relação aos pesquisadores que utilizam as análises de redes sociais são consideráveis.

As observações acima foram feitas sob olhar do aspecto teórico, técnico e analítico da ARS. A ARS não somente perpassa tais características acadêmicas, como apresentou Friemel (2008) ao separar a aplicabilidade da ARS em grupos de aplicação descritivas e explanativas, mas também intersecciona o desenvolvimento metodológico no tocante à construção da pesquisa. Além de dotada de procedimentos de análise, o método de análise de redes é *per se* uma metodologia de pesquisa (WASSERMAN; FAUST, 1994). Os autores citam princípios

que definem e diferenciam a ARS de outros métodos de pesquisa (WASSERMAN; FAUST, 1994, p. 4):

- Atores e suas ações são vistos como interdependentes ao invés de independentes unidades autônomas;
- Laços relacionais (ligações) entre os atores são canais para transferência ou fluxo de recursos (materiais ou imateriais);
- Modelos de redes focando em indivíduos veem o ambiente estrutural da rede como provedores de oportunidades ou restrições na ação individual;
- Modelos de redes conceitualizam estrutura (social, econômica, política, e assim por diante) como padrões duradouros de relações entre atores.

De forma semelhante, Freeman (2004) enumera quatro pontos que ele julgou como o “paradigma organizado de pesquisa” para as análises de redes sociais:

- Análise de redes sociais é motivada por uma intuição estrutural baseada em vínculos ligando atores sociais;
- É fundada em dados empíricos sistematizados;
- Se baseia enormemente em imagens gráficas;
- Se apoia no uso de modelos matemáticos e/ou computacionais.

Prell (2012, p. 59) apresenta em um dos capítulos de seu livro, nove passos para se realizar uma pesquisa em análise de redes sociais, sendo salientado que apesar de orientadores, os passos não devem ser seguidos de maneira estrita e imutável. São eles:

- Ler a literatura;
- Desenvolver uma base teórica;
- Desenvolver questões de pesquisa ou hipóteses;
- Determinar a população de interesse, amostra e limite da rede;
- Coletar os dados;
- Considerações na coleta dos dados;
- Inserção e estruturação dos dados em matrizes;
- Visualização inicial da rede;

- Análise subsequente e interpretação dos resultados.

No tocante ao primeiro tópico, Wasserman e Faust (1994) e Prell (2012) apresentam periódicos específicos como *Social Networks*, *Connections* e *Journal of Social Structure* para acesso à literatura, bem como *The International Network of Social Network Analysis (INSNA)*; um site com diversas informações e atualizações reunidas sobre ARS. No que tange o desenvolvimento da base teórica, a ARS contempla, principalmente no início dos anos 50 e 60, estudos indutivos sem necessariamente uma base teórica consolidada em que investigações detalhadas em dados de análise de redes levam a importantes percepções e conclusões para geração de conceitos teóricos. Além disso, estudos dedutivos também são gerados quando a intenção do pesquisador é a de “testar” teorias através da coleta e análise de dados, tais como a teoria do capital social, teoria da influência social e da rede de seleção social, teoria da difusão de inovações, entre outras (PRELL, 2012).

Desenvolver questões de pesquisa ou hipóteses é uma característica base da investigação científica (ALVES, 1981). Apesar de infinitas, questões de pesquisa na ARS podem ser desenvolvidas pensando “de que maneira uma rede social (tratada como uma variável) se relaciona, afeta, ou é afetada por outra variável ou conjunto de variáveis” (PRELL, 2012, p. 64), ou ainda como dois tipos diferente de redes sociais, por exemplo amizade e conselho, se relacionam ou se afetam (PRELL, 2012). Com relação à definição dos limites da rede, Scott (2017) apresenta duas maneiras amplamente empregadas: a primeira é a de utilizar os limites da rede de acordo a percepção dos participantes, correspondendo como o verdadeiro limite da rede; a segunda seria o pesquisador, por meio de critérios formais, relacionar atores que podem não formar um grupo reconhecido ou socialmente organizado. “O pesquisador deve decidir entre um grupo social real ou uma categoria formal ou coleção de unidades” (SCOTT, 2017, p. 46).

Em relação à coleta de dados, Scott (2017) apresenta um capítulo completo sobre o método em questão; entretanto, vale salientar prontamente que a aplicação da ARS será configurada conforme esta etapa for realizada, especialmente no que tange a fonte e os tipos de dados coletados. Wasserman e Faust (1994) e Marsden (2005) apontam as fontes principais utilizadas para prover dados para as pesquisas são oriundas de questionários, entrevistas, observações, arquivos de registros e bases de dados, experimentos e outras técnicas, sendo importante combinar as diferentes forças de cada método de coleta qualitativo ou quantitativo (BRYMAN, 2009) para permitir, especialmente nos dados relacionais, explorações mais completas, objetivas e compreensivas acerca dos dados (SCOTT, 2017).

Scott (2017) separa os tipos de dados principalmente em dados de atributo e dados relacionais; no qual os primeiros tipos se configuram basicamente como atitudes, opiniões, comportamentos, propriedades, qualidades ou características dos atores individualmente, para utilização posterior como medidas de variáveis particulares como renda, ocupação e educação por exemplo.

No tocante aos dados relacionais, ao autor os compreende como as informações que concernem os contatos, vínculos e conexões que relacionam os atores uns aos outros e que não possam ser reduzidos a propriedades individuais de cada nó. Wasserman e Faust (1994) complementam a coleta de dados, ressaltando que o procedimento realizado para ARS se difere pois o pesquisador deve se atentar para a unidade de observação e de modelagem ao se dedicar para níveis de análise que caracteriza a proposta da pesquisa posta em foco na rede; não obstante, atentar-se a quantificação relacional dos dados para propor as medidas analíticas.

Os níveis de análise se iniciam no próprio ator, perpassam díade, tríade e subgrupos, e terminam na rede inteira. Borgatti, Everett e Johnson (2013) ressaltam que o pesquisador deve se atentar, principalmente aos tipos de dados coletados e às unidades de observação e de modelagem, bem como conhecer características do software a ser utilizado para não perder conformidade entre a inserção dos dados em matrizes ou planilhas e a visualização inicial da rede.

Prell (2012) e Scott (2017) atribuem a última parte para pesquisas em ARS, o conhecimento para a utilização de softwares em relação à aplicação analítica; em termos comparativos, tais análises são similares às análises com estatísticas descritivas já realizadas em outras pesquisas na área das ciências sociais mais tradicionais. Além do mais, Prell (2012), Borgatti, Everett e Johnson (2013) e Scott (2017) tratam da aplicação de testes de significância estatística usados concomitantemente às análises específicas de ARS como artifícios que aprofundam e enriquecem a análise. Kadushin (2012) argumenta que as análises de caráter matemático associadas a constructos ideológicos, conceituais e teóricos oriundas especialmente do caráter dedutivo da geração de conhecimento guiam as interpretações futuras realizadas pela percepção do pesquisador à rede gerada.

3. METODOLOGIA

De acordo com Lakatos e Marconi (2003, p. 155), pesquisa é “um procedimento reflexivo sistemático, controlado e crítico, que permite descobrir novos fatos ou dados, relações ou leis, em qualquer campo do conhecimento”. Gil (2002) classifica as pesquisas do ponto de vista dos objetivos e da abordagem ao problema. Isto posto, a pesquisa desenvolvida aqui será exploratória e descritiva.

A pesquisa exploratória “têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores” (GIL, 2008, p. 27). Normalmente este tipo de pesquisa é selecionada cujos temas ainda não foram muito estudados, e quando se busca padrões, ideias ou hipóteses (COLLIS; HUSSEY, 2003; GIL, 2008).

A pesquisa descritiva busca estudar um grupo a fim de descrever as características de determinada população ou fenômeno (GIL, 2002). Ela faz uma descrição através da coleta de dados, normalmente quantitativos, e do emprego de procedimentos estatísticos, utilizados para resumir a informação (COLLIS; HUSSEY, 2003). A pesquisa é descritiva pois utiliza dados compilados das relações entre as empresas do setor automobilístico ao longo dos anos.

A proposta principal da ciência como ferramenta é a de auxiliar o homem a responder perguntas que nascem através de necessidades concretas e questionamentos não pelo senso comum, mas pela essencial natureza do ser em buscar ordem ou em viver em um mundo organizado (ALVES, 1981).

Para tal, sob o alvitre científico, o pesquisador deve relacionar tópicos e temas de interesse pessoal com necessidades acadêmicas e do campo científico ou prático, bem como observar propostas teóricas da literatura que sejam conflitantes e/ou de caráter seminal, de preferência de pesquisadores que sejam referência no tema, a fim de que seja elaborada uma pergunta que ordene estas informações e que oriente o pesquisador na realização do trabalho (BRAUSE, 1999).

Em referência às autoras Lakatos e Marconi (2003), elas apresentam que o processo de problematização e definição de objetivos deve ser determinado com precisão, revelando o objetivo central da indagação e quais procedimentos serão realizados para alcançar respostas que satisfaçam o questionamento. Não obstante e de maneira concisa, as autoras esclarecem pela relação entre o problema e os objetivos que o segundo torna o primeiro explícito, ademais definindo os passos iniciais da natureza do trabalho, o tipo de problema a ser selecionado e o material a coletar.

3.1 Coleta de Dados

De acordo com a proposta da pesquisa, foi realizada uma coleta de dados longitudinal (WASSERMAN; FAUST, 1994), observando alianças de organizações automotivas mundiais no tocante à participação acionária cruzada, *joint ventures*, contratos de manufatura e alianças de tecnologia e de partes, cujos dados das relações para análise compreendem o período de 2011 até 2013, retirados da base de dados da revista especializada *Automotive News*; a base de dados forneceu entre os anos de 2005 a 2013 um resumo anual global nomeado *Guide to Global Automotive Partnerships* contendo diversas alianças do setor de empresas selecionadas pela revista em data estabelecida pela publicação, bem como forneceu guias das plantas das montadoras na América do Norte em 2012 e 2013 e na Europa em 2012, contendo quais carros de quais montadoras eram montadas nas instalações.

Este trabalho se norteou pelas alianças existentes no resumo cujas 19 montadoras representaram particularmente em 2013 aproximadamente 85% da produção mundial de veículos segundo a Oica (2016). Não obstante, o autor complementou o guia com relações que estavam incompletas por meio de pesquisas no Google e links de sites também dedicados ou não à indústria, como os sites das montadoras, Bloomberg, Automotive News, Just-Auto e Wikipedia. Contudo, o autor preferiu atribuir o último dia de cada ano como data de referência para as alianças vigentes naquele ano ao invés das datas de março, novembro e dezembro atribuídas pela revista e respectivas a cada ano de análise. Visitas diretas aos sites oficiais das montadoras também foram realizadas.

Os 1359 laços coletados foram divididos em quatro categorias principais e atribuídos a uma determinada relação entre dois atores dispostos em uma linha de uma planilha no formato *edge list*, e cada categoria representa uma estrutura de governança distinta. As quatro categorias principais estão relacionadas à: 1) propriedade ou participação acionária cruzada, 2) *joint-ventures*, 3) contratos de manufatura e 4) alianças de tecnologia e partes. De maneira respectiva a cada estrutura de governança, os laços serão categorizados e doravante tratados como:

- EQO: *equity stake owned*. Corresponde à propriedade de ações de um ator em relação a outro. A direção da aliança é compreendida pela interpretação: “o Ator A é propriedade do Ator B”;
- T&PA: *technology and parts alliance*. Corresponde às alianças entre dois atores que tenham como objetivo ou a criação/compra em conjunto de tecnologias ou partes para veículos gerando um laço bidirecional ou ainda a aquisição de uma tecnologia de uma parte

para com a outra. A direção da aliança é compreendida pela interpretação: “o Ator A adquiriu tecnologia ou partes do Ator B”;

- **CA: *contract assembly*.** Corresponde às alianças entre dois atores com o propósito de iniciar a manufatura e/ou operações de venda de um veículo em conjunto. A direção da aliança é compreendida pela interpretação: “o Ator A teve seus veículos produzidos em fábricas do Ator B”;
- **JV: *joint venture*.** Corresponde à união de dois atores com o propósito de criar uma nova empresa que atenda determinados fins estratégicos. A direção da aliança é compreendida pela interpretação: “o Ator A é uma *joint venture* de propriedade dos Atores Bs”.

Quadro 2: Disposição dos dados coletados

Ator A - Origem	Ator B - Destino	Tipo
0NISSAN MOTOR CORP.	0RENAULT SA	ESO
0FIAT S.P.A.	0CHRYSLER GROUP	T&PA
0BMW AG	Magna Steyr LLC	CA
NMKV Ltd.	0MITSUBISHI MOTORS CORP.	JV
NMKV Ltd.	0NISSAN MOTOR CORP.	JV

Fonte: Elaborado pelo autor

Ressalta-se aqui que as relações que especificam propriedade como ESO e JV terão como característica de interpretação em sua direcionalidade um sentido financeiro menos volátil, valendo a ideia de acordo com o Quadro 2 que a Nissan corresponde a um dinheiro imobilizado da empresa Renault, pois a primeira é propriedade da segunda. A mesma analogia vale para a empresa NMKV Ltd., cuja organização é tida como dinheiro imobilizado das duas empresas, apresentando direcionalidade topológica cuja interpretação contextual também é “o Ator A é propriedade e dinheiro imobilizado do Ator B”.

No tocante às relações T&PA e CA, o fluxo de dinheiro possui interpretação mais literal, em que é considerado simplesmente a direcionalidade baseada na ideia de quem fez o serviço ou comprou a tecnologia de quem, havendo então um fluxo de dinheiro entre as montadoras.

Conseqüentemente, os dados coletados foram considerados direcionais e dicotômicos, apropriados para o uso através de matrizes binárias e não-simétricas de adjacência, cujos valores de cada célula (x_{ij}) alternarão entre 0 e 1 pela ausência ou presença respectivamente de uma aliança entre os atores i e j para cada matrix ou nível de relação da rede. Ao contrário da

população utilizada em Madhavan, Koka e Prescott (1998), cuja pesquisa englobou toda a indústria mundial de produção de aço, a princípio o presente trabalho se norteou pela amostra similar estabelecida em Sacomano Neto e outros (2016) de 26 montadoras.

Entretanto, neste trabalho, em acordo com o *Guide to Global Automotive Partnerships*, em 2011 foram 20 empresas analisadas e nos dois anos subsequentes foram 19 montadoras. O guia não mais considerou a Porsche devido a aquisição da montadora pela Volkswagen em meados de 2012. Salienta-se aqui que, até pela dificuldade em obter acesso aos contratos estabelecidos entre as empresas, as alianças são inseridas ou retiradas do guia quando anunciado na grande mídia especializada na data respectiva ao anúncio e não a data de vigor do contrato.

3.2 Análise dos Dados

Os dados coletados foram analisados utilizando como unidade de observação o ator, uma vez que os dados são relacionados aos laços que cada nó possui em relação a todos os outros atores de cada organização; não obstante, a unidade de modelagem dos atores serão os subgrupos. A rede foi visualizada por meio do sociograma criado através do NodeXL, e os dados serão analisados utilizando o UCINET 6.

O Node XL é um uma aplicação desenvolvida como modelo para o programa Microsoft Excel em versões gratuitas (Basic) e pagas (Pro) para a plataforma Windows, com ferramental para visualização e análises de redes (HANSEN; SHNEIDERMAN; SMITH, 2011). Ainda de acordo com os autores, o software é orientado para a manipulação dos dados de forma análoga ao Excel, sendo de mais fácil compreensão para usuários que conheçam o software da Microsoft e que não sejam familiarizados com matrizes.

Ao contrário do UCINET, o Node XL apresenta sociogramas mais ricos em termos de detalhes e estética, sendo preferível em detrimento do NetDraw, um programa já incluído no UCINET para visualização de redes, mas que as gera com menor nível de detalhes e riqueza visual se comparado ao Node XL. No tocante ao software UCINET 6, ele é um programa feito por Stephen Borgatti, Martin Everett e Linton Freeman para a plataforma Windows e MacOS, em que o pesquisador seleciona por meio dos menus o procedimento que pelo software será realizado na forma de entradas de dados, seja por matrizes ou listas de forma análoga ao NodeXL, para então gerar a saída com as informações referentes ao procedimento requisitado (SCOTT, 2017) de forma similar ao software estatístico SPSS. Os autores afirmam que o UCINET possui um enorme número de análises para detecção de subgrupos coesos e regiões, bem como de centralidade de grupos, redes e atores.

Conforme supracitado, o software utilizado para análise será o UCINET 6. Este programa oferece as métricas e análises apresentadas no referencial bibliográfico que serão utilizadas para realizar a análise dos dados no contexto interorganizacional. A escolha de tais procedimentos se deu pela necessidade de retirar informações acerca das relações estruturais que configuram o campo econômico-social no qual as relações entre as montadoras estão imersas. Cada procedimento requisitado pelo pesquisador permitirá contextualizar e interpretar as saídas do software de maneira isolada ou em conjunto com outros procedimentos.

A análise dos dados se deu inicialmente pela criação das matrizes de adjacência não simétricas em uma rede multiplex para cada ano, através da transferência dos dados dispostos no formato *edge list* (lista de arestas) do software Microsoft Excel 2013 para o UCINET. Estas redes multiplexes permitirão criar os sociogramas respectivos a cada ano, com a visualização gráfica dos atores, dos subgrupos e das relações no mesmo dígrafo.

Anteriormente o início das análises, as matrizes contendo cada uma quatro relações serão agregadas e somadas em uma matriz não-simétrica de valor para cada ano, cujo valor de uma relação x_{ij} poderá assumir valores de 0 até 4, onde 0 é a ausência de aliança entre dois atores e 4 é a existência das 4 alianças entre os mesmos atores. Estas relações ponderadas são benéficas uma vez que não geram perda de informação quando são analisadas pelos algoritmos utilizados neste trabalho.

Desta maneira, as métricas de *indegree*, *outdegree*, *k-step reach*, bem como o algoritmo de Louvain serão aplicados às relações sem perdas de informação tanto de direcionalidade para atores e grupos quanto de peso para os atores, salvo a intermediação. As métricas grupais não são implementadas para matrizes ponderadas.

Quadro 3: Métricas de centralidade utilizadas

Métricas Nodais	Métricas Grupais
Indegree	Indegree
Outdegree	Outdegree
In k-Step Reach	In k-Step Reach
Out k-Step Reach	Out k-Step Reach
Intermediação ¹	_ ²

Fonte: Elaborado pelo autor

No tocante às análises de correlação e testes de significância estatística eles serão realizados no *Software Package for the Social Sciences*, mais comumente conhecido como SPSS versão 23. O SPSS é um software da empresa IBM para a plataforma Windows e MacOS que possui interface, entrada e saída de dados similar ao do UCINET. O SPSS possui diversas ferramentas estatísticas e é um agregador de análises e visualizador de resultados que facilitam o pesquisador e propiciam uma execução dos procedimentos de maneira mais ágil.

Os procedimentos estatísticos utilizados aqui e disponíveis no SPSS são três: o coeficiente de correlação produto-momento de Pearson, o coeficiente de correlação ranqueada de Spearman e os testes não-exatos de permutação de Monte Carlo. Contudo, o SPSS não é um software específico para análises de dados provenientes de redes. Assim, o autor precisou se atentar a algumas características particulares dos dados coletados específicos para análise de redes sociais que não invalidassem suas análises.

Quadro 4: Características das medidas de correlação

	Natureza das Variáveis	Avaliação de Relação	Contraponto
Pearson	Contínuas intervalares ou proporcionais	Linear	Sensível a <i>outliers</i>
Spearman	Contínuas intervalares ou proporcionais, e/ou categóricas ordinais	Monotônica	Perda de informação pelo ranqueamento

Fonte: Elaborado pelo autor

¹ Métrica de caráter excepcionalmente direcional, não admitindo ponderações.

² Métrica ainda não implementada no UCINET.

Conforme apresentou brevemente Robins (2015), os estudos que envolvem estatísticas com dados relacionais possuem peculiaridades inerentes à natureza dos dados que os diferem de pesquisas que usam estatística padrão. Para estabelecer significância estatística e realizar testes de inferência em dados relacionais deve-se atentar a alguns pontos fundamentais de sua natureza (HANNEMAN; RIDDLE, 2005; PRELL, 2012; BORGATTI; EVERETT; JOHNSON, 2013; JOHN, 2017):

- Os testes de inferência estatística tradicionais em sua maioria são aplicados a dados que possuam distribuição de probabilidade normal. Os dados de análise de redes sociais proveem de fontes com distribuição desconhecida;
- Os testes tradicionais assumem que uma amostra aleatória significativa de uma determinada população foi separada para análise. Em dados de redes sociais normalmente se utiliza toda uma população e os estudos raramente utilizam uma amostra aleatória;
- Os indivíduos ou atores selecionados em dados relacionais são interdependentes, assegurando que a remoção de um ator do estudo influencia todos os outros atores. Assim, a amostragem aleatória da estatística tradicional implica em atores ou casos independentes uns dos outros.

Desta forma, testes de permutação são uma excelente ferramenta para assegurar significância estatística em testes de inferência para dados coletados de relações, além de possuírem menor viés tanto para amostras pequenas quanto para o cálculo do p-value. Berry, Johnston e Mielke Jr. (2014) oferecem um detalhamento mais compreensivo e amplo.

Conforme caracterizado por Borgatti, Everett e Johnson (2013) e adotados no UCINET, os testes de permutação não-exatos avaliam a significância estatística de uma correlação entre duas variáveis por exemplo, através primeiramente do cálculo de correlação entre estas duas variáveis dispostas cada uma em uma coluna.

O pesquisador deve estabelecer primeiramente o número de vezes ou amostras que o software deve tomar uma das variáveis. Borgatti, Everett e Johnson (2013, p. 129) afirmam que “quanto maior o número de amostras de permutação, menor a variabilidade do p-value”. Então o software deve permutar as linhas de uma variável para que sejam correlacionadas novamente. A cada permutação o software compara a correlação dos dados originais com o valor de correlação observado de uma das variáveis permutadas. O teste essencialmente:

...conta a proporção de atribuições aleatórias que geraram uma correlação tão alta quanto a observada originalmente. Esse é o *p-value* ou teste de significância. A lógica geral é que alguém quer comparar a correlação observada contra a distribuição de correlações que alguém poderia obter se as duas variáveis fossem de fato independentes uma da outra.

(BORGATTI; EVERETT; JOHNSON, 2013, p. 127)

Não obstante, Prell (2012) adiciona que uma proporção baixa com valor menor do que 5% caracteriza uma relação rara e que de maneira improvável tenha ocorrido por sorte. O teste de permutação descrito acima é não-exato porque ele calcula a significância estatística através de *k* amostras retiradas de todas as permutações existentes possíveis de serem realizadas em determinada variável, ou ainda pode-se interpretar simplesmente como o número de vezes que a variável será permutada.

Testes de permutação tidos como exatos conseguem permutar todas as combinações possíveis de serem realizadas, entretanto só são possíveis de serem realizados no SPSS para $N \leq 7$, onde *N* é o número de casos de um banco de dados ou de atores em uma rede, o que torna seu uso inviável uma vez que redes empíricas possuem majoritariamente mais do que sete atores (FIELD, 2013; MEHTA; PATEL, 2013).

De acordo com Mehta e Patel (2013) possivelmente os testes de permutação não-exatos adotados pelo UCINET são os mesmos testes não-exatos adotados pelo SPSS sob a alcunha de teste de Monte Carlo. Não obstante, o método de *Quadratic Assignment Procedure* (QAP) empregado pelo UCINET e desenvolvido em Krackhardt (1987) para análises estruturais em redes empregam correlações de matrizes e testes de significância utilizando Monte Carlo, como observado em Butts (2008a).

Não obstante, o autor entrou em contato via e-mail e por grupo formado no Yahoo Groups denominado UCINET Users Group com o professor e pesquisador Stephen Borgatti que auxiliou e aconselhou o autor deste trabalho tanto na seleção dos métodos de correlação quanto na identificação do teste de permutação empregado no UCINET para avaliação de significância estatística e subsequente aplicação deste em softwares como o SPSS.

No tocante à análise de correlação de Pearson, Barnes e Lewin (2005) afirmam que ela deve ser usada quando ambas as variáveis são contínuas, sejam elas intervalares ou proporcionais. O valor de *r* apresentado compreende valores que vão de -1 a 1 , em que -1 indica uma relação linear perfeita decrescente e 1 uma relação linear perfeita crescente entre as variáveis.

Em relação a sua magnitude, é tido por autores das ciências sociais e comportamentais que valores de *r* iguais $\pm 0,1$ representam um efeito pequeno, ± 0.3 representam um efeito médio

e ± 0.5 representam um efeito alto (COHEN, 1977; FIELD, 2013). Outros autores como Barnes e Lewin (2005) apontam que 0,33 é considerado uma correlação baixa, 0,34 a 0,66 é mediana e acima de 0.67 é considerada alta. Field (2013) salienta que é necessário pelo pesquisador interpretar os resultados dentro do contexto de cada literatura.

No que tange a análise de correlação de Spearman, ela pode ser usada tanto em variáveis contínuas intervalares e proporcionais conforme a correlação de Pearson, mas também pode ser utilizada em variáveis categóricas ordinais. As variáveis categóricas podem ser divididas em nominais e ordinais e são caracterizadas respectivamente como variáveis que atribuem nomes específicos a diferentes casos, ou variáveis que possuem uma ordenação intrínseca. Em especial, as variáveis são responsáveis por informar uma específica ordem em que um evento em estudo ocorre (LEWIN, 2005).

O cálculo da correlação de Spearman é realizado da mesma forma que a de Pearson, entretanto é inerente ao procedimento que ou as variáveis sejam ranqueadas pelo pesquisador caso já não sejam em primeira coleta, ou o procedimento as ranqueia automaticamente. A magnitude da correlação pode ser análoga à correlação de Pearson apontada pelos autores supracitados, com valores que compreendem -1 a 1 (FIELD, 2013); contudo, o autor não encontrou teoria específica para as ciências sociais e comportamentais específica no tocante à força ou efeito da correlação. O autor se norteará pela correlação de Pearson neste aspecto.

Apesar das similaridades das correlações, suas principais diferenças são (DOWDY; WEARDEN; CHILKO, 2004; FIELD, 2013; WINTER; GOSLING; POTTER, 2016):

- A correlação de Pearson é sensível a valores significativamente extremos (*outliers*) e avalia a relação linear entre as variáveis;
- A correlação de Spearman ocasiona perda de informações pelo ranqueamento dos dados e avalia a relação monotônica entre as variáveis.

Os autores apontam que a correlação de Pearson avalia o quanto a alteração de uma variável corresponde a uma alteração proporcional na outra variável e o quanto os pontos se situam em uma linha reta, ante a correlação de Spearman que busca avaliar o relacionamento ordinal das variáveis, sendo característico que os valores para cada caso cresçam ou decresçam concomitantemente. Para este trabalho foram empregadas ambas as medidas de correlação.

Para maiores detalhes e informações acerca das diferenças entre as correlações, Winter, Gosling e Potter (2016) possuem um trabalho bem detalhado acerca do tema.

4. RESULTADOS

4.1 Coesão da Rede e Centralidade dos Atores

Os presentes resultados apresentados aqui foram encontrados conforme análise das diversas características selecionadas e expostas na seção 3.2 deste trabalho. A princípio serão expostos os resultados referentes às análises de rede realizadas no software UCINET de forma anual e interanual para posteriormente serem apresentados os resultados das correlações e inferências estatísticas advindas do software SPSS.

Anteriormente ao início da análise dos atores, serão observadas algumas características de coesão das redes exibidas nas Figuras 16, 17 e 18, de acordo com o tópico 2.3.3 onde foram apresentadas as características de densidade ou grau médio, centralização e diâmetro e comprimento médio do caminho. Salienta-se aqui previamente que nas figuras citadas acima, o tamanho do nó dos atores está relacionado ao grau de indegree, enquanto a escala de cor varia de acordo com a receita daquele ator, onde o azul representa um valor menor do atributo e o vermelho um valor maior. Além disso, a opacidade de todas as seis redes foi definida em 9% para atores com valores de indegree menores do que 2, a fim de que a rede e as montadoras principais pudessem ser melhor visualizadas.

Os resultados obtidos nas métricas citadas podem ser observados na Tabela 1. O primeiro e o segundo ano de 2011 e 2012 apresentam 291 atores, o terceiro ano de 2013 possui 288 atores, sendo necessário normalizar as métricas de centralização para que não haja desvios nos resultados.

A métrica de Grau Médio Ponderado foi utilizada em detrimento à densidade por motivos análogos ao emprego das métricas normalizadas e da diferença do número de atores em 2013. Pode-se observar primeiramente que o diâmetro da rede não se alterou, apontando para uma distância geodésica máxima pequena, cujo comprimento da rede foi o de 8. As métricas restantes não variaram durante os anos, inicialmente pela observação do grau médio que diminuiu de 2011 até o final de 2013, apontando para uma rede esparsa durante os três anos pelo valor médio do grau por ator ser menor do que 2.

No tocante às métricas de centralização e a observação do número de laços e a atribuição destes aos atores, os resultados foram extremamente baixos especialmente para as relações de saída de dinheiro. Os baixos valores apontam para uma distribuição mais homogênea de Outdegree dos atores durante os três anos; não obstante, a métrica de centralização de Indegree também apresentou valores baixos apesar de mais altos do que a métrica anterior, indicando

para uma maior centralização e conseqüentemente um valor maior de Indegree para um número menor de atores.

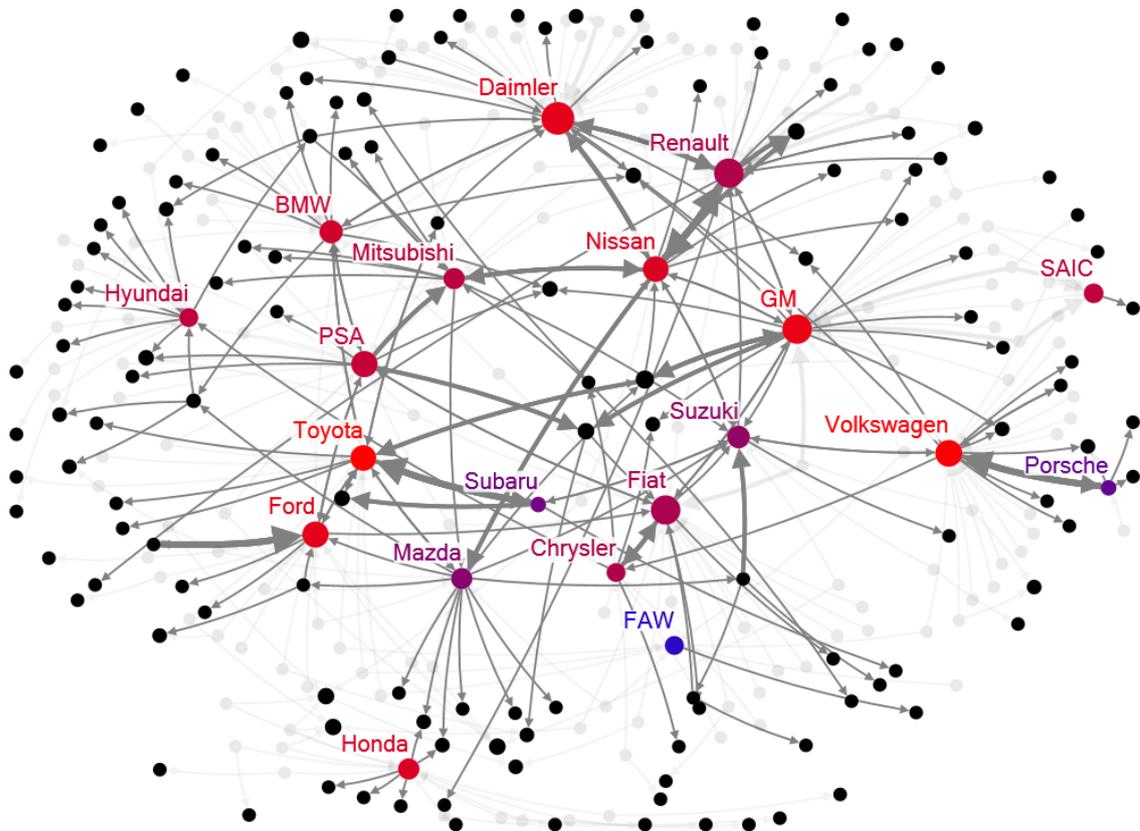
Tabela 1: Resultados das métricas das redes

	2011	2012	2013
Grau Médio Ponderado	1,5911	1,5567	1,5382
Centralização de Outdegree	0,0055	0,0071	0,0068
Centralização de Indegree	0,0113	0,0113	0,0118
Diâmetro	8	8	8
Comprimento Médio do Caminho	3,7950	3,7950	3,8033

Fonte: Elaborado pelo autor

As três redes possuíram comprimento médio de caminho iguais de aproximadamente 4 atores. Nos dois primeiros anos foi identificado um valor maior, sendo possível entender que a rede no ano de 2013 distanciou em média os pares de atores uns dos outros. Desta forma, de acordo com a direção das relações, com o distanciamento dos atores na rede, uma centralização de Indegree crescente e um decréscimo do grau médio dos atores, houve fatores que causaram um possível incremento na concentração do fluxo de dinheiro, ao passo que o número de relações foi reduzido.

Figura 16: Rede formada em 2011 pelas montadoras da indústria automotiva

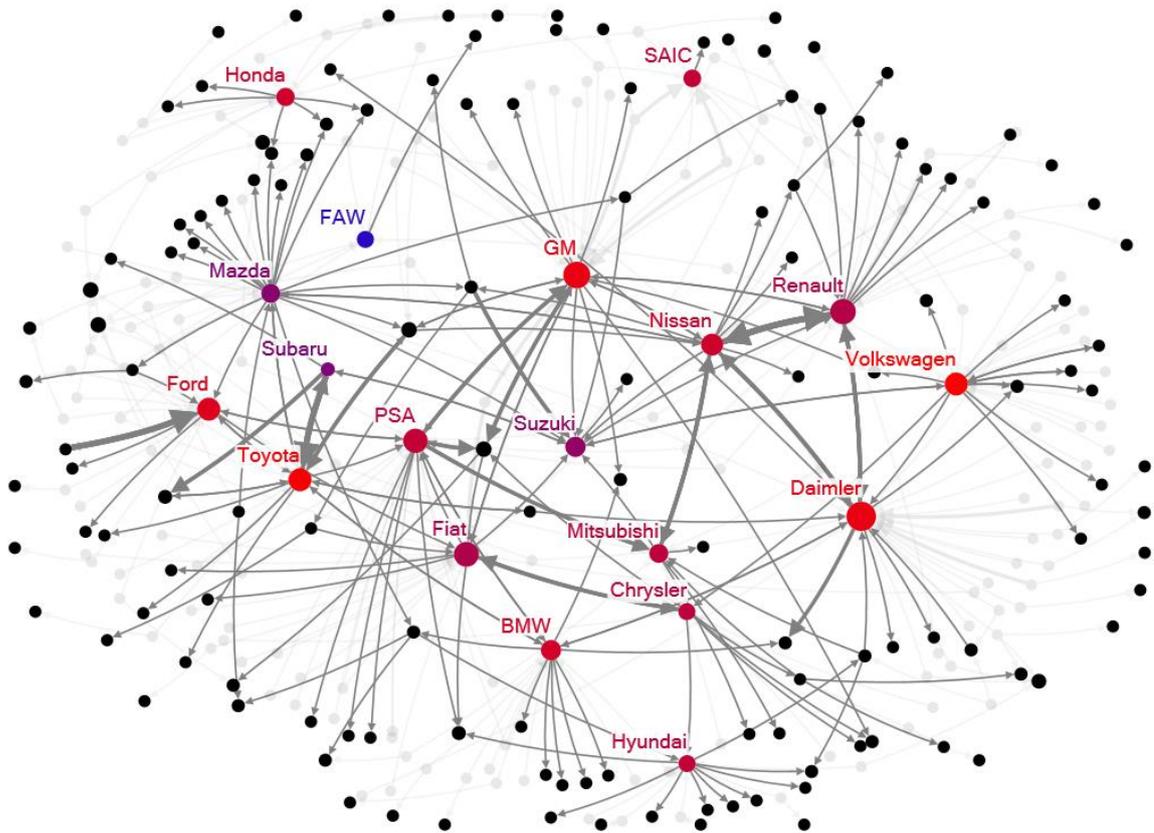


Fonte: Elaborado pelo autor

Os sociogramas observados detêm particularidades em referência aos laços entre os atores, apontadas anteriormente sob perspectiva das matrizes ponderadas. Como mencionado, a agregação das quatro estruturas de governança formou uma única rede ponderada, cujos valores das células nas matrizes compreendem os valores de 0 a 4 de acordo com a soma do número de relações de cada estrutura de governança para cada par de atores.

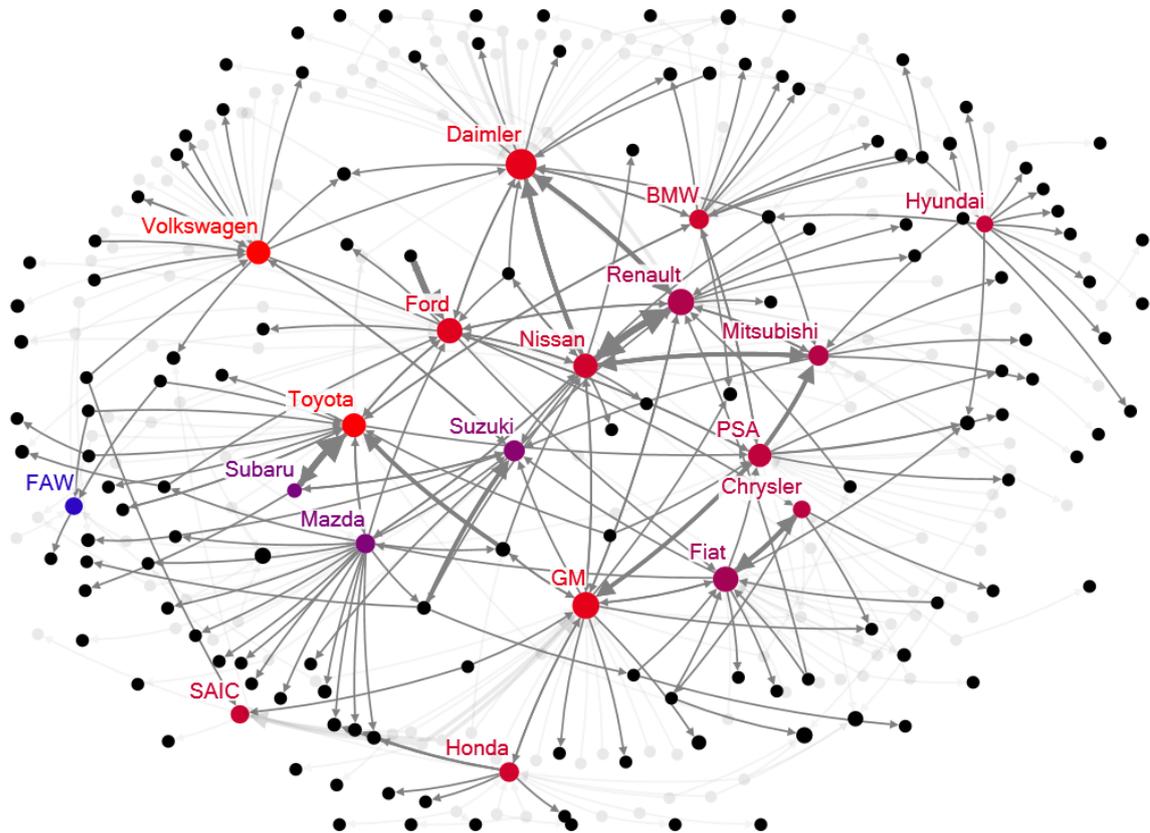
Esta configuração das matrizes pode ser observada pela espessura exibida no laço que intermedia cada par de ator, em que laços menos espessos apresentam 1 estrutura de governança compartilhada entre os atores, laços mais ou menos espessos apresentam 2 estruturas de governança compartilhadas, e por fim laços mais espessos respondem por 3 estruturas de governança. É importante frisar aqui quem em nenhum dos três anos houve um par de atores que apresentasse as quatro estruturas de governança em comum.

Figura 17: Rede formada em 2012 pelas montadoras da indústria automotiva



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 18: Rede formada em 2013 pelas montadoras da indústria automotiva



Fonte: Elaborado pelo autor

Pela perspectiva do estudo de Blythe, Mcgrath e Krackhardt (1995), é possível visualizar de maneira inicial algumas características dos atores nos sociogramas. Pode-se observar de 2011 para 2012 uma aproximação entre PSA e GM, e uma movimentação para uma posição mais central na rede principalmente de montadoras como Nissan, Fiat, Mitsubishi, Suzuki e FAW. Em contrapartida, os atores Toyota e Subaru se localizaram em posições levemente mais periféricas.

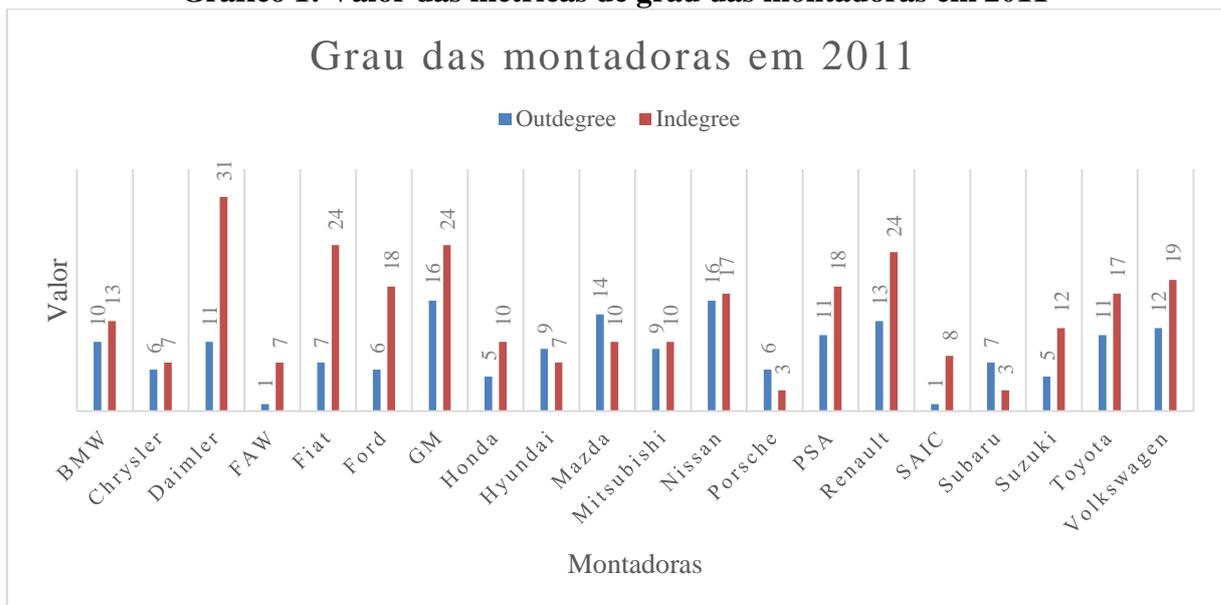
No tocante às modificações observadas de 2012 a 2013, foi observada uma aproximação da Mitsubishi com os atores Nissan e Renault, em oposição ao distanciamento entre Ford e Mazda. A Nissan se deslocou para uma posição ainda mais central mantendo a movimentação do ano anterior, bem como a americana Ford se distanciou da periferia e se aproximou da japonesa em crescente centralidade e da alemã Daimler.

Não obstante, a Toyota obteve uma posição mais central em relação à comparação realizada no ano anterior, porém a PSA foi estabelecida em uma porção menos central da rede,

em oposição ao ano anterior. Os atores Honda, Hyundai e SAIC não alteraram suas posições de localização em partes bem periféricas das redes, como também não se aproximaram relevantemente de quaisquer dos atores analisados. As verificações das métricas de centralidade e identificação de subgrupos a seguir colaborarão nas análises das montadoras observadas.

As medidas de centralidade de cada ator por ano foram divididas em 3 grupos, onde Outdegree e Indegree formaram o primeiro, Out 2-Step Reach e In 2-Step Reach formaram o segundo e a Intermediação formou o terceiro. Partindo do pressuposto que a rede analisada observa o fluxo de dinheiro de cada relação entre cada par de atores, as métricas de Indegree e Outdegree observadas no Gráfico 1 são indicadores do fluxo de entrada e saída de dinheiro dos atores não determinado pelo montante, mas sim pelo número de relações observadas.

Gráfico 1: Valor das métricas de grau das montadoras em 2011



Fonte: Resultado da pesquisa

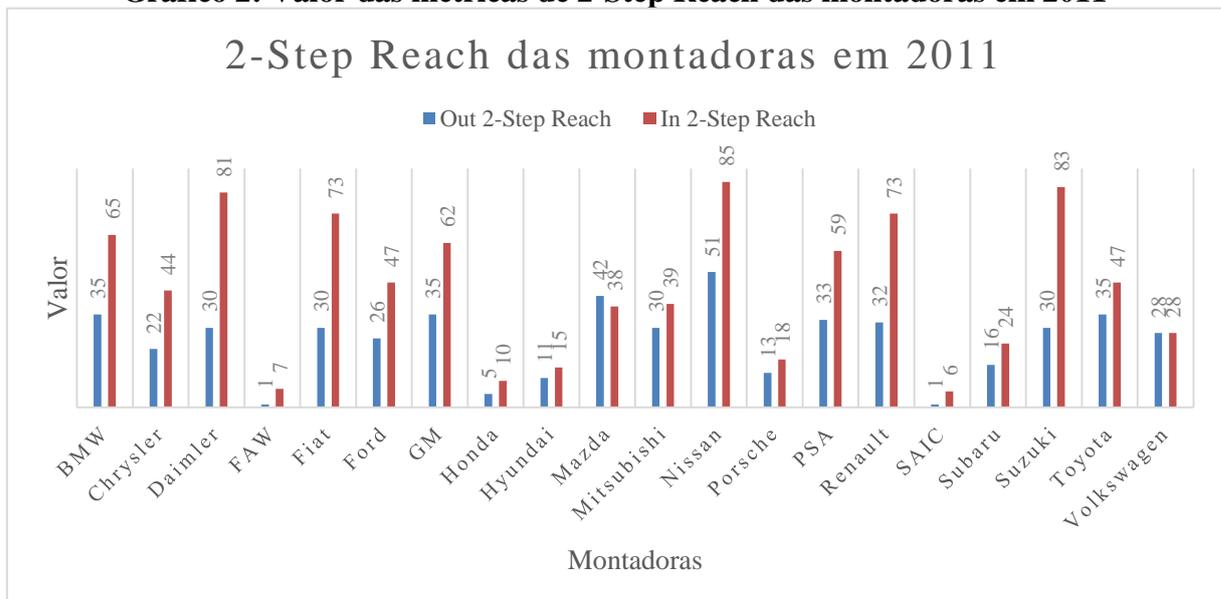
De uma forma geral, as montadoras apresentaram valores de indegree maiores do que valores de outdegree, salvo Mazda, Porsche, Hyundai e Subaru. Esta característica indica que o número de vezes que houve entrada no fluxo de dinheiro dos atores em suas relações é maior do que o número de saída. Atores como a Daimler, GM, Renault e Fiat apresentam valores altos de indegree, especialmente a primeira montadora. A empresa alemã possui um valor de indegree alto em comparação as outras por possuir 17 relações ESO dentre suas 31 totalizadas.

Em comparação, a GM possui uma formação mais heterogênea em sua métrica, com 10 JV e 8 ESO compreendendo seu valor total.

Por outro lado, a centralidade de outdegree foi mais equânime entre as montadoras uma vez que a discrepância entre valores foi menor relativo a métrica de indegree. GM, Mazda e Nissan possuem valores um pouco mais destacados do que as outras montadoras, indicando fluxo de dinheiro de saída maior em comparação com o restante. As montadoras FAW e SAIC possuíram somente uma relação de saída, sendo ambas as relações provenientes de ESO com o poder público chinês.

As métricas de 2-Step Reach no Gráfico 2 avaliaram o alcance em até duas relações dos atores para o ator em destaque e do ator para o restante da rede, dada a orientação dos laços que os perpassa na rede. Em até dois laços, as montadoras mais possíveis de serem alcançadas pelo restante da rede foram Nissan com 85 atores, Suzuki com 83 e Daimler com 81. Analogamente, os atores no ano de 2011 que conseguem acessar o maior número de atores possíveis em até dois arcos são novamente a Nissan com 51 atores, em seguida a Mazda com 42. A Toyota, a BMW e a PSA possuem um valor alto, mas ainda inferior ao das montadoras japonesas com 35, 35 e 33 atores respectivamente.

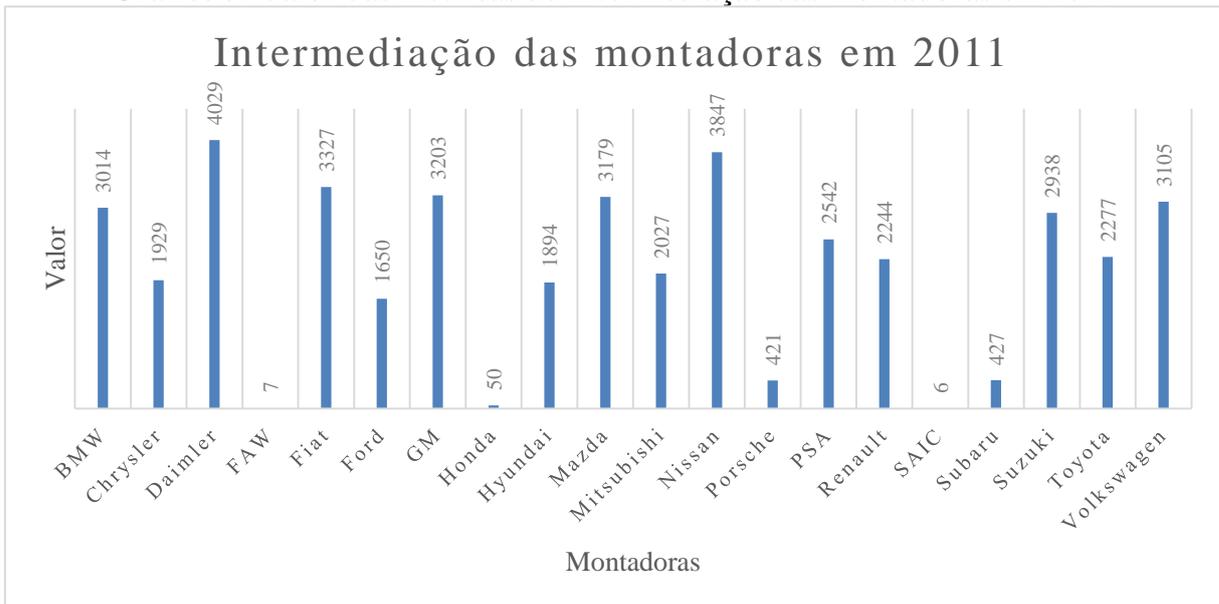
Gráfico 2: Valor das métricas de 2-Step Reach das montadoras em 2011



Fonte: Resultado da pesquisa

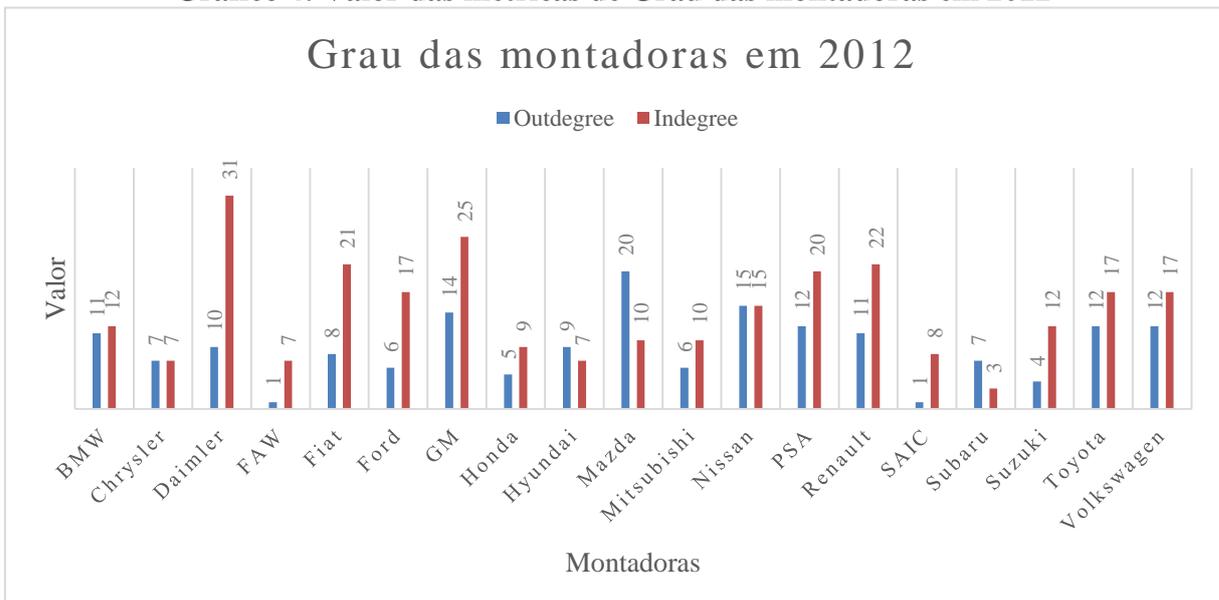
No que tange a métrica de intermediação no ano de 2011, os valores dos atores da rede foram resumidos no Gráfico 3. Conforme o gráfico, os atores com maiores valores de intermediação são respectivamente Daimler com 4029, Nissan com 3847 e Fiat com 3327. Inversamente, Honda, FAW e SAIC mediaram um baixíssimo número de menores caminhos entre dois atores.

Gráfico 3: Valor das métricas de Intermediação das montadoras em 2011



Fonte: Resultado da pesquisa

Gráfico 4: Valor das métricas de Grau das montadoras em 2012



Fonte: Resultado da pesquisa

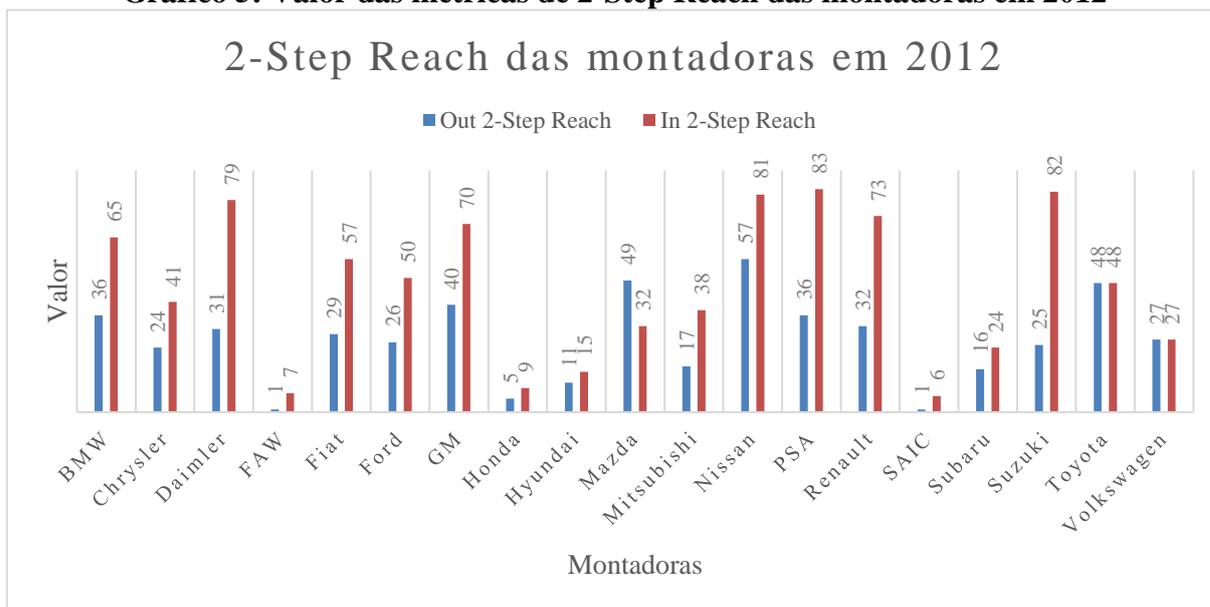
O ano de 2012 não apresentou muitas alterações em relação ao ano anterior. É possível observar que das montadoras que possuíam uma métrica mais elevada em relação aos outros atores, somente a Fiat sofreu uma grande alteração, perdendo 3 unidades na métrica de indegree. Estas três relações correspondem primeiramente a falência da montadora Saab Automobile que possuía uma relação de aquisição de trens de força da Fiat

Não obstante, a venda de participação da SEVEL Nord para a PSA, a não renovação do contrato de venda de transmissões também para a empresa francesa, o abandono da joint venture entre Fiat e Sollers Group foram as causas que levaram a queda da métrica. Em contrapartida, a incorporação da CNH Industrial pela Fiat proporcionou um aumento da métrica. As montadoras Daimler, GM e Renault mantiveram altos valores de indegree.

Em relação ao outdegree, a empresa que mais apresentou uma diferença anual na métrica foi a japonesa Mazda. A montadora subiu de 14 para 20, atribuído principalmente a estrutura de governança ESO devido a grande nova oferta de ações pela empresa em 2012, bem como a um novo contrato de CA para construir veículos do modelo Mazda VX-1 na planta PT Suzuki IndoMobil Motor, uma joint venture entre a Suzuki e o IndoMobil Group.

As métricas de in e out 2-Step Reach variaram mais de um ano para o outro do que as métricas de grau conforme o Gráfico 5. Nele, as montadoras que apresentaram maior métrica em in 2-step foram PSA, Suzuki, Nissan e Daimler. As montadoras chinesas FAW e SAIC, a japonesa Honda e a coreana Hyundai apresentaram valor baixo das duas métricas, possuindo um número baixo de atores adjacentes e de relação intermediada por um ator. No entanto, foram observadas diferenças significativas de out 2-step de 2011 para 2012 em empresas como a Toyota que possibilitou alcançar de 35 para 48 atores em até dois arcos e a Mitsubishi que apresentou uma queda de 13 atores para o fim do ano de 2012.

Em contrapartida, a métrica de in 2-step apresentou maior variação para a PSA, que aumentou sua métrica na rede de 59 para 83 atores. Por outro lado, a Fiat teve uma queda de 16 atores possíveis de alcança-la dentro do critério proposto da métrica.

Gráfico 5: Valor das métricas de 2-Step Reach das montadoras em 2012

Fonte: Resultado da pesquisa

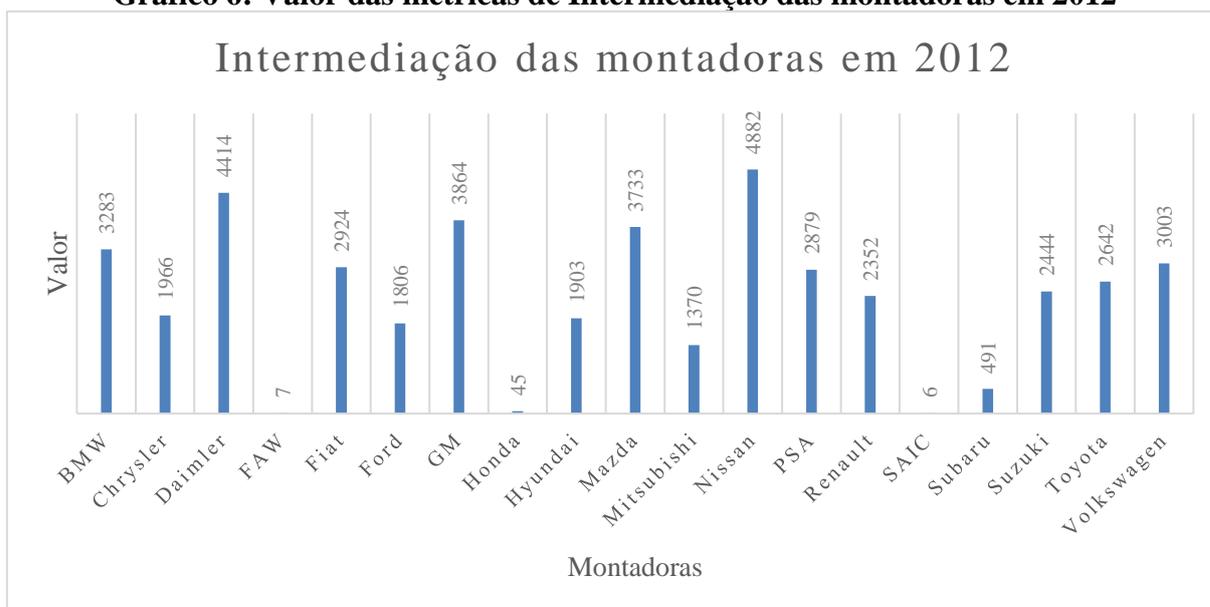
O ano de 2012 demonstra grandes alterações de intermediação para determinadas montadoras. Primeiramente através do Gráfico 6, pode-se observar que as montadoras Nissan, Daimler, GM e Mazda apresentam os quatro maiores valores para a métrica em ordem decrescente. No entanto, as mesmas três empresas de 2011 apresentaram os menores valores de intermediação na rede. No tocante às alterações anuais, a Fiat, a Mitsubishi e a Suzuki caíram aproximadamente 402, 657 e 494 unidades da métrica. De maneira oposta, atores como Nissan e GM tiveram aumentos significativos na métrica, sendo os valores de 1035 e 661 os respectivos aumentos.

Em 2013, o Gráfico 7 apresenta os valores das métricas de grau para os atores. A métrica de indegree tem como expoente a Daimler novamente, uma vez que apresenta um valor de 32. Além disso, as montadoras GM, Renault, Ford e Fiat apresentam valores acima de 20 unidades. A Daimler aumentou em uma unidade sua métrica de indegree pois no ano de 2013 fez uma aliança com a Ford, a Nissan e a Renault para o desenvolvimento em conjunto de células de combustível de hidrogênio. Chrysler, FAW, Hyundai, SAIC e Subaru mantiveram valores baixos de indegree, tendo a Hyundai em especial encerrado uma aliança com a Chrysler na produção do Dodge Attitude em fábricas indianas e coreanas da montadora coreana.

A métrica de outdegree apresentou novamente a Mazda e a Nissan como as empresas de maior valor observado na métrica. A Ford aumentou três unidades em sua métrica devido particularmente a aliança supracitada de desenvolvimento de células de combustível de

hidrogênio com a Daimler, a Nissan e a Renault. Por outro lado, a Subaru apresentou uma queda na métrica para 5 unidades devido ao fim da aliança de desenvolvimento e montagem com a montadora Daihatsu.

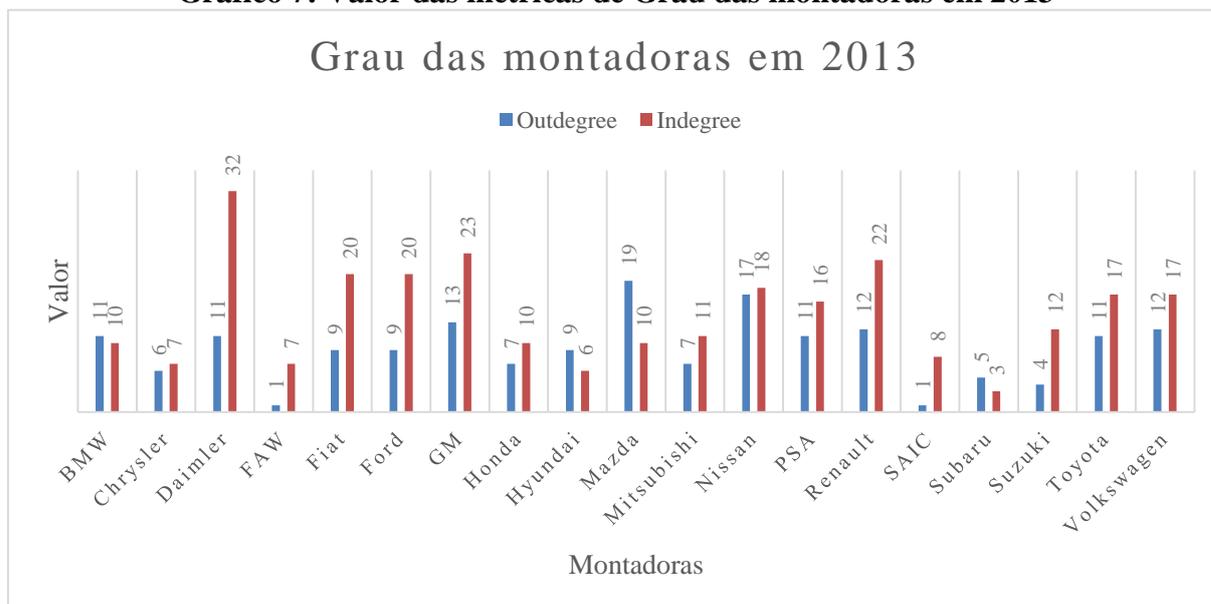
Gráfico 6: Valor das métricas de Intermediação das montadoras em 2012



Fonte: Resultado da pesquisa

No que tange o Gráfico 8, as métricas apontam para os atores de mais fácil acesso em até dois passos na rede, tendo as montadoras Nissan, Daimler e Renault, e por fim a Ford com os respectivos números de 89, 87 e 86 atores. A Hyundai caiu mais da metade do valor observado em 2012 na métrica possivelmente pelo fim da aliança com a Chrysler. Por outro lado, a PSA apesar de ter encerrado uma aliança de tecnologia com a turca Tofas e três joint ventures, sendo uma com a BMW e duas com a Renault, se manteve alcançável na rede de forma quase equivalente.

No mesmo gráfico, é possível observar a Nissan por mais um ano tendo o maior alcance dentro da rede, desta vez com 59 atores. A Ford por sua vez ampliou seu alcance na rede em 17 atores pelas alianças feitas com Daimler, Nissan e Renault e em seguida a Fiat com 15 atores a mais do que o ano anterior pela aliança de manufatura com a montadora Karsan para produção do Fiat Ducato.

Gráfico 7: Valor das métricas de Grau das montadoras em 2013

Fonte: Resultado da pesquisa

Os valores de intermediação referentes ao Gráfico 9 mostram que no ano de 2013 a Daimler, Nissan e GM apresentaram os maiores valores da métrica. A Mazda diminuiu aproximadamente em 247 distâncias geodésicas, significando que ela reduziu na quantidade apresentada o número de menores distâncias entre dois outros atores que contenham a Mazda; não obstante a Chrysler reduziu 705 em sua métrica.

As montadoras Ford e BMW cresceram 860 e 549 respectivamente, da mesma forma que a japonesa Honda que aumentou sua métrica para 1527, tendo nos dois anos anteriores apresentado valores bem inferiores de 50 e 45. A Honda no último ano fez uma aliança de tecnologia com a General Motors para o desenvolvimento em conjunto de tecnologias de células de combustível de hidrogênio.

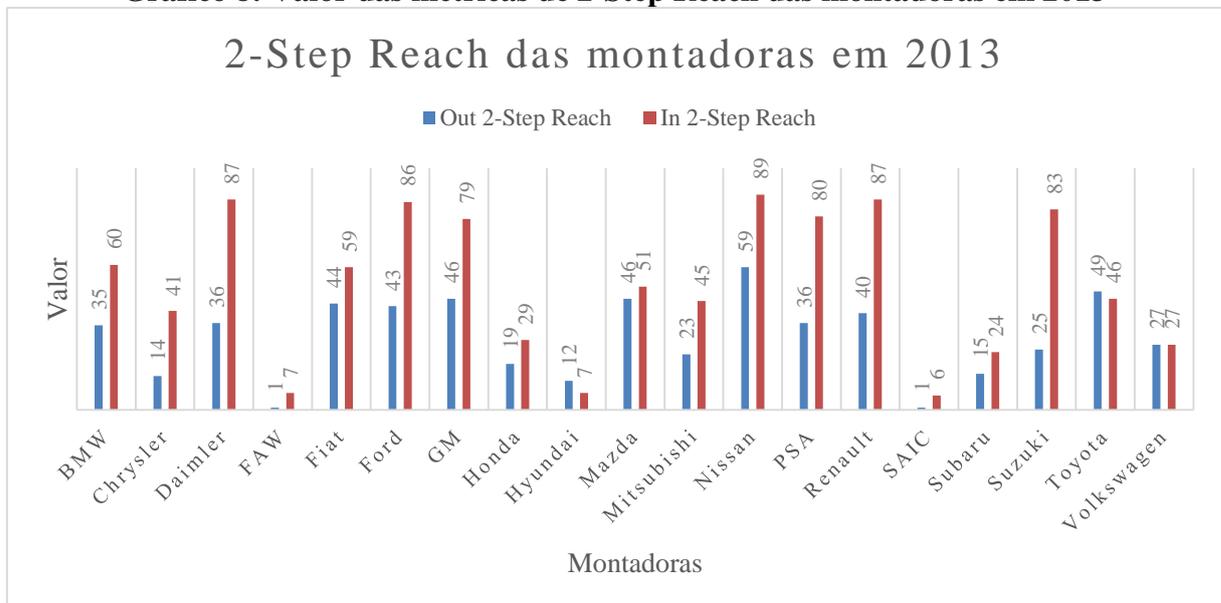
Para as comparações diretas dos atores entre os anos, as métricas foram normalizadas e apresentadas conforme constam na Tabela 1. A tabela apresenta as métricas de centralidade calculadas normalizadas para corrigir um viés dado um possível número diferente de atores para cada ano, como acontece em relação ao primeiro e os dois últimos anos desta pesquisa.

A princípio, como as alterações das métricas serão avaliadas por meio das alterações anuais, a montadora Porsche será desconsiderada uma vez que suas métricas compreendem somente o ano de 2011. A BMW apresentou métricas relativamente estáveis durante os três anos, com exceção do ano de 2012 para 2013 na métrica de in 2-step reach. A montadora alemã perdeu alcance na rede devido primeiramente a venda da Husqvarna Motorcycles para a

empresa Pierer Industrie AG, e em segundo lugar pelo fim da joint venture BMW Peugeot Citroën Electrification com a PSA por motivos ligados a aliança da montadora francesa com a GM em 2012.

Outra aliança que influenciou a BMW na rede foi o fim em 2011 da compra de motores à gasolina pela sueca Saab. A montadora ficou insolvente e entrou com pedido de falência, sendo readquirida por outra empresa. Por outro lado, em 2012 a BMW estabeleceu uma parceria com a holandesa VDL Nedcar para fabricar a partir de 2014 alguns modelos da marca Mini. Estas e outras alterações configuradas na topologia da rede permitiram uma melhoria na intermediação que se apresentou crescente de 2011 até 2013.

Gráfico 8: Valor das métricas de 2-Step Reach das montadoras em 2013



Fonte: Resultado da pesquisa

A Chrysler apresentou grandes flutuações em duas métricas específicas. A out 2-step diminuiu significativamente de 2012 para 2013, apesar do pequeno incremento de 2011 para 2012. Não obstante, sua intermediação reduziu pouco, mas de maneira contínua durante os três anos. A montadora em 2012 iniciou uma aliança para a montagem do veículo Ram ProMaster City na Tofas, uma montadora turca de propriedade da Koç Holding e da Fiat.

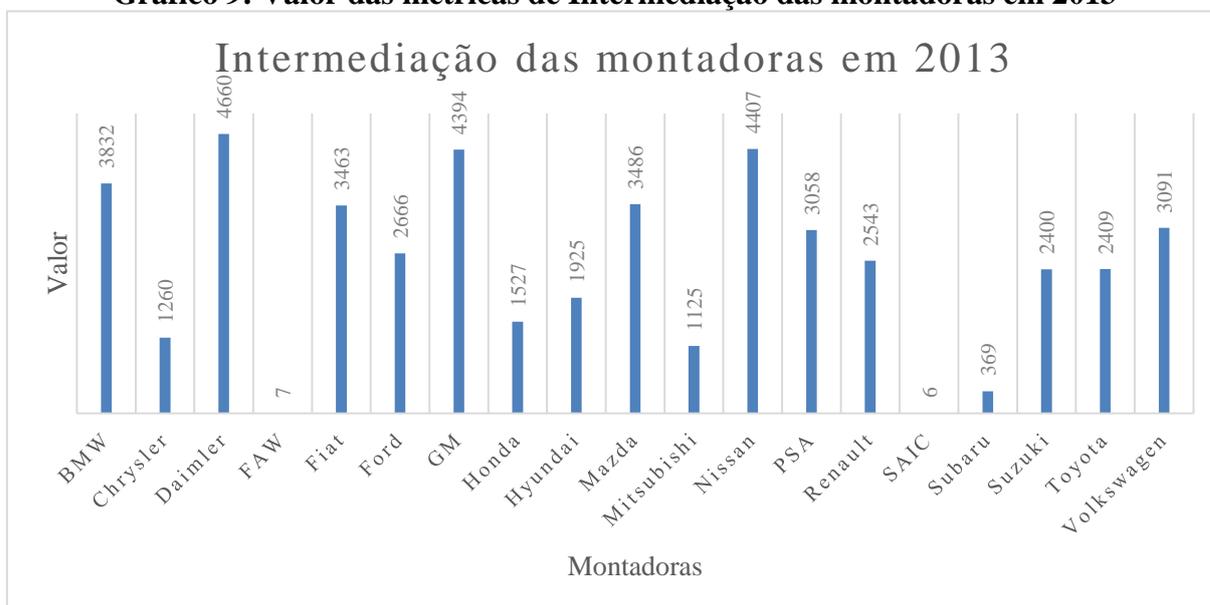
No ano subsequente, a montadora americana cessou a fabricação do Dodge Attitude especialmente para o mercado mexicano em fábricas da Hyundai localizadas na Coreia do Sul e na Índia, bem como a fabricação da Dodge Caravan em fábricas na China da Soueast devido

a mudança de estratégia adotada em prol da fabricação de veículos da Chrysler na China em fábricas da GAC Fiat Automobiles. Estas mudanças foram fundamentais para a alteração e redução da posição central da montadora na rede.

Na contramão da empresa americana, a Daimler obteve durante os anos uma posição cada vez mais central na rede em todas as métricas analisadas. Em especial, pode-se observar um aumento bem maior nas métricas de 2-step reach, apontando para uma maior aproximação em até dois passos da empresa em relação à rede e da rede em relação à empresa. As relações da Daimler foram estáveis, exceto em 2013 quando foi iniciada uma aliança entre Daimler, Ford, Nissan e Renault para desenvolvimento conjunto de células de combustível de hidrogênio. A Daimler e a Ford já possuíam a joint venture Automotive Fuel Cell Cooperation para desenvolvimento de células de combustível, mas não possuíam uma aliança direta entre si.

No ano de 2012, a Aabar Investments vendeu as ações que detinha da Daimler, ao passo que em 2013 a empresa alemã fechou a aliança de tecnologia com as montadoras supracitadas. Esta nova configuração e acesso direto por relações diversificadas garantiu uma posição cada vez mais central na rede.

Gráfico 9: Valor das métricas de Intermediação das montadoras em 2013



Fonte: Resultado da pesquisa

Tabela 2: Valor normalizado das métricas de centralidade

	2011					2012				
	nIndegree	nOutdegree	nIn 2-Step	nOut 2-Step	nIntermediação	nIndegree	nOutdegree	nIn 2-Step	nOut 2-Step	nIntermediação
BMW	0,0149	0,0115	0,2241	0,1207	0,0360	0,0138	0,0126	0,2241	0,1241	0,0392
Chrysler	0,0080	0,0069	0,1517	0,0759	0,0230	0,0080	0,0080	0,1414	0,0828	0,0235
Daimler	0,0356	0,0126	0,2793	0,1034	0,0481	0,0356	0,0115	0,2724	0,1069	0,0527
FAW	0,0080	0,0011	0,0241	0,0034	0,0001	0,0080	0,0011	0,0241	0,0034	0,0001
Fiat	0,0276	0,0080	0,2517	0,1034	0,0397	0,0241	0,0092	0,1966	0,1000	0,0349
Ford	0,0207	0,0069	0,1621	0,0897	0,0197	0,0195	0,0069	0,1724	0,0897	0,0215
GM	0,0276	0,0184	0,2138	0,1207	0,0382	0,0287	0,0161	0,2414	0,1379	0,0461
Honda	0,0115	0,0057	0,0345	0,0172	0,0006	0,0103	0,0057	0,0310	0,0172	0,0005
Hyundai	0,0080	0,0103	0,0517	0,0379	0,0226	0,0080	0,0103	0,0517	0,0379	0,0227
Mazda	0,0115	0,0161	0,1310	0,1448	0,0379	0,0115	0,0230	0,1103	0,1690	0,0445
Mitsubishi	0,0115	0,0103	0,1345	0,1034	0,0242	0,0115	0,0069	0,1310	0,0586	0,0163
Nissan	0,0195	0,0184	0,2931	0,1759	0,0459	0,0172	0,0172	0,2793	0,1966	0,0582
Porsche	0,0034	0,0069	0,0621	0,0448	0,0050	-	-	-	-	-
PSA	0,0207	0,0126	0,2034	0,1138	0,0303	0,0230	0,0138	0,2862	0,1241	0,0343
Renault	0,0276	0,0149	0,2517	0,1103	0,0268	0,0253	0,0126	0,2517	0,1103	0,0281
SAIC	0,0092	0,0011	0,0207	0,0034	0,0001	0,0092	0,0011	0,0207	0,0034	0,0001
Subaru	0,0034	0,0080	0,0828	0,0552	0,0051	0,0034	0,0080	0,0828	0,0552	0,0059
Suzuki	0,0138	0,0057	0,2862	0,1034	0,0351	0,0138	0,0046	0,2828	0,0862	0,0292
Toyota	0,0195	0,0126	0,1621	0,1207	0,0272	0,0195	0,0138	0,1655	0,1655	0,0315
Volkswagen	0,0218	0,0138	0,0966	0,0966	0,0370	0,0195	0,0138	0,0931	0,0931	0,0358

Continua

Conclusão

	2013				
	nIndegree	nOutdegree	nIn 2-Step	nOut 2-Step	nIntermediação
BMW	0,0116	0,0128	0,2091	0,1220	0,0467
Chrysler	0,0081	0,0070	0,1429	0,0488	0,0154
Daimler	0,0372	0,0128	0,3031	0,1254	0,0568
FAW	0,0081	0,0012	0,0244	0,0035	0,0001
Fiat	0,0232	0,0105	0,2056	0,1533	0,0422
Ford	0,0232	0,0105	0,2997	0,1498	0,0325
GM	0,0267	0,0151	0,2753	0,1603	0,0535
Honda	0,0116	0,0081	0,1010	0,0662	0,0186
Hyundai	0,0070	0,0105	0,0244	0,0418	0,0235
Mazda	0,0116	0,0221	0,1777	0,1603	0,0425
Mitsubishi	0,0128	0,0081	0,1568	0,0801	0,0137
Nissan	0,0209	0,0197	0,3101	0,2056	0,0537
Porsche	-	-	-	-	-
PSA	0,0186	0,0128	0,2787	0,1254	0,0373
Renault	0,0256	0,0139	0,3031	0,1394	0,0310
SAIC	0,0093	0,0012	0,0209	0,0035	0,0001
Subaru	0,0035	0,0058	0,0836	0,0523	0,0045
Suzuki	0,0139	0,0046	0,2892	0,0871	0,0292
Toyota	0,0197	0,0128	0,1603	0,1707	0,0293
Volkswagen	0,0197	0,0139	0,0941	0,0941	0,0377

Fonte: Elaborado pelo autor

As montadoras chinesas FAW e SAIC ainda detêm posições periféricas na rede com pequenos valores e pouca variação de centralidade observada durante os anos. No entanto, foi percebido um grande número de joint ventures formadas entre as duas e as demais montadoras chinesas pertencentes à rede, tais como BAIC Group, Brilliance Auto, Changan Automobile, Dongfeng Motor Group, China Motor Corporation e GAC Group.

Nota-se que as relações das empresas chinesas perpassam as mais diversas e maiores montadoras no mundo, em especial a General Motors que apresentou diversas alianças com a SAIC e a Toyota com a FAW.

A Fiat apresentou poucas alterações em suas métricas. A montadora italiana obteve crescimento na métrica de outdegree acompanhado de um também crescimento excepcional no alcance da rede com 2-step reach. Sua intermediação caiu de 2011 para 2012, mas em 2013 terminou maior do que no primeiro ano analisado. Quando observadas as alianças da Fiat, destaca-se primeiramente o ano de 2013, quando ela fez uma aliança com a japonesa Mazda para a fabricação do Alfa Romeo Spider em fábricas da montadora japonesa em Hiroshima, dando para a Fiat o alcance de uma parte da rede que antes ela não possuía.

A Fiat Industrial se integrou a CNH Global em 2012 para abrir uma das maiores empresas de produção de bens desde equipamentos industriais para o setor agrícola até veículos comerciais e caminhões, bem como adquiriu o a parte da joint venture VM Motori pertencente a GM. Apesar do fim de alianças no desenvolvimento conjunto de transmissões com a PSA e da venda de trens de força para a Saab, a montadora obteve uma posição relativamente central na rede.

No tocante a Ford, a montadora não oscilou em suas métricas até 2013, quando por meio da aliança de cooperação já mencionada realizada diretamente com a Daimler, a Nissan e a Renault, três das montadoras de melhor posição na rede, ela aumentou suas métricas em especial a de 2-step reach, se tornando melhor posicionada para o restante dos atores mais próximos.

Das 3 montadoras de Detroit, a General Motors foi a que obteve posição mais central em quatro das cinco métricas estudadas, salvo a métrica de in 2-step relativo a Ford no ano de 2013. Mesmo apresentando valores decrescentes de ambas as métricas de grau, suas métricas de alcance e de intermediação foram crescentes para todos os anos. No ano de 2012 a GM adquiriu uma parte das ações da PSA e realizou uma aliança de compartilhamento de plataformas de veículos e aquisição de peças e partes com a montadora francesa.

Não obstante, a empresa em 2013 cessou a aliança de tecnologia e partes com a turca Tofas na fabricação do Opel/Vauxhall Combo; contudo, a GM continuou utilizando as

plataformas de construção da montadora turca para montar o modelo LCV. Também em 2013, a General Motors iniciou uma aliança com a Honda no desenvolvimento compartilhado de sistemas de célula de combustível de hidrogênio, uma tendência observada em diversas alianças neste período.

No tocante a montadora japonesa, suas métricas não se alteraram significativamente até o ano de 2013, se deslocando para uma posição menos periférica na rede para uma mais centralizada por intermediar um maior número de caminhos na rede, bem como se tornar mais próxima de um maior número de atores. Este salto nas suas métricas foi possibilitado pela aliança citada anteriormente com a General Motors, onde até então suas alianças eram em compreendidas por ESO e JV.

Outra montadora pouco central nas redes é a Hyundai. A coreana obteve valor relativamente baixo nas métricas de centralidade e que pouco se alteraram conforme os anos. Suas relações são compreendidas primeiramente por JV e ESO, e ainda detinha alianças para montar seus carros pelos três anos nas montadoras Bogdan Co., CAO Group, Karsan, Ghabbour Group, Mitsubishi Fuso e TagAZ. Porém, em 2011 e 2012 a Chrysler utilizava fábricas da Hyundai para construir o Dodge Attitude e terminou a aliança perdendo efetivamente posicionamento na rede no último ano.

A montadora Mazda apresentou valores de intermediação altos, perdendo um pouco da importância desta métrica no último ano. Seu posicionamento para ser contatada em 2013 também aumentou consideravelmente, primeiramente pela aliança realizada com a Fiat para produção do Alfa Romeo Spider, em segundo lugar pela aquisição de produção exclusiva de uma das fábricas da Inokom para veículos da Mazda na Malásia e em terceiro lugar pelo início em 2012 de uma aliança para produção do Mazda VX-1 em fábricas na Indonésia da Suzuki IndoMobil Motor.

Além disso, em 2012 a montadora japonesa ofertou um grande número de ações, pulverizando seu capital para novos acionistas e aumentando em grande número sua métrica de outdegree de 2011 para 2012.

A japonesa Mitsubishi apresentou métricas relativamente estáveis para todos os anos, com queda ocorrida em todas as centralidades de 2011 e 2012, para uma melhora no ano de 2013, salvo a métrica de intermediação que caiu em todos os anos. A montadora vendeu em 2012 sua participação na montadora VDL Nedcar para a VDL Groep, ao passo que estabeleceu uma joint venture com a chinesa GAC Group para iniciar a produção do SUV Mitsubishi ASX em território chinês para o mercado nacional.

Em 2013, a Mitsubishi se aproximou da francesa Renault em uma aliança que apesar de não ter melhorado sua intermediação, a ajudou nas outras quatro métricas observadas. Esta aliança franco-japonesa possui participação da Nissan, embora as duas montadoras japonesas já detinham contratos de tecnologia e partes entre si desde 2011 em um âmbito mais restrito e mais dirigido ao Japão. A parceria firmada entre as três foi para o desenvolvimento conjunto de carros compactos e médios, além de tecnologia em veículos elétricos.

A já mencionada Daimler e a Nissan se apresentaram como as montadoras mais centrais das redes, com a japonesa apresentando os maiores valores das métricas de 2-step reach e alguns dos maiores nas de grau; na métrica de intermediação a empresa exibiu valores menores apenas da Daimler. A Nissan foi a montadora que mais fez alianças T&PA e CA nos três anos. Apesar dela e da Renault terem defeito a aliança com a indiana Bajaj Auto na fabricação de carros de baixo custo, suas alianças e relações estabelecidas com distintas montadoras e empresas a colocou como um ator cosmopolita na rede.

Como exemplo, o ano de 2013 foi em termos das relações cujo fluxo de dinheiro apontava para a Nissan, extremamente profícuo uma vez que ela detinha na época cinco alianças T&PA com Daimler, Renault, Ford, Mitsubishi e a joint venture AFCC Auto da Daimler e Ford. Não obstante, suas seis alianças de CA com GM, Mitsubishi, Renault, Isuzu Motors, Mitsubishi Fuso e Mazda ampliavam o alcance da rede com a montadora.

A PSA chamou a atenção nas métricas de indegree do final de 2012 para o ano de 2013 e na de in 2-step. A empresa francesa possuía uma aliança com a Tofas no desenvolvimento conjunto dos veículos Peugeot Beeper e Citroën Nemo, ambos usando os mesmos componentes, arquitetura e chassi do Fiat Fiorino; aqui vale lembrar que a Tofas é de propriedade também da Fiat. Além disso, a francesa e a Renault encerraram em 2013 duas joint ventures, a Française de Mécanique e a Société de Transmissions Automatiques, levando a uma diminuição do indegree.

Do final do ano de 2011 para 2012, a PSA contemplou um incremento no in 2-step devido às alianças estabelecidas com a General Motors naquele ano, as quais compreendiam estruturas de governanças ESO e T&PA a princípio entre a montadora francesa e americana. Ainda, a PSA montava carros da Fiat na Sevel Nord, uma fábrica recém adquirida da própria empresa italiana, e da Toyota com o Toyota ProAce, garantindo uma relação com cada montadora descrita e possibilitando ser mais próxima dos outros atores da rede.

A próxima montadora francesa da rede, a Renault, possui boas métricas de centralidade de uma forma geral, especialmente por estar próxima e ter um alto número de relações com grandes e centrais atores como Daimler e Nissan. Com exceção da métrica de outdegree, todas

as outras métricas restantes apresentaram crescimento nos três anos analisados para a empresa francesa. Apesar da queda apresentada de 2011 até 2013 no outdegree em função do fim das alianças Nissan-Renault e Bajaj Auto para desenvolvimento e montagem de veículos de baixo custo bem como o fim da relação entre Mahindra & Mahindra e Renault na montagem de veículos da segunda empresa.

No entanto, a aproximação da empresa com a rede em ambas as direções e sua intermediação cresceram, sendo a segunda de forma suave. As grandes alianças de T&PA da empresa feitas com Ford, Mitsubishi e Daimler possibilitaram à montadora alcançar e ser alcançada por partes da rede que em 2012 não foi possível. Todas as relações acima apresentadas tangem o desenvolvimento compartilhado de tecnologias de combustível, pequenos veículos, veículos comerciais leves e trens de força.

A empresa Subaru revelou métricas que não apresentaram grandes variações durante os anos. Contudo, é possível notar que o outdegree da empresa de 2012 para 2013 foi o valor que mais decresceu. Esta queda foi proporcionada pelo fim de duas alianças com a montadora Daihatsu Motor. Estas alianças compreendiam o fornecimento de partes bem como da linha de montagem da Daihatsu para a empresa japonesa com o intuito de fabricar o Subaru Dex.

A Suzuki perdeu posicionamento intermediário entre os atores durante os dois primeiros anos e revelou métricas de grau não muito flutuantes. Apesar disso, sua métrica mais impactante foi a de in 2-step, em que foi apresentada uma queda no final do ano de 2012. Como as relações do ano de 2011 e de 2012 não se alteraram em relação à entrada de dinheiro, presume-se que efeitos externos à montadora reduziram a capacidade da rede de alcançá-la.

Outra montadora japonesa que não obteve grandes flutuações em suas métricas foi a Toyota, embora das montadoras japonesas ela só obteve posição menos central do que a Nissan. De maneira similar à Nissan, a Toyota apresentou relativamente aos outros atores durante os anos um maior número de alianças T&PA com as montadoras BMW, Ford, Subaru, Mazda, Isuzu Motors, Tesla e Yamaha Motor.

No ano de 2012 a Toyota produziu o veículo ProAce em fábricas da PSA, utilizando a arquitetura e o chassi dos veículos Citroën Dispatch e Peugeot Expert; a Fiat também montou o Fiat Scudo na Sevel Nord neste ano. Em relação à montadora Volkswagen, suas métricas também tiveram pequena alteração no decorrer dos anos, salvo a métrica de indegree do final de 2011 para o fim de 2012, quando neste ano a empresa alemã comprou o restante 50,1% da montadora Porsche que ainda não possuía, integrando-a completamente ao grupo Volkswagen.

grupo estão apresentadas na Tabela 3. A tabela contempla as métricas para os grupos que contém as principais montadoras da rede.

Desta forma, para 2011 serão exibidos 11 grupos dos 12 totalizados, uma vez que um dos subgrupos formados abrigava apenas os três Renault Pars, Iran Khodro Co. e SAIPA Group, sem a participação de um dos 20 atores principais. É relevante afirmar aqui que as métricas destes subgrupos são calculadas utilizando todos os atores pertencentes à rede dentro de cada subgrupo, e não somente os atores em separado.

Tabela 3: Métricas de centralidade dos subgrupos em 2011

Grupo	Montadoras Principais	Indegree	Outdegree	In 2-Step	Out 2-Step
Grupo 1	Honda	1	4	10	31
Grupo 2	Ford Mazda	8	12	48	46
Grupo 3	Hyundai	3	4	11	20
Grupo 4	GM SAIC	9	11	81	44
Grupo 5	Daimler Nissan Renault	22	7	82	41
Grupo 6	BMW	5	6	78	40
Grupo 7	FAW Subaru Suzuki Toyota	13	10	97	59
Grupo 8	Porsche Volkswagen	4	4	38	19
Grupo 9	Chrysler Fiat	10	7	71	46
Grupo 10	Mitsubishi	4	6	39	40
Grupo 11	PSA	10	10	71	51

Fonte: Elaborado pelo autor

As métricas foram calculadas utilizando seu valor integral e não normalizadas pois como os subgrupos se alternam de um ano para o outro, não faria sentido compará-los em diferentes anos. Como pode ser observado pela Tabela 3, algumas empresas reconhecidamente parceiras na indústria automotiva foram deslocadas para o mesmo subgrupo na rede, como é o

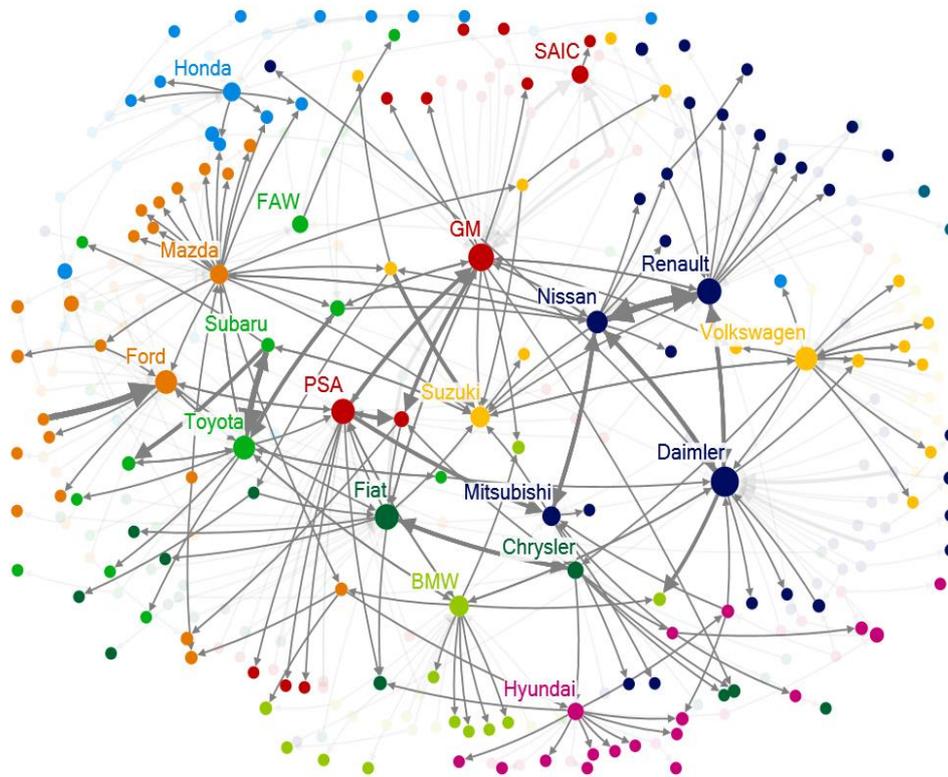
caso dos grupos de Ford e Mazda, Nissan e Renault e Chrysler e Fiat. As montadoras Mitsubishi, PSA, Honda, BMW e Hyundai não foram alocadas com nenhum dos outros principais atores. Em cada grupo constam 14, 18, 31, 22 e 21 atores respectivamente a cada montadora que acabou isolada na análise realizada.

No grupo 2, pertencente a Ford e a Mazda, a aliança que foi realizada em 1974 entre as duas montadoras chegou em 2011 com a Ford possuindo 35% das ações da montadora japonesa. Contudo, não são somente relação de propriedade acionária que mantém as duas empresas próximas na rede, e sim relações diferentes entre ambas que as colocam no mesmo subgrupo. Apesar delas possuírem somente estruturas de governança entre si de ESO, elas compartilham de alianças na formação de joint ventures e na fabricação de veículos em linhas de montagem cuja totalidade da propriedade não é somente de uma das montadoras.

A Ford e a Mazda possuem no total 4 joint ventures em 2011, correspondendo a duas AutoAlliance, uma nos Estados Unidos e uma na Tailândia, e duas joint ventures na China em parceria com a Changan Automobile. Não obstante, a Mazda em 2011 utiliza as fábricas da Ford Lio Ho Motor e Ford Lio Ho Engine, duas joint ventures entre Ford e Lio Ho Group para montar o Mazda Premacy.

Em relação à centralidade, o subgrupo composto também pelas duas montadoras apresentou a maior métrica de outdegree, totalizando 12 atores externos ao Grupo 4 com os quais as empresas pertencentes ao subgrupo de Ford e Mazda estabeleceram fluxos de saída de dinheiro. A métrica de out 2-step foi uma das mais altas, com 46 atores possíveis de serem contatados em até 2 passos, indicando um número relativamente alto de atores na fronteira do subgrupo.

Figura 20: Rede com os subgrupos identificados em 2012



Fonte: Elaborado pelo autor

Como era de se esperar, o grupo 5 consta com a aliança Renault-Nissan e possui um participante esperado se observadas as relações e as participações entre os atores em 2011, a Daimler. A montadora alemã e a aliança franco japonesa possuem participação acionária cruzada entre elas, sendo 1,5% das ações da Daimler pertencentes a Nissan e 1,5% das ações pertencentes a Renault totalizando 3% para a aliança, ao passo que a Daimler detém 3,1% de cada empresa da aliança.

Não somente a aliança de participação acionária, mas as três montadoras detêm relações diretas de T&PA iniciadas em 2010 no codesenvolvimento de diversas tecnologias como carros de pequeno porte como os da linha Smart para a Daimler e o Twingo para a Renault, trens de força e motores para o projeto. No tocante a somente as duas montadoras, elas compartilham das quatro estruturas de governança observadas.

Primeiramente, a Renault possui 43,8% das ações da Nissan e a Nissan 15% das ações da Renault. Ambas as montadoras compartilham de plataformas de montagem, como a produção do Renault Trafic na fábrica da Nissan em Barcelona. Além disso, as alianças de

T&PA em projetos selecionados específicos como em tecnologia de baterias entre elas e a joint venture estabelecida com o governo brasileiro na estruturação da COFAL colocam as duas empresas muito próximas uma da outra na rede e em posição estratégica nela.

As métricas de centralidade do grupo foram altas e a maior observada especialmente no indegree; o grupo formado principalmente por Daimler, Renault e Nissan obtiveram 22 relações de fluxos de entrada de dinheiro de atores externos ao grupo, demonstrando como este grupo se relacionou e recebeu valores em número maior de atores da rede externos ao grupo 6. Este grupo também se consolidou como o segundo mais acessível para os nós externos, com um total de 82 atores próximos de alcançar o grupo.

O próximo grupo é formado pela General Motors e a Shanghai Automotive. As duas montadoras possuem exclusivamente joint ventures entre elas, contudo elas compreendem um total de cinco joint ventures. Estas empresas formadas a partir das duas grandes montadoras são a General Motors Daewoo, General Motors India, SAIC-GM DongYue Powertrain, SAIC-GM Wuling Automobile e a Shanghai General Motors. A General Motors e a Toyota são as duas empresas de acordo com as redes e os três anos que compartilham um mesmo subgrupo que uma montadora chinesa.

O grupo identificado acima possui logo atrás do grupo 5, 81 atores externos ao grupo possíveis de os alcançarem em até dois passos e, não obstante o segundo maior outdegree com 11 relações em que houveram saídas de dinheiro para atores externos ao grupo.

O grupo 7 foi dos subgrupos identificados o que acumulou o maior número de montadoras principais no ano de 2011, contendo a chinesa FAW e as japonesas Subaru, Suzuki e Toyota. A coparticipação de FAW e Toyota era sob aspecto relacional prevista, uma vez que as empresas a despeito de não deterem relações entre si, formaram três joint ventures: Sichuan FAW Toyota Motor, Tianjin FAW Toyota Engine e a Tianjin FAW Toyota Motor.

Por outro lado, as empresas japonesas detêm diversas relações entre si, especialmente a Subaru e a Toyota. Em 2011, a Suzuki e a Toyota possuíam respectivamente 2% e 17% das ações da montadora pertencente a Fuji Heavy Industries, e esta possuía 1% das ações da Suzuki. Além disso, a Toyota cedia linhas de montagem para a fabricação do Subaru Trezia e em contrapartida a Toyota fabricava o Toyota Camry em fábricas da Subaru nos Estados Unidos.

As empresas partilhavam de uma relação de T&PA para fabricação de trens de força híbridos, bem como para desenvolver em conjunto um carro esporte. Vale ressaltar ainda que a montadora japonesa Daihatsu, atualmente de propriedade integral da Toyota mas que em 2011 a propriedade já correspondia a mais de 50%, apresentou uma relação de tecnologia e outra de manufatura com a Subaru. A Daihatsu então fornecia tecnologia, sendo OEM com o Daihatsu

Coo (*Original Equipment Manufacturer*) à Subaru para a fabricação de miniveículos e ainda usava sua principal planta de montagem para fabricar veículos para a Toyota e a Subaru, respectivamente o Toyota dB e o Subaru Dex.

As métricas apresentadas pelo grupo no que tange o alcance são as maiores, sendo observado o valor de 97 para o in 2-step e de 59 para o out 2-step; estas métricas posicionam este grupo em um local estratégico da rede para um acesso mais fácil dela em relação ao grupo e do grupo à rede. O indegree observado é o segundo maior com 13 relações de fluxo de entrada de dinheiro e o terceiro maior de outdegree juntamente com o grupo 11 caracterizado pela PSA com 10 relações de outdegree com atores externos.

O grupo formado pelas alemãs Porsche e Volkswagen e suas relações praticamente exclusivas da primeira com a segunda no tocante à participação acionária, aliança de tecnologia e partes e contratos de montagem podem ser um dos fatores que levou a compra da Porsche pela Volkswagen, sem esquecer que em 2011 a Porsche fez uma investida para adquirir as ações que daria controle a ela sobre a Volkswagen.

As duas montadoras codesenvolveram tecnologias e compartilhavam partes que compreendiam o chassi, motor e sistemas de direção híbridos, e de forma similar a Porsche construía seus veículos em plataformas da Volkswagen. Em relação às métricas, os menores valores apresentados pelos grupos em termos de centralidade foram por este grupo, possivelmente por uma posição estritamente periférica da montadora Porsche. É relevante lembrar que apesar de mais central dentre as duas, a Volkswagen também obteve posições menos centrais do que diversas grandes montadoras na rede, conforme os resultados do tópico 4.1.

No ano de 2011, outra aliança iniciada a partir de 2009 após declaração de falência pela empresa americana de forma que em 2014 as montadoras foram amalgamadas, e observada na rede nos três anos foi entre a Fiat e a Chrysler. Já em 2011, a Fiat possuía aproximadamente 55% das ações da empresa americana e ainda utilizava plataformas da Chrysler para montar alguns de seus veículos nos Estados Unidos, território onde a italiana jamais se impôs; bem como mantinham alianças mútuas de tecnologia para criação de veículos, transmissões e motores.

Se observadas as centralidades aqui, o grupo possui posição relativamente central, com valores de indegree altos e de outdegree medianos. O alcance do grupo relativo a até dois passos de distância é composto por valores razoáveis, consideradas as métricas dos outros grupos.

Tabela 4: Métricas de centralidade dos subgrupos em 2012

Grupo	Montadoras Principais	Indegree	Outdegree	In 2-Step	Out 2-Step
Grupo 1	Honda	2	5	29	35
Grupo 2	Ford Mazda	6	14	48	54
Grupo 3	Hyundai	2	4	10	16
Grupo 4	GM PSA SAIC	17	15	82	54
Grupo 5	Daimler Mitsubishi Nissan Renault	24	7	91	43
Grupo 6	BMW	5	4	72	28
Grupo 7	FAW Subaru Toyota	6	9	56	64
Grupo 8	Suzuki Volkswagen	10	6	87	28
Grupo 9	Chrysler Fiat	8	7	76	40

Fonte: Elaborado pelo autor

Como pode-se observar pela Figura 20, a rede configurada no ano de 2012 apresenta algumas características à primeira vista distintas da rede de 2011 no que tange os subgrupos formados. Primeiramente, o algoritmo de Louvain encontrou 10 subgrupos em uma modularidade máxima de $Q = 0,661$ e novamente um subgrupo formado pelos mesmos três atores não conteve quaisquer das montadoras principais, sendo retirado das análises estatísticas e da Tabela 4.

Nesta rede, as montadoras Honda, Hyundai e BMW novamente foram alocadas em subgrupos cujos atores dentre os 19 tomados como referência pelo guia, não foram selecionados para compartilhar um dos 10 grupos identificados. Desta forma, os grupos formados pelas montadoras supracitadas contêm respectivamente 30, 26 e 21 atores contra 31, 21 e 22 em 2011, sendo o ator a mais alocado no grupo da Honda foi a GAC Mitsubishi Motors, os cinco a mais no grupo da Hyundai foram China Motor Corporation, FJMG Motor, Fujian Benz Automotive, Fujian Motors Group e Soueast Motor e o ator a menos do grupo da BMW foi a Inokom Co., que foi alocada no grupo da Mazda e da Ford.

O ano de 2012 apresentou dois grupos similares ao ano anterior. Em primeiro lugar, as montadoras Ford e Mazda permaneceram alocadas no mesmo grupo, apesar das mudanças que alteraram a topologia da rede em 2012. Neste ano, as empresas não estabeleceram ou cessaram alianças entre si em suas relações, com a Ford tendo ainda participação acionária sobre a montadora japonesa de aproximadamente 21%, ante os 35% em 2011, e a Mazda utilizando a joint venture Ford Lio Ho para montar o Mazda Premacy. O autor ressalta que não houve em ambos os anos de 2011 e 2012 quaisquer fluxos de dinheiro direto da Ford para a montadora japonesa.

Novamente o que manteve as montadoras no mesmo grupo foram as joint ventures compartilhadas por elas. Entretanto, no ano de 2012 foram observadas algumas alterações nestas relações, como o fim da AutoAlliance International que foi reapropriada integralmente pela Ford, bem como a joint venture Changan Ford Mazda Automobile que foi dividida em Changan Ford Automobile e Changan Mazda Automobile. As métricas observadas para o grupo em 2012 apresentaram queda no indegree e aumento no outdegree em mesma quantidade; além disso, o in 2-step se manteve igual e a métrica oposta aumentou em 8 atores.

O segundo grupo cujas montadoras principais permaneceram as mesmas foi o grupo 9 constituído em maior destaque pela Chrysler e pela Fiat. As duas ampliaram sua já consistente relação com o já descrito início de produção da Ram ProMaster City na montadora Tofas, cuja propriedade é detida em parcela pela Fiat. A estratégia é a de suprir a demanda por vans de transporte, fabricando o veículo cuja OEM é o Fiat Doblò e exportando para a América do Norte onde as marcas da Chrysler são mais fortes.

Uma característica importante entre ambas as montadoras é a de que não foi identificada quaisquer joint ventures entre elas, com suas alianças sendo direcionadas as outras três estruturas de governança. Os valores de centralidade observados para 2012 reduziram em indegree e out 2-step, mas se mantiveram iguais em outdegree e cresceram no alcance da rede ao grupo.

No tocante aos grupos que apresentaram configurações distintas, o primeiro aparente é o grupo 4, que no ano de 2012 apresenta a PSA como um novo membro do subgrupo. Essa introdução da PSA pode ser compreendida pela aliança iniciada por elas em 2012, em que primeiramente a montadora americana adquiriu 7% das ações da empresa francesa e deram início a estratégias de desenvolvimento e aquisição de tecnologias e partes já em 2012, e o compartilhamento de plataformas em um futuro próximo.

Ambas as empresas se propuseram inicialmente a focar no desenvolvimento de carros de passageiros pequenos e médios e iriam analisar a construção de plataformas para veículos

elétricos e híbridos. A Tabela 4 apresenta métricas altas para o grupo, indicando um melhor posicionamento na rede no tocante a PSA se comparado ao ano anterior após a aliança. Segundo ainda a tabela, o grupo 4 não pode ser caracterizado como um grupo fechado para o restante da rede, uma vez que apresenta alianças de fluxo de entrada e saída de dinheiro, ou métricas de indegree e outdegree, relativamente altas.

O segundo subgrupo identificado e que apresentou modificações foi o grupo 5, agora composto pela Mitsubishi. Esta aproximação entre as montadoras, que se manterá inclusive para o ano de 2013, pode ser concebida como um estreitamento de relações entre a japonesa e a relação consagrada de Renault-Nissan que culminou em 2016 com a aliança final entre as três, tendo a Nissan adquirido 34% das ações da Mitsubishi. Pode-se observar em 2012, que as alianças de T&PA e CA entre as montadoras japonesas foram mantidas. Estas alianças contemplam o desenvolvimento conjunto de veículos elétricos, como por exemplo o MiniCAB MiEV e o compartilhamento de plataformas para o desenvolvimento do Mitsubishi Proudia, Lancer e eK, bem como a fabricação do Nissan Dayz.

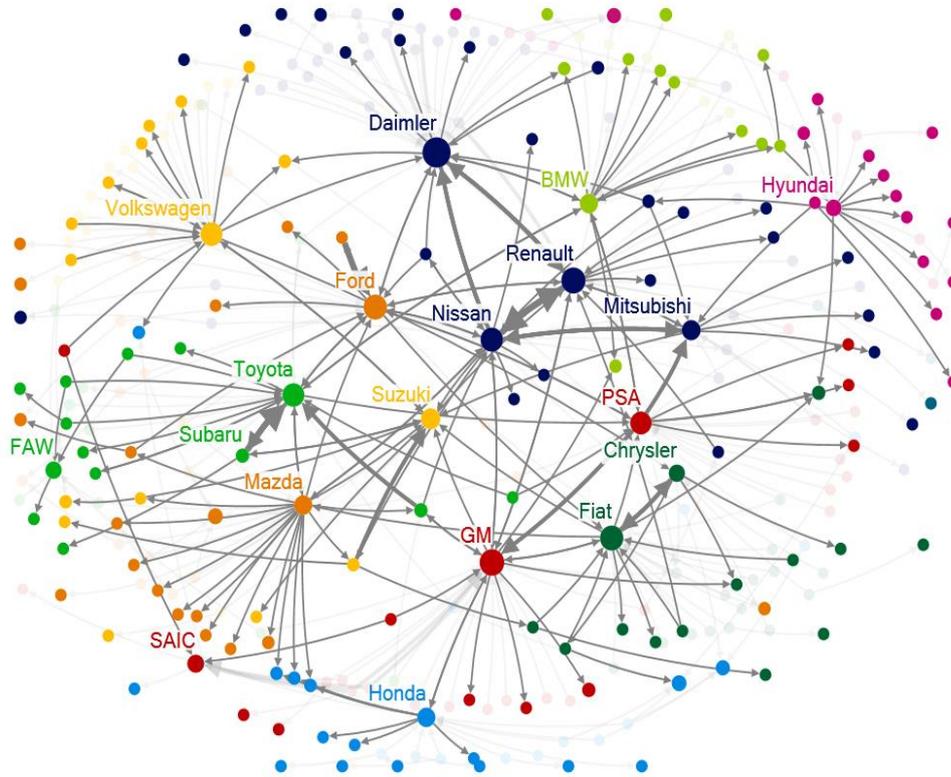
As relações existentes entre as montadoras Daimler, Nissan e Renault em 2011 foram todas mantidas em 2012. Em um grupo composto por quatro grandes atores, era esperado métricas de centralidade alta. As métricas de indegree e in 2-step foram as maiores, com 24 relações de fluxo de entrada de dinheiro vindo de atores que não pertencem ao grupo e o maior posicionamento de alcance interno entre os grupos com 91 atores.

Os dois últimos grupos para análise cuja composição foi alterada, corresponde exatamente a alocação da montadora Suzuki que em 2012 pertence ao grupo da Volkswagen, mas em 2011 foi designada para o grupo das japonesas Subaru e Toyota, e da chinesa FAW. Em 2010 a Volkswagen adquiriu aproximadamente 19% das ações da montadora japonesa, e a Suzuki adquiriu 1,49% das ações da alemã.

A princípio a aliança serviria para uma colaboração no desenvolvimento de sistemas híbridos para alguns veículos da Suzuki e assistência da alemã em tecnologias de bateria, e em contrapartida a Suzuki oferecia sua infraestrutura e *know-how* do mercado indiano para a Volkswagen. A manutenção das mesmas e únicas relações de propriedade cruzada entre a Suzuki e a Subaru e a Suzuki e a Volkswagen, ocasiona em uma interpretação que mecanismos externos a Suzuki na rede a aproximaram da Volkswagen no ano de 2012.

Ambos os grupos 7 e 8 apresentaram métricas de centralidade de certa forma díspares, pois onde um grupo obteve uma métrica alta o outro exibiu um valor mais discreto. As métricas de indegree e outdegree correspondem respectivamente a 6 e 10 relações e 9 e 6, por conseguinte as métricas de in e out 2-step mensuraram 56 e 87 atores e 64 e 28 atores.

Figura 21: Rede com os subgrupos identificados em 2013



Fonte: Elaborado pelo autor

No tocante ao ano de 2013, o algoritmo identificou 10 subgrupos com uma modularidade máxima exibida de $Q = 0,660$. Neste ano em comparação ao ano anterior não houve modificações nos subgrupos no que tange as montadoras principais e o mesmo subgrupo identificado nos dois anos anteriores com três atores foi removido, sobrando 9 grupos mais uma vez para análise.

Tabela 5: Métricas de centralidade dos subgrupos em 2013

Grupo	Montadoras Principais	Indegree	Outdegree	In 2-Step	Out 2-Step
Grupo 1	Honda	4	5	49	38
Grupo 2	Daimler Mitsubishi Nissan Renault	21	8	96	46
Grupo 3	Ford Mazda	9	13	84	49
Grupo 4	Hyundai	1	4	2	17
Grupo 5	GM PSA SAIC	14	15	86	62
Grupo 6	BMW	4	4	68	33
Grupo 7	Suzuki Volkswagen	10	6	87	27
Grupo 8	FAW Subaru Toyota	6	9	53	66
Grupo 9	Chrysler Fiat	6	7	73	43

Fonte: Elaborado pelo autor

Primeiramente, é importante observar que seis atores não constavam mais em 2013, mas que em 2013 o guia da Automotive News adicionou uma relação de participação acionária com investidores estrangeiros institucionais para a Volkswagen que nos anos anteriores não havia sido colocada, adicionando um ator a rede. Não obstante, no mesmo ano a Daimler adquire 12% das ações da BAIC Motor, fabricante chinesa de veículos pertencente majoritariamente a BAIC Group, e a Honda possui um novo acionista, a Meiji Yasuda Life Insurance, sendo mais dois atores imersos na rede. No tocante aos atores que não estão presentes em 2013, compreendem a European Aeronautic Defence and Space Company, abreviada EADS, como era chamada a empresa que fabrica produtos aeronáuticos, atual Airbus. A Daimler possuía até 2012 um total de 15% das ações da empresa e as vendeu para investir no negócio principal da montadora.

O segundo e terceiro ator a não constar mais em 2013 foram duas joint ventures formadas pelas francesas Renault e PSA, a Française de Mécanique e a Société de Transmissions Automatique, em que no ano de 2013 foram partilhadas entre as duas

montadoras. A Renault adquiriu a STA da PSA e esta adquiriu a Française de Mécanique da Renault, pondo fim a mais de 40 anos de participação conjunta nas empresas.

O quarto ator a não constar mais na rede foi a Husqvarna Motorycles, pertencente até janeiro de 2013 a BMW. Como já explicitado, a BMW vendeu a empresa para a Pierer Industrie AG, cujo CEO era o mesmo da Cross Industries AG e que era o principal acionista da KTM-Sportmotorcycle AG. Por último, a BMW Peugeot Electrification foi encerrada devido a aliança realizada entre PSA e GM, dando à montadora americana pela empresa francesa notória atenção em detrimento da BMW, e o fim da relação de produção de veículos da Renault na Índia pela montadora Mahindra & Mahindra.

Desta forma, apesar do algoritmo ter identificado subgrupos cujas montadora principais foram alocadas de forma igual em relação a 2012, um total de 8 atores foram designados para grupos distintos de acordo com o algoritmo, sendo eles: Automotive Fuel Cell Cooperation, Berjaya Corporation, Fuso Kamaz Trucks, GAC Fiat Automobiles, GM Powertrain Poland, Inokom Corporation, Mitsubishi Fuso e Tofas. Uma característica do método de Louvain já salientada é a de não identificação de comunidades sobrepostas, evitando a alocação de um mesmo ator para mais de um subgrupo.

Exemplos identificados pelo autor, em que as relações permaneceram as mesmas diretamente entre os atores, mas o pertencimento a um determinado grupo foi alterado, podem ser destacados na joint venture entre Daimler e Ford denominada Automotive Fuel Cell Cooperation. No ano de 2012 a joint venture foi alocada ao grupo da Ford e em 2013 ela foi alocada no grupo da Daimler. Razoavelmente, o trabalho não tratou das diferenças de propriedade nem em empresas de capital privado quanto a de capital aberto, através da atribuição de pesos às relações entre os atores; esta ponderação poderia ter evitado estas flutuações de grupos no que tange as participações privadas em joint ventures.

No que tange as métricas exibidas na Tabela 5, as centralidades exibidas nos resultados não foram alteradas significativamente, primeiramente pelos mesmos atores principais ocuparem os mesmos grupos, em segundo lugar pela saída de seis e entrada de três atores periféricos cujas métricas de centralidade possuem um valor máximo de 2 para o outdegree das joint ventures. E por fim, a alocação de somente 8 atores a grupos diferentes nos dois últimos anos, modificando sem muito impacto as centralidades dos grupos.

Entretanto, duas métricas foram alteradas em especial de dois grupos específicos. A princípio, o grupo formado por Ford e Mazda obteve um aumento considerável em sua métrica de in 2-step, sendo alcançado no final de 2013 por 84 atores, ante os 48 de 2012, em até dois

passos. A segunda métrica é a mesma observada para o grupo anterior, com um salto de 20 atores a mais externos ao grupo da Honda possíveis de alcança-los.

4.3 Resultados das Correlações e Testes das Hipóteses

Conforme já salientado no tópico 3.2, as correlações e os testes de significância estatística foram realizados no software SPSS. O teste utilizado foi o de Monte Carlo, como já explicitado um teste não paramétrico e não exato, cujo número selecionado para permutação foi de 30000 amostras. As correlações foram realizadas entre as variáveis de atributo receita e lucro em unidades de milhões de dólares no ano fiscal, e produção em unidades produzidas no ano de acordo com a Tabela 6.

Tabela 6: Valores dos atributos das principais montadoras

	2011			2012			2013		
	Produção	Lucro	Receita	Produção	Lucro	Receita	Produção	Lucro	Receita
BMW	1738160	6.359,00	89.185,10	2065477	6.738,70	101.321,30	2006366	7.356,50	104.778,60
Chrysler	1999017	183,00	54.981,00	2371427	3.232,90	67.508,00	2417220	2.757,00	72.144,00
Daimler	2137067	7.813,00	138.065,20	2195152	9.005,10	150.696,50	1781507	12.012,80	162.533,70
FAW	883963	51,50	5.187,20	706012	-119,75	3.701,80	717883	164,80	4.854,90
Fiat	2336954	1.303,70	48.443,30	2127295	-1.372,50	46.892,50	2264484	-607,50	49.033,40
Ford	5516931	20.213,00	136.264,00	5595483	5.665,00	133.559,00	6077126	7.155,00	146.917,00
GM	9031670	9.190,00	150.276,00	9285425	6.188,00	152.256,00	9628912	5.346,00	155.427,00
Honda	2909016	6.449,50	107.919,80	4110857	2.551,90	95.910,40	4298390	3.896,90	104.844,70
Hyundai	6616858	6.998,40	67.177,20	7126413	8.505,60	79.290,90	7233080	8.518,20	82.693,30
Mazda	1165591	725,00	28.084,60	1189283	-1.300,00	24.533,10	1264173	364,10	23.406,80
Mitsubishi	1140282	5.609,70	62.877,20	1109731	5.458,50	67.163,40	1229441	3.821,30	63.352,70
Nissan	4631673	4.120,10	113.539,60	4889379	3.620,60	92.738,10	4950924	3.776,10	101.746,30
Porsche	127020	1.892,00	14.161,60	-	-	-	-	-	-
PSA	3582410	1.016,00	77.640,00	2911764	-6.490,80	73.103,60	2833781	-3.055,50	74.515,10
Renault	2825089	2.771,90	53.380,70	2676226	2.287,50	54.413,00	2704675	957,40	56.388,50
SAIC	1478502	3.212,70	69.079,00	1783548	3.330,30	77.187,80	1992250	4.097,00	93.460,50
Subaru	580261	607,40	19.087,00	753320	464,50	18.306,90	808919	1.269,40	20.304,60
Suzuki	2725899	545,50	31.496,30	2893602	650,30	30.314,80	2842133	853,30	27.366,30
Toyota	8050181	4.929,10	229.364,00	10104424	3.421,70	224.250,70	10324995	10.212,40	234.189,80
Volkswagen	8525573	20.473,90	206.484,80	9254742	28.849,30	254.036,40	9379229	12.598,20	271.399,60

Fonte: Elaborado pelo autor

Ademais, as correlações foram realizadas somente entre variáveis contínuas intervalares, como pode ser observado pelas variáveis de atributo e a métrica de centralidade de indegree não normalizada.

As correlações e as significâncias estatísticas relativas aos anos de 2011, 2012 e 2013, correspondentes à Tabela 7, mostram que dentre as variáveis analisadas, a que apresentou maior correlação com a métrica de indegree foi a receita. Primeiramente, as correlações entre elas tiveram efeito de moderado para forte em todos os anos observados, sendo estatisticamente significativa para os três anos analisados, particularmente em Spearman na correlação entre receita e indegree com o p-value menor do que 0,005 em 2011. Todos os outros testes de significância entre as duas variáveis obtiveram p-value menores do que 0,05.

Tabela 7: Correlações bivariadas e testes de significância para os principais atores

2011 - 20 Casos			2012 - 19 Casos			2013 - 19 Casos		
<u>Produção//Indegree</u>	<u>Valor</u>	<u>Teste de Significância</u>	<u>Produção//Indegree</u>	<u>Valor</u>	<u>Teste de Significância</u>	<u>Produção//Indegree</u>	<u>Valor</u>	<u>Teste de Significância</u>
Pearson	,438	,0516	Pearson	,321	,1842	Pearson	,300	,2100
Spearman	,602	,0047**	Spearman	,444	,0583	Spearman	,399	,0917
<u>Lucro//Indegree</u>	<u>Valor</u>	<u>Teste de Significância</u>	<u>Lucro//Indegree</u>	<u>Valor</u>	<u>Teste de Significância</u>	<u>Lucro//Indegree</u>	<u>Valor</u>	<u>Teste de Significância</u>
Pearson	,362	,1156	Pearson	,152	,5480	Pearson	,328	,1693
Spearman	,482	,0315*	Spearman	,183	,4534	Spearman	,177	,4671
<u>Receita//Indegree</u>	<u>Valor</u>	<u>Teste de Significância</u>	<u>Receita//Indegree</u>	<u>Valor</u>	<u>Teste de Significância</u>	<u>Receita//Indegree</u>	<u>Valor</u>	<u>Teste de Significância</u>
Pearson	,548	,0121*	Pearson	,478	,0389*	Pearson	,490	,0338*
Spearman	,603	,0046**	Spearman	,478	,0401*	Spearman	,482	,0371*

* $p < ,05$ ** $p < ,005$

Fonte: Elaborado pelo autor

Isto significa que, segundo a primeira hipótese de que atores com maior indegree tendem a possuir maiores atributos de produção, receita ou lucro, existe uma associação positiva de moderada para forte entre o fluxo de entrada de dinheiro dos principais atores da rede e as suas respectivas receitas, implicando que as montadoras que possuem maior entrada de fluxo de dinheiro tendem a possuir maior receita. Não obstante, particularmente para Spearman no ano de 2011 pode-se observar uma relação monotônica forte entre a variável de indegree e a variável de produção, bem como uma relação monotônica moderada entre a métrica de centralidade e o lucro das empresas.

No caso específico deste trabalho, as significâncias estatísticas apresentadas entre as respectivas variáveis acima estão apontando que as correlações são significativamente diferentes de 0 e que existe uma relação respectivamente linear ou monotônica para Pearson e Spearman entre as variáveis analisadas, rejeitando a hipótese nula de ausência de correlação. Salienta-se que quanto menor o p-value, mais robusta é a decisão do pesquisador de afirmar que o resultado do teste estatístico sob análise não foi devido a uma aleatoriedade proveniente dos dados.

Tabela 8: Correlações bivariadas e testes de significância para os atores em subgrupos

2011 - 11 Casos			2012 - 9 Casos			2013 - 9 Casos		
<u>Produção//Indegree</u>	<u>Valor</u>	<u>Teste de Significância</u>	<u>Produção//Indegree</u>	<u>Valor</u>	<u>Teste de Significância</u>	<u>Produção//Indegree</u>	<u>Valor</u>	<u>Teste de Significância</u>
Pearson	,537	,0825	Pearson	,614	,0735	Pearson	,599	,0862
Spearman	,530	,0973	Spearman	,639	,0718	Spearman	,731	,0306*
<u>Lucro//Indegree</u>	<u>Valor</u>	<u>Teste de Significância</u>	<u>Lucro//Indegree</u>	<u>Valor</u>	<u>Teste de Significância</u>	<u>Lucro//Indegree</u>	<u>Valor</u>	<u>Teste de Significância</u>
Pearson	,079	,8205	Pearson	,427	,2237	Pearson	,668	,0554
Spearman	-,196	,5620	Spearman	,202	,5940	Spearman	,387	,3073
<u>Receita//Indegree</u>	<u>Valor</u>	<u>Teste de Significância</u>	<u>Receita//Indegree</u>	<u>Valor</u>	<u>Teste de Significância</u>	<u>Receita//Indegree</u>	<u>Valor</u>	<u>Teste de Significância</u>
Pearson	,694	,0124*	Pearson	,873	,0009***	Pearson	,894	,0009***
Spearman	,511	,1116	Spearman	,941	,0006***	Spearman	,966	,0003****

* $p < ,05$ ** $p < ,01$ *** $p < ,001$ **** $p < ,0005$

Fonte: Elaborado pelo autor

Em relação aos resultados das correlações e testes de significância para os atores nos subgrupos apresentados na Tabela 8, pode-se observar novamente uma correlação positiva forte entre a receita e a centralidade de indegree, especialmente nos dois últimos anos, com p-value para Spearman em 2013 inferior a 0,0005.

Estes resultados apontam principalmente para uma forte similaridade entre as duas últimas variáveis dos subgrupos formados pelas montadoras da indústria automotiva, demonstrando que os subgrupos de maior entrada de fluxo de dinheiro tendem a possuir maior receita.

O autor da pesquisa salienta aqui que o valor de α selecionado para ambos os testes é de 5%, ocasionando uma probabilidade máxima de 5% de se cometer o erro tipo 1 em cada análise realizada, ou seja, o de afirmar que existe correlação entre os dados observados quando na realidade as variáveis não são correlacionadas.

4.4 Análise dos Resultados

Este trabalho teve primeiramente como objetivos norteadores a análise exploratória das montadoras do setor automotivo global entre os anos de 2011 e 2013, especialmente em dois aspectos estruturais: as análises de centralidade e a identificação de subgrupos coesos. Posteriormente, o trabalho teve como objetivo a identificação de similaridades entre os atributos de produção, receita e lucro dos atores e subgrupos formados e a métrica de centralidade de indegree.

Sob uma análise geral e conforme os 20 atores analisados no primeiro ano e os 19 nos anos subsequentes, as métricas de centralidade permitiram avaliar a centralidade das principais montadoras na rede, reconhecendo atores muito centrais como a Nissan, Daimler e GM, ao passo que atores mais periféricos foram apontados, como a SAIC, FAW, Honda e Hyundai. Além disso, a configuração dos padrões de relação nas redes permitiu encontrar diferentes subgrupos, sendo no primeiro ano um total de 12 subgrupos, e nos anos posteriores um total de 10 subgrupos conforme resultados em Garcia-Pont e Nohria (2002) e de forma mais similar em Sacomano Neto e outros (2016).

Com a remoção de um subgrupo para a seguinte análise, as centralidades dos grupos também foram analisadas e foram identificados grupos mais centrais ou mais periféricos. De uma forma geral, a avaliação obteve como resultado no ano de 2011 os grupos 7 e 5, em 2012 os grupos 4 e 5 e em 2013 os grupos 5 e 2 como os mais centrais. Por outro lado, os mais periféricos correspondem aos grupos 1 e 3, 1 e 3, e por fim 1 e 4 respectivamente a cada ano.

As identificações tanto dos atores quanto dos grupos mais centrais na métrica de indegree permitiu que então fossem testadas as duas hipóteses de pesquisa. Os resultados deram suporte às hipóteses formuladas, apontando particularmente para uma similaridade entre a receita e a métrica de centralidade de indegree no que tange as relações coletadas, como pode ser observado nos trabalhos tratados na meta-análise em Wang e outros (2015). As principais montadoras da indústria automotiva global cujo fluxo de entrada de recursos financeiros é maior, tendem a possuir uma receita maior para todos os anos observados.

Não obstante, os grupos formados por estas montadoras cujo fluxo de entrada de recursos financeiros é maior, também tendem a possuir uma maior receita. Como a análise realizada foi meramente uma mensuração da similaridade e da significância estatística, não é possível estabelecer uma relação de causalidade entre as variáveis, sendo possível de forma inversa a interpretação de que atores e grupos que possuem maior receita, tendem a obter uma maior entrada de fluxo de recursos financeiros.

5. CONCLUSÃO

O autor enfatiza aqui que a base que norteou os dados coletados para esta pesquisa carece de diversas relações e não possui uma coerência temporal com as suas formações, estabelecimento e encerramento, sendo necessário a busca por informações e relações adicionais para cada aliança apresentada. Além disso, é importante ressaltar a flexibilidade com que as alianças eram apresentadas tanto no guia da revista quanto nos sites pesquisados, uma vez que alianças que eram configuradas nestes meios como joint venture, eram tecnicamente uma aliança de tecnologia ou partes. Por outro lado, alianças que eram tidas como contratos de manufatura ou de partes, se configuravam como joint ventures.

Em referência às medidas de centralidade de atores e grupos realizadas, seria profícuo analisar não somente as principais montadoras selecionadas pelo guia da revista *Automotive News*, mas todos os atores pertencentes à rede. Não obstante, a coleta de atributos dos atores poderia ser estendida para um número maior de organizações, a fim de que as similaridades provenientes das correlações pudessem ser verificadas para uma tendência geral da rede, e não somente para os atores selecionados.

Poderiam ser considerado um trabalho que analisasse as diferentes estruturas de governança, buscando atores mais centrais ou a formação de subgrupos sob a ótica de determinada relação; não obstante, a atribuição de peso nas relações dada a natureza da aliança estabelecida pelas organizações conforme realizaram Nohria e Garcia-Pont (1991). Pondera-se aqui que os três softwares considerados para criação das redes, Gephi, Node XL e NetDraw, não detinham ferramental para visualização das redes multiplexes, se restringindo a exposição de somente uma relação em cada díade.

Por fim, este trabalho contribuiu sob o aspecto teórico na criação e tratamento de redes direcionais e multiplexes, e na identificação e avaliação da centralidade de atores e subgrupos. Através destes pontos, foi possível analisar a direcionalidade de uma relação envolvida nas alianças, bem como analisar a posição dos atores e principalmente dos subgrupos. O emprego do método de Louvain possibilitou utilizar a direcionalidade e os pesos das relações como fatores preponderantes na delimitação das comunidades.

No que tange a contribuição sob aspecto empírico, a pesquisa pode auxiliar gestores na composição da rede de alianças na qual encontra a empresa sob interesse. Esta composição possibilita avaliar o posicionamento, a influência e os agrupamentos das organizações, colaborando em processos de decisão estratégicos como a seleção de parceiros ou alianças futuras.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Rubem. **Filosofia da Ciência: Introdução ao Jogo e Suas Regras**. 1 ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1981. 176 p.
- AYNAUD, Thomas; BLONDEL, Vincent D.; GUILLAUME, Jean-Loup; LAMBIOTTE, Renaud. Multilevel Local Optimization Modularity. In: BICHOT, Charles-Edmond; SIARRY, Patrick. **Graph Partitioning**. 1 ed. Londres: ISTE Ltd, 2011. Cap 13, 316-345 p.
- BAMFORD, James D.; GOMES-CASSERES, Benjamin; ROBINSON, Michael S. **Mastering Alliance Strategy**. 1 ed. São Francisco: Jossey-Bass, 2003. 410 p.
- BARABÁSI, Albert-László. **Linked**. 1 ed. Nova Iorque: Basic Books, 2002. 294 p.
- BARNES, Sally; LEWIN, Cathy. An Introduction to Inferential Statistics: Testing for Differences and Relationships. In: SOMEKH, Bridget; LEWIN, Cathy. **Research Methods in the Social Sciences**. 1 ed. Devon: SAGE Publications Ltd, 2005. Cap 26, 226-235 p.
- BELL, Jocelyn R. Subgroup Centrality Measures. **Network Science**. v. 2, n. 2, p. 277-297, Ago 2014.
- BERRY, Kenneth J.; JOHNSTON, Janis E.; MIELKE JR., Paul W. **A Chronicle of Permutation Statistical Methods: 1920-2000, and Beyond**. 1 ed. Nova Iorque: Springer International Publishing, 2014. 517 p.
- BIERMANN, Rafael. Towards a Theory of Inter-Organizational Networking. **The Review of International Organizations**. v. 3, n. 2, p. 151-177, Jun 2008.
- BLONDEL, Vincent D.; GUILLAUME, Jean-Loup; LAMBIOTTE, Renaud; LEFEBVRE, Etienne. Fast Unfolding of Communities in Large Networks. **Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment**. v. 2008, n. 1, p. 1-12, Out 2008.
- BLYTHE, Jim; MCGRATH, Cathleen; KRACKHARDT, David. The Effect of Graph Layout on Inference from Social Network Data. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRAPH DRAWING, 1995, Passau. **Anais**. Passau: Springer, 1995. p. 40-51.
- BODIN, Örjan; CRONA, Beatrice I. The Role of Social Networks in Natural Resource Governance: What Relational Patterns Make a Difference? **Global Environmental Change**. v. 19, n. 3, p. 366-374, Mai 2009.
- BORGATTI, Stephen P.; EVERETT, Martin G. A Graph-Theoretic Perspective on Centrality. **Social Networks**. v. 28, n. 4, p. 466-484, Out 2006.
- BORGATTI, Stephen P.; EVERETT, Martin G.; FREEMAN, Linton C. **Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis**. Harvard, MA: Analytic Technologies. 2002.
- BORGATTI, Stephen P.; EVERETT, Martin G.; JOHNSON, Jeffrey C. **Analyzing Social Networks**. 1 ed. Londres: SAGE Publications Ltd, 2013. 304 p.

BORGATTI, Stephen P.; EVERETT, Martin G.; SHIREY, Paul R. LS Sets, Lambda Sets and Other Cohesive Subsets. **Social Networks**. v. 12, n. 4, p. 337-357, Dez 1990.

BORGATTI, Stephen P.; MEHRA, Ajay; BRASS, Daniel J.; LABIANCA, Giuseppe. Network Analysis in the Social Sciences. **Science**. v. 323, n. 5916, p. 892-5, Fev 2009.

BRAUSE, Rita S. **Writing Your Dissertation: Invisible Rules for Success**. 1 ed. Routledge, 1999. 180 p.

BRYMAN, Alan. Mixed Methods in Organizational Research. In: BUCHANAN, David; BRYMAN, Alan. **The SAGE Handbook of Organizational Research Methods**. 1 ed. Londres: SAGE Publications Ltd, 2009. 516-531 p.

BURT, Ronald S. **Structural Holes: The Social Structure of Competition**. 1 ed. Cambridge: Harvard University Press, 1992. p.

BUTTS, Carter T. Social Network Analysis with SNA. **Journal of Statistical Software**. v. 24, n. 6, p. 1-51, Fev 2008a.

BUTTS, Carter T. Social Network Analysis: A Methodological Introduction. **Asian Journal of Social Psychology**. v. 11, n. 1, p. 13-41, Abr 2008b.

CATTANI, Gino; PORAC, Joseph F.; THOMAS, Howard. Categories and Competition. **Strategic Management Journal**. v. 38, n. 1, p. 64-92, Jan 2017.

CLAUSET, Aaron; NEWMAN, Mark; MOORE, Cristopher. Finding Community Structures in Very Large Networks. **Physical Review E**. v. 70, n. 6, p. 1-6, Dez 2004.

CLEMENTE, Filipe Manuel; MARTINS, Fernando Manuel Lourenço; MENDES, Rui Sousa. **Social Network Analysis Applied to Team Sports Analysis**. 1 ed. Londres: Springer International Publishing, 2016. p. (SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology, 1).

COHEN, Jacob. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**. 2 ed. Nova Iorque: Academic Press, 1977. 474 p.

COLLIS, Jill; HUSSEY, Roger. **Business Research: A Practical Guide for Undergraduate and Postgraduate Students**. 1 ed. Londres: Palgrave Macmillan, 2003. 376 p.

CROCI, Ettore; GRASSI, Rosanna. The Economic Effect of Interlocking Directorates in Italy: New Evidence Using Centrality Measures. **Computational and Mathematical Organization Theory**. v. 20, n. 1, p. 89-112, Mar 2014.

DAS, T. K.; TENG, Bing-Sheng. Partner Analysis and Alliance Performance. **Scandinavian Journal of Management**. v. 19, n. 3, p. 279-308, Set 2003.

DAVIS, Jason P. The Group Dynamics of Interorganizational Relationships: Collaborating with Multiple Partners in Innovation Ecosystems. **Administrative Science Quarterly**. v. 61, n. 4, p. 621-661, Mai 2016.

DIANI, Mario. Social Movements and Collective Action. In: SCOTT, John; CARRINGTON, Peter J. **The SAGE Handbook of Social Network Analysis**. 1 ed. Londres: SAGE Publications, 2011. 223-235 p.

DOREIAN, Patrick; BATAGELJ, Vladimir; FERLIGOJ, Anuska. **Generalized Blockmodeling**. 1 ed. Nova Iorque: Cambridge University Press, 2005. 384 p. (Structural Analysis in the Social Sciences, 25).

DOWDY, Shirley; WEARDEN, Stanley; CHILKO, Daniel. **Statistics for Research**. 3 ed. Nova Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2004. 627 p. (Wiley Series in Probability and Statistics, 1).

EASLEY, David; KLEINBERG, Jon. **Networks, Crowds and Markets: Reasoning about a Highly Connected World**. 1 ed. Nova Iorque: Cambridge University Press, 2010. 727 p.

ECONOMIST, The. All Together Now. *The Economist*, 2010. Disponível em: <<http://www.economist.com/node/16322641>>. Acesso em: 05/04/2015.

ECONOMIST, The. Nissan and Mitsubishi Make an Alliance. *The Economist*, 2016. Disponível em: <<https://www.economist.com/news/business-and-finance/21698734-assembling-cars-easier-joining-together-companies-make-them-nissan-and>>. Acesso em: 05/06/2017.

EVERETT, Martin G.; BORGATTI, Stephen P. The Centrality of Groups and Classes. **Journal of Mathematical Sociology**. v. 23, n. 3, p. 181-201, Ago 1999.

FERLIGOJ, Anuska; DOREIAN, Patrick; BATAGELJ, Vladimir. Positions and Roles. In: SCOTT, John; CARRINGTON, Peter J. **The SAGE Handbook of Social Network Analysis**. 1 ed. Londres: SAGE Publications, 2011. 435-446 p.

FIELD, Andy. **Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics**. 4 ed. Londres: SAGE Publications Ltd, 2013. 1079 p.

FLEURY, Afonso. Planejamento do Projeto de Pesquisa e Definição do Modelo Teórico. In: MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção**. 2 ed. São Paulo: Elsevier, 2012. 33-46 p.

FORTUNATO, Santo. Community Detection in Graphs. **Physics Reports**. v. 486, n. 1, p. 75-174, Nov 2010.

FREEMAN, Linton C. Centrality in Social Networks: Conceptual Clarification. **Social Networks**. v. 1, n. 3, p. 215-239, 1979.

FREEMAN, Linton C. **The Development of Social Network Analysis: A Study in the Sociology of Science**. 1 ed. Vancouver: Empirical Press, 2004. 205 p.

FREYSSNET, Michael. Introduction: Ten Years On, What Have We Learnt? . In: FREYSSNET, Michael. **The Second Automobile Revolution: Trajectories of the World Carmakers in the XXI Century**. 1 ed. Londres: Palgrave Macmillan, 2009. 468 p.

- FRIEMEL, Thomas N. Why Context Matters. In: FRIEMEL, Thomas N. **Why Context Matters: Applications of Social Network Analysis**. 1 ed. Wiesbaden: Springer Science, 2008. 9-13 p.
- GACH, Olivier; HAO, Jin-Kao. Improving the Louvain Algorithm for Community Detection with Modularity Maximization. In: ARTIFICIAL EVOLUTION, 2013, Bordeaux. **Anais**. Bordeaux: 2013. p. 145-156.
- GALASKIEWICZ, Joseph. Interorganizational Relations. **Annual Review of Sociology**. v. 11, n. 1, p. 281-304, Ago 1985.
- GARCIA-PONT, Carlos; NOHRIA, Nitin. Local Versus Global Mimetism: The Dynamics of Alliance Formation in the Automobile Industry. **Strategic Management Journal**. v. 23, n. 4, p. 307-321, Abr 2002.
- GEST, Scott D.; GRAHAM-BERMANN, Sandra A.; HARTUP, Willard W. Peer Experience: Common and Unique Features of Number of Friendships, Social Network Centrality, and Sociometric Status. **Social Development**. v. 10, n. 1, p. 23-40, Fev 2001.
- GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.
- GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008. 196 p.
- GIRVAN, Michelle; NEWMAN, Mark. Community Structure in Social and Biological Networks. **PNAS**. v. 99, n. 12, p. 7821-7826, Abr 2002.
- GOMES-CASSERES, Benjamin. Group Versus Group: How Alliance Networks Compete. Harvard Business Review, v. 72, n. Issue, Disponível em: <<https://hbr.org/1994/07/group-versus-group-how-alliance-networks-compete>>. Acesso em: 30.05.2017.
- GRANOVETTER, Mark. Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness. **American Journal of Sociology**. v. 91, n. 3, p. 481-510, Nov 1985.
- GRANOVETTER, Mark. Economic Institutions as Social Constructions: A Framework for Analysis. **Acta Sociologica**. v. 35, n. 1, p. 3-11, Nov 1992.
- GRANOVETTER, Mark. The Impact of Social Structure on Economic Outcomes. **The Journal of Economic Perspectives**. v. 19, n. 1, p. 33-50, Inv 2005.
- GRANOVETTER, Mark; SWEDBERG, Richard. Introduction. In: GRANOVETTER, Mark; SWEDBERG, Richard. **The Sociology of Economic Life**. 1 ed. Boulder: Westview Press, 1992. -, 1-26 p.
- GULATI, Ranjay. Alliances and Networks. **Strategic Management Journal**. v. 19, n. -, p. 293-317, - 1998.
- GULATI, Ranjay; GARGIULO, Martin. Where Do Interorganizational Networks Come From? **American Journal of Sociology**. v. 104, n. 5, p. 1439-1493, Mar 1999.

GULATI, Ranjay; LAVIE, Dovev; MADHAVAN, Ravindranath. How Do Networks Matter? The Performance Effects of Interorganizational Networks. **Research in Organizational Behavior**. v. 31, n. 1, p. 207-224, Out 2011.

GULATI, Ranjay; NOHRIA, Nitin; ZAHEER, Akbar. Strategic Networks. **Strategic Management Journal**. v. 21, n. 3, p. 203-215, 2000.

GULATI, Ranjay; WOHLGEZOGEN, Franz; ZHELYAZKOV, Pavel. The Two Facets of Collaboration: Cooperation and Coordination in Strategic Alliances. **The Academy of Management Annals**. v. 6, n. 1, p. 531-583, Jun 2012.

HAIR, Joseph F.; BLACK, William C.; BABIN, Barry J.; ANDERSON, Rolph E. **Multivariate Data Analysis**. 7 ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2014. 734 p.

HANNEMAN, Robert A.; RIDDLE, Mark. **Introduction to Social Network Methods**. Riverside, CA: University of California, 2005. Disponível em: <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/nettext/>. Acesso em: 02/03/2017.

HANNEMAN, Robert A.; RIDDLE, Mark. Concepts and Measures for Basic Network Analysis. In: SCOTT, John; CARRINGTON, Peter J. **The SAGE Handbook of Social Network Analysis**. 1 ed. Londres: SAGE Publications, 2011. 340-369 p.

HANSEN, Derek; SHNEIDERMAN, Ben; SMITH, Marc A. **Analyzing Social Media Networks With NodeXL: Insights From a Connected World**. 1 ed. Burlington: Morgan Kaufmann, 2011. 284 p.

HARDY, Cynthia; PHILLIPS, Nelson; LAWRENCE, Thomas B. Resources, Knowledge and Influence: The Organizational Effects of Interorganizational Collaboration. **Journal of Management Studies**. v. 40, n. 2, p. 321-347, Mar 2003.

HOFFMAN, Alan N.; STEARNS, Timothy M.; SHRADER, Charles B. Structure, Context, and Centrality in Interorganizational Networks. **Journal of Business Research**. v. 20, n. 4, p. 333-347, Jun 1990.

JACKSON, Matthew O. **Social and Economic Networks**.ed. Princeton University Press, 2010. 504 p.

KADUSHIN, Charles. **Understanding Social Networks: Theories, Concepts, and Findings**. 1 ed. Nova Iorque: Oxford University Press, 2012. 264 p.

KILDUFF, Martin; BRASS, Daniel J. Organizational Social Networks Research: Core Ideas and Key Debates. **The Academy of Management Annals**. v. 4, n. 1, p. 317-357, Jan 2010.

KILDUFF, Martin; TSAI, Wenpin. **Social Networks and Organizations**. 1 ed. Londres: SAGE Publications, 2003. 172 p.

KNOKE, David; KUKLINSKI, James H. **Networks Analysis**. 1 ed. Iowa: Sage Publications, Inc., 1982. 350 p. (Quantitative Applications in the Social Sciences, 1).

KOEHLI, Laura M.; PATTISON, Philippa. Random Graph Models for Social Networks: Multiple Relations or Multiple Raters. In: CARRINGTON, Peter J.; SCOTT, John; WASSERMAN, Stanley. **Models and Methods in Social Network Analysis**. 1 ed. Nova Iorque: Cambridge University Press, 2005. 162-191 p.

KOTHARI, C. R. **Research Methodology: Methods & Techniques**. 2 ed. New Age International, 2004. 401 p.

KRACKHARDT, David. QAP Partialling as a Test of Spuriousness. **Social Networks**. v. 9, n. 2, p. 171-186, Jun 1987.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003. 293 p.

LAZZARINI, Sérgio G. The Impact of Membership in Competing Alliance Constellations: Evidence on the Operational Performance of Global Airlines. **Strategic Management Journal**. v. 28, n. 4, p. 345-367, Abr 2008.

LEWIN, Cathy. Elementary Quantitative Methods. In: SOMEKH, Bridget; LEWIN, Cathy. **Research Methods in the Social Sciences**. 1 ed. Devon: SAGE Publications Ltd, 2005. Cap 25, 215-226 p.

LIPPARINI, Andrea; LOMI, Alessandro. Interorganizational Relations in the Modena Biomedical Industry: A Case Study in Local Economic Development. In: GRANDORI, Anna. **Interfirm Networks: Organization and Industrial Competitiveness**. 1 ed. Londres: Routledge, 1999. 323 p.

LOMI, Alessandro; PATTISON, Philippa. Manufacturing Relations: An Empirical Study of the Organization of Production Across Multiple Networks. **Organization Science**. v. 17, n. 3, p. 313-332, Jun 2006.

LUNG, Yannick. Is the Rise of Emerging Countries as Automobile Producers an Irreversible Phenomenon? In: HUMPHREY, John; LECLER, Yveline; SALERNO, Mário Sérgio. **Global Strategies and Local Realities: The Auto Industry in Emerging Markets**. 1 ed. Nova Iorque: Macmillan Press Ltd, 2000. 272 p.

MADHAVAN, Ravindranath; KOKA, Balaji R.; PRESCOTT, John E. Networks in Transition: How Industry Events (Re)Shape Interfirm Relationships. **Strategic Management Journal**. v. 19, n. 5, p. 439-459, Mai 1998.

MARIN, Alexandra; WELLMAN, Barry. Social Network Analysis: An Introduction. In: SCOTT, John; CARRINGTON, Peter J. **The SAGE Handbook of Social Network Analysis**. 1 ed. Londres: SAGE Publications, 2011. 11-25 p.

MARSDEN, Peter V. Egocentric and Sociocentric Measures of Network Centrality. **Social Networks**. v. 24, n. 4, p. 407-422, Out 2002.

MARSDEN, Peter V. Recent Developments in Network Measurement. In: CARRINGTON, Peter J.; SCOTT, John; WASSERMAN, Stanley. **Models and Methods in Social Network Analysis**. 1 ed. Nova Iorque: Cambridge University Press, 2005. 8-30 p.

MEHTA, Cyrus R.; PATEL, Nitin R. **IBM SPSS Exact Tests**. Cambridge, MA: Cytel Software Corporation and Harvard School of Public Health, 2013. Disponível em: <http://www.sussex.ac.uk/its/pdfs/SPSS_Exact_Tests_22.pdf>. Acesso em: 17/01/2018.

MIZRUCHI, Mark S. Social Network Analysis: Recent Achievements and Current Controversies. **Acta Sociologica**. v. 37, n. 4, p. 329-343, Dez 1994.

MIZRUCHI, Mark S.; GALASKIEWICZ, Joseph. Networks of Interorganizational Relations. **Sociological Methods & Research**. v. 22, n. 1, p. 46-70, Ago 1993.

MOODY, James; WHITE, Douglas R. Structural Cohesion and Embeddedness: A Hierarchical Concept of Social Groups. **American Sociological Review**. v. 68, n. 1, p. 103-127, Fev 2003.

NEWMAN, Mark. Fast Algorithm for Detecting Community Structure in Networks. **Physical Review E**. v. 69, n. 6, p. 1-5, Jun 2004.

NEWMAN, Mark. Modularity and Community Structure in Networks. **PNAS**. v. 103, n. 23, p. 8577-8582, Jun 2006.

NEWMAN, Mark. **Networks: An Introduction**. 1 ed. Nova Iorque: Oxford University Press Inc., 2010. 789 p.

NEWMAN, Mark; GIRVAN, Michelle. Finding and Evaluating Community Structure in Networks. **Physical Review E**. v. 69, n. 2, p. 026113, Fev 2004.

NOHRIA, Nitin; GARCIA-PONT, Carlos. Global Strategic Linkages and Industry Structure. **Strategic Management Journal**. v. 12, n. 1, p. 105-124, Ago 1991.

OICA. 2016 Production Statistics. Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles, 2016. Disponível em: <<http://www.oica.net/category/production-statistics/>>. Acesso em: 22/04/2017.

OJANEN, Hanna. **The EU's Power in Inter-Organizational Relations**. 1 ed. Londres: Palgrave Macmillan, 2018. 231 p.

OKRAKU, Therese Kennelly; SCIABOLAZZA, Valerio Leone; VACCA, Raffaele; MCCARTY, Christopher. A Mixed Method Approach for Identifying Emerging Fields and Building Collaborative Teams: Leveraging Network Ethnography to Design Experimental Interventions. **Ethnographic Praxis in Industry Conference**. v. 2017, n. 1, p. 177-196, Nov 2017.

ORMAN, Günce Keziban; LABATUT, Vincent; CHERIFI, Hocine. Comparative Evaluation of Community Detection Algorithms: A Topological Approach. **Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment**. v. 2012, n. 1, p. 1-20, Ago 2012.

POHLMANN, Marcelo Coletto. Análise de Conglomerados. In: CORRAR, Luiz J.; PAULO, Edilson; FILHO, José Maria Dias. **Análise Multivariada para os Cursos de Administração, Ciências Contábeis e Economia**. 1 ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2014. 541 p.

PORTER, Mason A.; ONNELA, Jukka-Pekka; MUCHA, Peter J. Communities in Networks. **Notices of the American Mathematical Society**. v. 56, n. 9, p. 1082-1097, Set 2009.

PRELL, Christina. **Social Network Analysis: History, Theory and Methodology**. 1 ed. Londres: SAGE Publications, 2012. 272 p.

PROVAN, Keith G.; FISH, Amy; SYDOW, Joerg. Interorganizational Networks at the Network Level: A Review of the Empirical Literature on Whole Networks. **Journal of Management**. v. 33, n. 3, p. 479-516, Jun 2007.

RADICCHI, Filippo; CASTELLANO, Claudio; CECCONI, Federico; LORETO, Vittorio; PARISI, Domenico. Defining and Identifying Communities in Networks. **PNAS**. v. 101, n. 9, p. 2658-2663, Mar 2004.

RIVERA, Mark T.; SODERSTROM, Sara B.; UZZI, Brian. Dynamic of Dyads in Social Networks: Assortative, Relational, and Proximity Mechanisms. **Annual Review of Sociology**. v. 36, n. 1, p. 91-115, Abr 2010.

ROBINS, Garry. **Doing Social Network Research: Network-based Research for Social Scientists**. 1 ed. Londres: SAGE Publications Ltd., 2015. 153 p.

ROSSONI, Luciano; FILHO, Edson Ronaldo Guarido. Cooperação Interinstitucional no Campo da Pesquisa em Estratégia. **RAE**. v. 47, n. 4, p. 74-88, Ago 2007.

SACOMANO NETO, Mário; MATUI, Paulo César; CANDIDO, Silvio Eduardo Alvarez; AMARAL, Roniberto Morato do. Relational Structure in the Global Automotive Industry: Goups, Networks and Fields. **Review of Business Management**. v. 18, n. 62, p. 505-524, Ago 2016.

SCOTT, John. **Social Network Analysis: A Handbook**. 2 ed. Londres: SAGE Publications, 2000. 208 p.

SCOTT, John. **Social Network Analysis: A Handbook**. 4 ed. Londres: SAGE Publications, 2017. 246 p.

SHIPILOV, Andrew; GULATI, Ranjay; KILDUFF, Martin; LI, Stan; TSAI, Wenpin. Relational Pluralism Within and Between Organizations. **Academy of Management Journal**. v. 57, n. 2, p. 449-459, Abr 2014.

SMELSER, Neil J.; SWEDBERG, Richard. Introducing Economic Sociology. In: SMELSER, Neil J.; SWEDBERG, Richard. **The Handbook of Economic Sociology**. 2 ed. Nova Jersey: Princeton University Press, 2005. Cap 1, 3-25 p.

SMITH-DOERR, Laurel; POWELL, Walter W. Networks and Economic Life. In: SMELSER, Neil J.; SWEDBERG, Richard. **The Handbook of Economic Sociology** Networks and Economic Life. 2 ed. Nova Jersey: Princeton University Press, 2005. Cap 17, 381-402 p.

SODA, Giuseppe. The Management of Firms' Alliance Networks Positioning: Implications for Innovation. **European Management Journal**. v. 29, n. 5, p. 377-388, Out 2011.

SODA, Giuseppe; USAI, Alessandro. The Dark Side of Dense Networks: From Embeddedness to Indebtedness. In: GRANDORI, Anna. **Interfirm Networks: Organization and Industrial Competitiveness**. 1 ed. Londres: Routledge, 1999. 323 p.

SWEDBERG, Richard. Max Weber's Interpretative Economic Sociology. **American Behavioral Scientist**. v. 50, n. 8, p. 1035-1055, Abr 2007.

TALMUD, Ilan. **Economic Sociology**. Disponível em: <<https://economicsociologydotorg.files.wordpress.com/2015/02/economic-sociology.pdf>>. Acesso em: Jul. 2015.

TATARYNOWICZ, Adam; SYTCH, Maxim; GULATI, Ranjay. Environmental Demands and the Emergence of Social Structure: Technological Dynamism and Interorganizational Network Forms. **Administrative Science Quarterly**. v. 61, n. 1, p. 52-86, Mar 2016.

TSAI, Wenpin; GHOSHAL, Sumantra. Social Capital and Value Creation: The Role of Intrafirm Networks. **The Academy of Management Journal**. v. 41, n. 4, p. 464-476, Ago 1998.

UZZI, Brian. The Sources and Consequences of Embeddedness for the Economic Performance of Organizations: The Network Effect. **American Sociological Review**. v. 61, n. 4, p. 674-698, Ago 1996.

UZZI, Brian. Social Structure and Competition in Interfirm Networks: The Paradox of Embeddedness. **Administrative Science Quarterly**. v. 42, n. 1, p. 35-67, Mar 1997.

UZZI, Brian. A Social Network's Changing Statistical Properties and the Quality of Human Innovation. **Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical**. v. 41, n. 22, p. 1-12, Mai 2008.

WANG, Chia-Nan; NGUYEN, Xuan-Tho; WANG, Yen-Hui. Automobile Industry Strategic Alliance Partner Selection: The Application of a Hybrid DEA and Grey Theory Model. **Sustainability**. v. 8, n. 2, p. 173, Fev 2016.

WANG, Haifeng; ZHAO, Jie; LI, Yuan; LI, Chuanjia. Network Centrality, Organizational Innovation, and Performance: A Meta-Analysis. **Canadian Journal of Administrative Sciences**. v. 32, n. 3, p. 146-159, Mai 2015.

WASSERMAN, Stanley; FAUST, Katherine. **Social Network Analysis: Methods and Applications**. 1 ed. Nova Iorque: Cambridge University Press, 1994. 825 p. (Structural Analysis in the Social Sciences, 8).

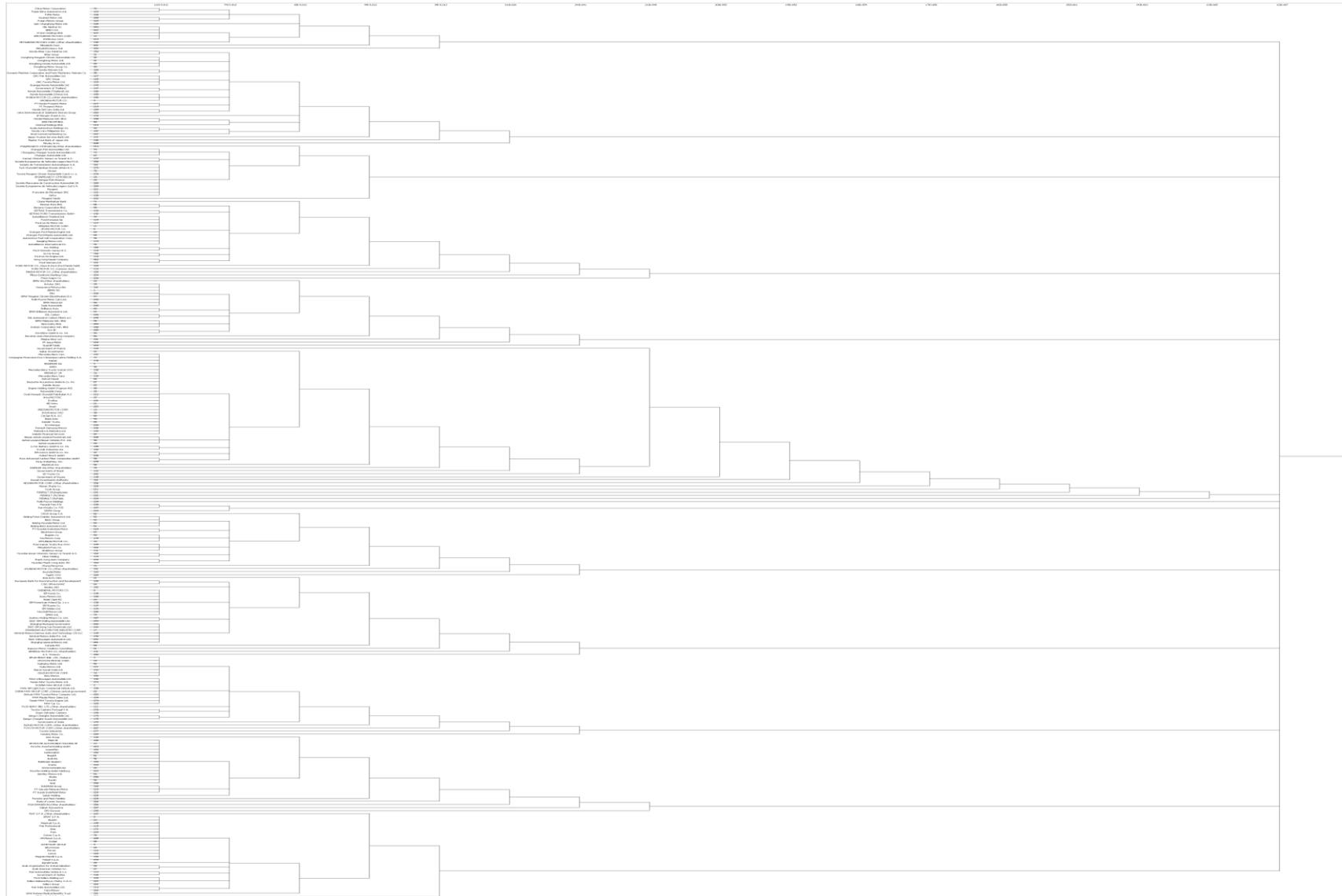
WILLIAMS, Trevor. Cooperation by Design: Structure and Cooperation in Interorganizational Networks. **Journal of Business Research**. v. 58, n. 2, p. 223-231, Fev 2005.

WINTER, Joost C. F. de; GOSLING, Samuel D.; POTTER, Jeff. Comparing the Pearson and Spearman Correlation Coefficients Across Distributions and Sample Sizes: A Tutorial Using Simulations and Empirical Data. **Psychological Methods**. v. 21, n. 3, p. 273-290, Mai 2016.

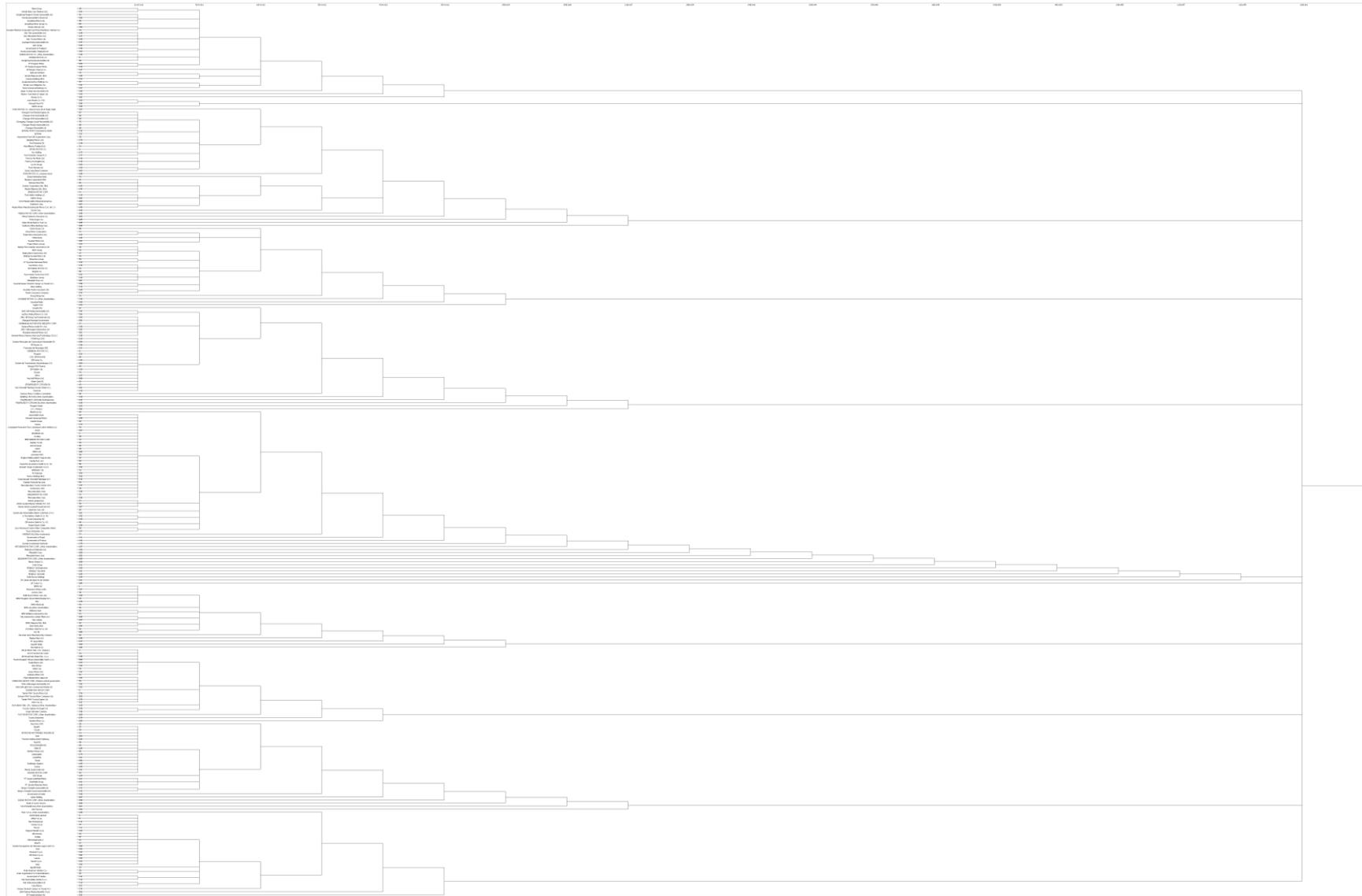
YAN, Erjia; DING, Ying. Applying Centrality Measures to Impact Analysis: A Coauthorship Network Analysis. **Journal of the American Society for Information, Science and Technology**. v. 60, n. 10, p. 2107-2118, Abr 2009.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Dendrograma com 12 subgrupos em 2011



APÊNDICE B – Dendrograma com 10 subgrupos em 2012



APÊNDICE C – Dendrograma com 10 subgrupos em 2013



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Augusto Squarsado Ferreira, realizada em 05/04/2018:

Prof. Dr. Silvio Eduardo Alvarez Candido
UFSCar

Prof. Dr. Mário Sacomano Neto
UFSCar

Prof. Dr. Evandro Marcos Saidel Ribeiro
USP

Certifico que a defesa realizou-se com a participação à distância do(s) membro(s) Mário Sacomano Neto e, depois das arguições e deliberações realizadas, o(s) participante(s) à distância está(ão) de acordo com o conteúdo do parecer da banca examinadora redigido neste relatório de defesa.

Prof. Dr. Silvio Eduardo Alvarez Candido

